

PROYECTO Y PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA INGENIERÍA MECATRÓNICA AGRÍCOLA, POR COMPETENCIAS Y CRÉDITOS ACADÉMICOS

**"LA MECANIZACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN
DEL CAMPO, ES NUESTRO CAMPO"**

Realizado por:

Subdirección Académica

ÍNDICE

	Pág.
PRIMERA PARTE: PROYECTO EDUCATIVO DE LA CARRERA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA AGRÍCOLA	5
I. ANTECEDENTES	5
a. Desarrollo histórico de la creación del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola	6
b. Desarrollo histórico de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola	7
II. INTRODUCCIÓN	9
a. Justificación	9
b. Objetivo del Proyecto Educativo	17
III. FUNDAMENTACIÓN	18
a. Socioeconómica	18
-. Panorama Internacional, Tendencias de la Agricultura en el Mundo	18
-. Industria 4.0 para la industria agroalimentaria	23
-. Situación del sector agroalimentario en México	25
-. Características del campo mexicano en los primeros años del siglo XXI	29
b. Demanda social	31
c. Estudio de mercado laboral del servidor potencial	35
d. Avances científico y tecnológicos	39
e. Marco de la educación superior	40
-. Educación superior nacional e internacional	40
-. Educación agrícola superior nacional e internacional	44
-. Competidores del programa educativo nacionales e internacionales	50
-. Características actuales y tendencias de la formación profesional	59
IV. FUNDAMENTO INSTITUCIONAL	71
a. Normatividad Institucional	71
-. Políticas de desarrollo educativo institucional	73
b. Capacidad Institucional	75
c. Instalación y equipo específico	76

d. Estructura organizativa del DIMA	82
e. Estudio financiero	83
f. Perfil del personal académico del DIMA	85
V. METODOLOGÍA	91
a. Procedimientos empleados en la elaboración del Plan de Estudio	91
VI. ÁMBITO DEL PROFESIONAL Y ELEMENTOS DEL PLAN DE ESTUDIOS	95
a. Campo de acción	95
b. Objeto de estudio y esferas de actuación de la carrera	97
c. Sistema de objetivos generales de la carrera: misión y visión	98
d. Denominación del programa y título que se otorga	102
e. Estructuración de perfiles basado en competencias	102
-. Perfil del aspirante	102
-. Perfil del egresado	104
VII. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA CURRICULAR	107
a. Organización por disciplinas y asignaturas	107
b. Organización de las asignaturas por áreas académicas	110
c. Mapa curricular	110
VIII. LINEAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL POSGRADO	115
IX. REQUISITOS DE PERMANENCIA Y FORMAS DE OBTENER EL TÍTULO	118
a. Requisitos de permanencia	118
b. Requisitos para obtener el título	118
X. PROPUESTAS DE EVALUACIÓN CURRICULAR	121
SEGUNDA PARTE: PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA	124
I. INTRODUCCIÓN	124
II. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO Y DEL PLAN DE ESTUDIOS	126
III. FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR	128
a. Fundamentos científico-tecnológicos	128

b. Fundamentos filosóficos	130
c. Fundamentos epistemológicos	132
d. Fundamentos sociológicos	134
e. Fundamentaciones pedagógicas	135
IV. SISTEMAS DE OBJETIVOS GENERALES DE LA CARRERA: MISIÓN Y VISIÓN	138
V. DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA Y TÍTULO QUE SE OTORGA	142
VI. PERFIL DEL ASPIRANTE	143
VII. CAMPO DE TRABAJO DEL(DE LA) INGENIERO(A) MECATRÓNICO(A) AGRÍCOLA	145
VIII. CARACTERÍSTICAS DEL PROFESIONAL	147
IX. PERFIL DEL EGRESADO	150
X. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA CURRICULAR	153
a. Organización por disciplinas y asignaturas	153
b. Organización de las asignaturas por áreas académicas	156
XI. MAPA CURRICULAR	157
XII. REQUISITOS DE PERMANENCIA Y FORMAS DE OBTENER EL TÍTULO	161
a. Requisitos de permanencia	161
b. Requisitos para obtener el título	161
XIII. PLANTEAMIENTO PARA LA PROPUESTA OPERATIVA DEL CURRÍCULUM	164
a. Lineamientos normativos	164
b. Lineamientos de operación	166
XIV. LINEAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL POSGRADO	174
BIBLIOGRAFÍA	177
ANEXOS	182

PRIMERA PARTE: PROYECTO EDUCATIVO DE LA CARRERA EN INGENIERÍA MECATRÓNICA AGRÍCOLA

I. ANTECEDENTES

Según plantea Thierry de l'Escaille, (2015), Secretario General de la European Landowners' Organization (ELO), el campo a nivel mundial está al filo de un profundo cambio. El gran desafío es de producir alimentos para 10 mil millones de personas en 2050 (hoy existen alrededor de 7.5 mil millones) y al mismo tiempo proteger el ecosistema de la Tierra. No se puede continuar utilizando las mismas soluciones del pasado: más insumos, más agua, más de todo, no es el camino sustentable. Hay que ser inteligentes, más innovadores, creativos y reducir los residuos al máximo posible. Las formas de producción deben ser circulares. Los recursos globales no pueden basarse en sistemas de producción lineales, donde se introducen "inputs" y la mayoría de la producción termina en la basura. La reutilización, la reducción de los insumos y la mejora de todas las labores son el requisito previo para un futuro sustentable; esto es un reto para la economía mundial. Los consumidores, también deben desempeñar su papel, no sólo pagando un precio justo que apoye al sector agrario, sino mediante el examen de sus propios estilos de vida. Es inhumano que se esté perdiendo 100 millones de toneladas de alimentos anualmente. Esto echa por tierra no sólo el duro trabajo de los gestores del medio, sino también a los insumos.

Los impactos de la revolución verde en los aumentos de los rendimientos y de la producción fueron evidentes, así como su contribución a disminuir el hambre en el mundo, principalmente en Asia. En efecto, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), durante el período 1963-1983, la producción total de arroz, trigo y maíz en los países en desarrollo aumentó un 3.1%, 5.1% y 3.8% por año, respectivamente. Durante el decenio posterior, los aumentos anuales de la producción para los mismos cultivos fueron un 1.8%, 2.5% y 3.4% respectivamente (FAO, 1996). Los debates ambientales y sociales sobre los costos de aquella revolución fueron intensos, sobre todo en los ochentas y noventas. La degradación ambiental, la erosión genética, la exclusión de la mujer y el aumento de las desigualdades son señalados por distintos autores como algunos de sus costos. El más claro y en el cual existe consenso es en el daño ambiental.

Actualmente, la agricultura mundial experimenta una transición hacia un nuevo paradigma tecnológico, muy distinto al de la revolución verde (conocida como la tercera revolución). Este nuevo paradigma se sustenta en las actuales revoluciones "bio", "info" y "nano" y en las nuevas demandas de la sociedad y de los mercados. En este contexto, la agricultura del siglo XXI empieza a vivir una nueva revolución, más amplia y más profunda que las anteriores: una revolución organizacional, de la gestión del conocimiento y de las convergencias entre las distintas tecnologías. Esta nueva revolución agrícola está ampliando notablemente el potencial de creación de riqueza del sector.

El nuevo paradigma “*nanoinfobiotecnológico*” (cuarta revolución), hija de la sociedad de la información y de la economía del conocimiento, se desarrolla en momentos en que las ciencias y las tecnologías convergen y el enfoque sistémico se impone. El nuevo paradigma tecnológico agrícola es parte de este nuevo clima intelectual y tecnológico global que tiene como base el modelo tecno-económico creado por la masiva utilización de las TICs y de la biotecnología; pero igualmente sustentado por las nuevas demandas de la sociedad, de los mercados y de las cadenas agroalimentarias, algunas de las cuales se relacionan con la diferenciación de los productos, la calidad y la inocuidad, la bioseguridad, el bienestar animal y el uso sustentable de la biodiversidad y de los recursos naturales (Barrera, 2011).

Una de las características principales del nuevo paradigma es la “**precisión**” en cualquier actividad económica. Para la agricultura va más allá del que originalmente se ha conocido como “agricultura de precisión”. La biotecnología permite ampliar la lógica y la dinámica de la precisión al otro extremo de las cadenas alimentarias, al consumo por parte de personas cada vez más exigentes y obsesionadas por su salud. Los avances que se están obteniendo en el ámbito de la nutrigenómica harán posible en un futuro cercano una alimentación a la medida de cada individuo y de sus necesidades nutricionales, entre otras muchas aplicaciones.

En este marco del nuevo paradigma socioeconómico destaca la integración de las ciencias de la mecánica, la electrónica, el control y la informática enfocados hacia la agricultura, como elementos imprescindibles para lograr diseñar, construir, operar y evaluar dispositivos y máquinas que garanticen mayor productividad y calidad de los productos y gestión de las cadenas productivas agrícolas, con un alto sentido de responsabilidad social medioambiental: Este es el contenido y sentido de la **Mecatrónica Agrícola**.

a. Desarrollo histórico de la creación del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola

En la Escuela Nacional de Agricultura, ubicada en Chapingo, Estado de México; en los meses de mayo - agosto de 1958, se planeó, organizó e instituyó, el Centro de Adiestramiento para Instructores en Maquinaria Agrícola (CAIMA). En el CAIMA se impartían los cursos de maquinaria agrícola a los grupos de 3° año y propedéutico de la preparatoria agrícola y el curso de maquinaria agrícola especial, a los alumnos de 4° año del Departamento de Fitotecnia y 5° año del Departamento de Suelos, de la Escuela Nacional de Agricultura.

En 1972 el CAIMA se integra al Departamento de Irrigación, como Sección de Maquinaria Agrícola (SMA), y en diciembre, se presenta el primer proyecto de la especialidad. Sin embargo, es rechazado por el contexto que se vivía.

El 30 de diciembre de 1974 se promulga la ley que crea la Universidad Autónoma Chapingo.

En los años 1974, 1976 y 1978 se presentó el “Proyecto de la creación de la especialidad de

maquinaria agrícola y Centro Nacional de Pruebas de Maquinaria Agrícola”, pero no se autorizó.

En el periodo de marzo de 1977 a diciembre de 1979, el CAIMA deja de pertenecer al Departamento de Irrigación y se traslada a la Dirección General Académica (DGA).

En el período de enero de 1980 a septiembre de 1981, se realizó el cambio de nombre de SMA a Departamento de Apoyo (Departamento de Maquinaria Agrícola), dependiente de la DGA.

En el año 1981 se aprueban las materias “Maquinaria Agrícola II” para la especialidad de Zootecnia y “Mecanización Agrícola” para la especialidad de Fitotecnia.

En julio de 1983, se presentó el “Proyecto de creación de la especialidad de maquinaria agrícola y Centro de Prueba de Maquinaria Agrícola”, aprobándose la especialidad de Maquinaria Agrícola.

En el año 1990 el Departamento de maquinaria agrícola cambia su nombre a Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola.

b. Desarrollo histórico de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola

El presente proyecto de creación de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica Agrícola cuenta con importantes antecedentes institucionales. Durante 1992 y 1996 se proponen dos iniciativas que postulan la necesidad de crear en la Universidad Autónoma Chapingo una carrera de Ingeniería ligada con la Cibernética, con el fin de afrontar los problemas de la agricultura desde un punto de vista de la Ingeniería de Sistemas utilizando el alto grado de desarrollo de la tecnología informática. En un principio se pensó en una Ingeniería en Computación, pero esto no resuelve los problemas de la modernización en la producción agrícola en el siglo XXI.

Posteriormente, en el año 2000, se elaboró un proyecto educativo para la creación de la carrera en “Sistemas de Control y Automatización en Agricultura” que buscaba integrar el alto desarrollo de la tecnología informática, los grandes avances de la instrumentación electrónica y la aplicación de las técnicas modernas de la teoría de sistemas en la producción agrícola. Este proyecto moderno que pretendía atender las problemáticas agrícolas donde interviene la informática, la electrónica y la teoría de sistemas, tampoco prosperó.

En la Universidad Autónoma Chapingo existen Programas Educativos (PE) que integran conocimientos de la Mecatrónica como:

- ✓ La instrumentación electrónica, mediante cursos básicos de circuitos eléctricos, en los Departamentos de Agroindustrias y de Ingeniería Mecánica Agrícola.
- ✓ La cibernética de los sistemas de control y automatización, se imparten cursos opcionales de automatización de riego, en el Departamento de Irrigación; cursos de ingeniería de procesos y de instrumentación industrial, en el Departamento de Agroindustrias; y cursos

sobre los sistemas hidráulicos y neumáticos, el control y la automatización de procesos, en el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola.

Se observan intentos por implementar una licenciatura relacionada con la informática y la electrónica y de hecho, muchas asignaturas relacionadas con la Mecatrónica están incluidas como optativas en varios programas educativos de manera aisladas. Hoy se convierte en una necesidad para México y para la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) concretar esta licenciatura, de manera que institucionalmente se dé una respuesta a una demanda socioeconómica para la agricultura.

II. INTRODUCCIÓN

a. Justificación

Se viven tiempos difíciles y complejos, plenos de confusión e incertidumbre. El deterioro del nivel de vida de la mayoría de la población, incluyendo el grueso de la clase media es alarmante, mientras que los esfuerzos por revertir el retroceso desembocan en la frustración y la impotencia. La mayoría de los viejos modelos explicativos y orientadores de la acción política se han derrumbado; los nuevos no logran demostrar su efectividad en términos de crecimiento con equidad.

La época actual es la transición de un patrón o paradigma tecnológico a otro en el mundo, determinado principalmente por el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), que han repercutido en todas las áreas de las ciencias: económicas, sociales, administrativas, productivas, entre otras. Es el período de surgimiento de un nuevo e inmenso potencial de generación de riqueza, cuyos verdaderos frutos sólo se dan décadas más tarde, una vez que la sociedad ha logrado “domar” ese potencial, organizándose de modo adecuado para ponerlo al servicio de sus objetivos. Esto significa que el rumbo definitivo y el impacto de cada revolución tecnológica son definidos por las diversas fuerzas sociales en juego. La efectividad con la que cada grupo social y cada país pueda influir sobre la forma del futuro depende de hasta dónde comprende -o intuye- el carácter específico de esa revolución y de las opciones que abre.

Las dificultades actuales de cualquier país, no son sólo locales, sino también la manifestación específica de un fenómeno de carácter mundial. Ello significa que sus causas fundamentales son generales y afectan a cada país, de una u otra forma, según sus particularidades. Significa también que las soluciones propuestas en distintas partes del sistema sólo serán viables si logran engranar en el rumbo que toma el cambio en el plano mundial (entiéndase como la globalización).

El presente es la cuarta vez (cuarta revolución) que se vive el largo y difícil período de transición de un paradigma tecnológico a otro, la transición de la era industrial a la era del conocimiento.

Lo más llamativo de cada revolución tecnológica es, por supuesto, lo nuevo. En efecto, los ritmos de crecimiento y los niveles de ganancia que ostentan los nuevos productos y las empresas que motorizan el salto tecnológico resultan impresionantes. El contraste es enorme con la situación de los productos y empresas de la revolución tecnológica anterior que, típicamente, están llegando a la madurez, cuando irrumpe la siguiente. El resultado de este crecimiento explosivo de los nuevos productos, de sus insumos y de la nueva red de infraestructura que generalmente acompaña su despliegue es el surgimiento de polos de crecimiento en regiones y sectores distintos de los tradicionales, impulsando un proceso de cambio en la estructura de la economía y del empleo en cada país y en el mundo. Las características principales de un cambio tecnológico se presentan en la Figura 1 (Pérez, 1998).

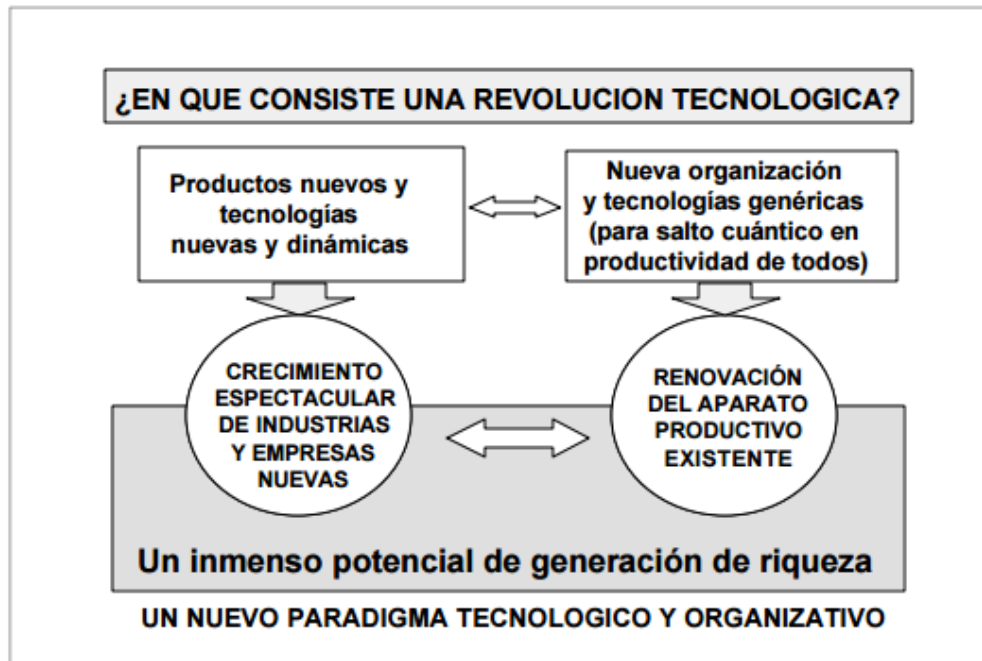


Figura 1. Características principales de un cambio tecnológico.

Fuente: Pérez (1998).

Según Pérez (1998) cada revolución tecnológica va mucho más allá de la introducción de nuevos productos, nuevas industrias, nuevas formas de energía y de transporte. Como se indica en la Figura 2, las tecnologías genéricas surgidas de esos nuevos productos, de las redes de infraestructura que los dinamizan y de la lógica organizativa que permite aprovecharlos llevan también a la renovación de todo el aparato productivo existente. Eso es lo que hace que un nuevo sistema tecnológico merezca el calificativo de “revolución.” Cada una lleva a la articulación de un nuevo paradigma o patrón tecnológico capaz de inducir un salto cuántico generalizado en productividad. Cada paradigma marca una nueva frontera de práctica óptima tecnológica y organizativa, encarnada en tecnologías genéricas aplicables a lo largo y ancho del aparato productivo, a cualquiera sea el producto o servicio y a todo tipo de organizaciones y actividades.

Esta fuerza innovadora y renovadora trae dos consecuencias importantísimas. Por una parte, se abre una ventana de oportunidad para las empresas y países que, aunque no hayan ido muy lejos en el paradigma anterior, logren adoptar el nuevo o montarse en la ola de crecimiento espectacular de los productos revolucionarios.

Por la otra, todo el aparato productivo existente basado en el paradigma anterior queda, por definición, obsoleto y tiene que ser modernizado. Quien no se renueve corre el riesgo de ser barrido del mercado. Por eso, al lado del relumbrón de las industrias nuevas, hay que embarcarse en el largo y difícil proceso de transformación de todo el aparato productivo de cada país y del mundo entero. Se trata de intensos cambios tecnológicos se requiere un vasto reciclaje de

calificaciones y considerables montos de inversión. No obstante, lo que más dificulta, retarda y entraba la transición es la necesidad de adopción masiva del nuevo paradigma tecnológico y organizativo, de un nuevo sentido “común,” de otra forma de pensar la eficiencia. Sin eso, no hay aprovechamiento del nuevo potencial de generación de riqueza disponible. Pero, esa adopción es equivalente a un cambio cultural.

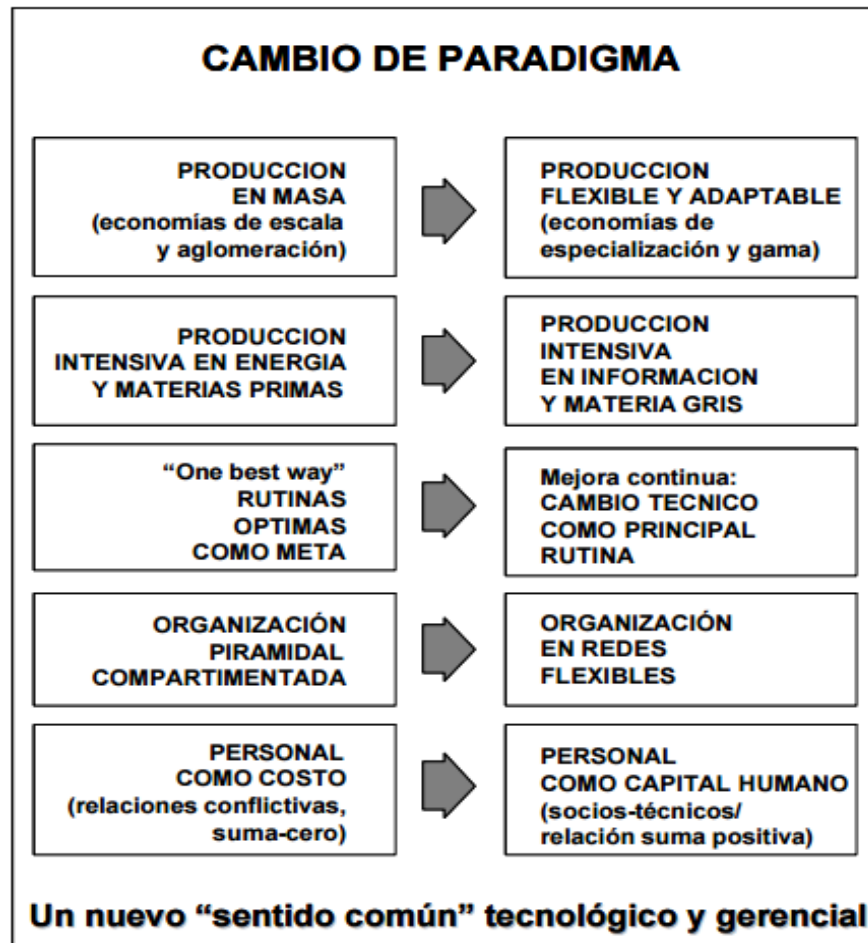


Figura 2. Cambio de los elementos del paradigma industrial al paradigma digital.

Fuente: Pérez (1998).

Según el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), en la edición de 2003 de la MIT Technology Review, y también citado por el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV, 2007), las diez tecnologías avanzadas que cambiarán el mundo son:

- a) Redes de sensores sin cables (Wireless Sensor Networks)
- b) Ingeniería inyectable de tejidos (Injectable Tissue Engineering)
- c) Nano-células solares (Nano Solar Cells)
- d) **Mecatrónica (Mechatronics)**
- e) Sistemas informáticos Grid (Grid Computing)

- f) Imágenes moleculares (Molecular Imaging)
- g) Litografía Nano-impresión (Nanoimprint Lithography)
- h) Software fiable (Software Assurance)
- i) Glucomicas (Glycomics)
- j) Criptografía Quantum (Quantum Cryptography)

La mecatrónica, en su sentido más simple, es la integración de las ciencias de la mecánica, la electrónica, el control y la informática para resolver los problemas de la sociedad en el nuevo contexto. Esta disciplina representa la nueva generación de servo máquinas y mecanismos inteligentes, así como metodologías de ingeniería concurrentes que impactan en otro tipo de sistemas físicos, como interfaces hombre máquina, procesos, etcétera. Esencialmente la Ingeniería Mecatrónica es ingeniería concurrente, que combina sinérgicamente componentes de diversa naturaleza y los integra de manera simbiótica para construir nuevos procesos y productos más competitivos. Estos componentes se interrelacionan e imponen especificaciones y funciones sobre los demás componentes en cada etapa de diseño y construcción, por lo que un sistema mecatrónico tiene el distintivo de haber sido diseñado y construido en todas sus etapas con el paradigma de ingeniería concurrente. La mecatrónica se aplica en todos los sectores económicos y la mayoría de sus actividades, pero en este proyecto solo se aplicará a la agricultura y la manufactura relacionada con equipos y máquinas relacionadas con el campo, principalmente.

Un esquema de la integración de las disciplinas que integran la mecatrónica se muestra en la Figura 3. Entre las disciplinas o áreas del conocimiento integradas en la mecatrónica están: ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería de sistemas, ingeniería de control, ingeniería en computación e ingeniería eléctrica, entre otras.

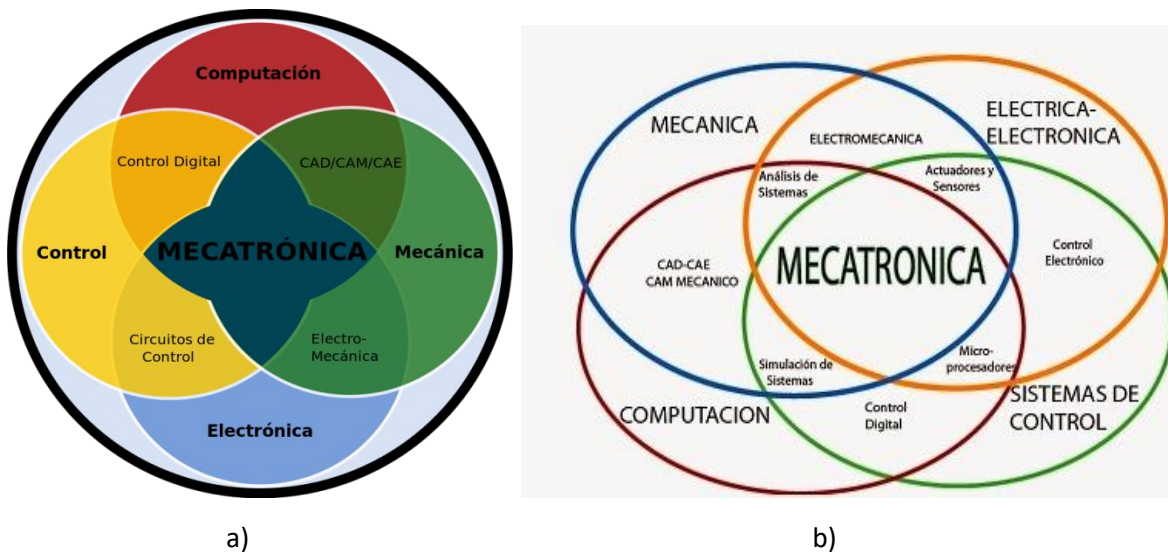


Figura 3. a) Diagrama de Venn para la mecatrónica, b) modelo de Rodríguez (2014), donde se muestran las ramas o disciplinas de la ingeniería que conforman la mecatrónica.

La mecatrónica tiene como antecedentes inmediatos a la investigación en el área de cibernética realizada en 1936 por Alan Turing, en 1948 por Norbert Wiener y Morthy, las máquinas de control numérico, desarrolladas inicialmente en 1946 por George Devol, los manipuladores, ya sean teleoperados, en 1951 por Goertz, o robotizados, en 1954 por Devol, y los autómatas programables, desarrollados por Bedford Associates en 1968. (Saberes y Ciencias, 2013).

En 1969, Tetsuru Mori, ingeniero de la empresa japonesa Yaskawa Electric Co., acuña el término *mecatrónica*, y en 1972 se le otorga el derecho de marca. En 1982 Yaskawa permite el libre uso del término. (Saberes y Ciencias, 2013).

En los años setenta del siglo XX, la mecatrónica se ocupó principalmente de la tecnología de servomecanismos usada en productos como puertas automáticas, máquinas automáticas de autoservicio y cámaras "auto-focus". En este enfoque pronto se aplicaron métodos avanzados de control. En los años ochenta, cuando la tecnología de la información fue introducida, los ingenieros empezaron a incluir microprocesadores en los sistemas mecánicos para mejorar su desempeño. Las máquinas de control numérico y los robots se volvieron más compactos, mientras que las aplicaciones automotrices como los mandos electrónicos del motor y los sistemas anticerrado y frenado se hicieron extensas. Por los años noventa, se agregó la tecnología de comunicaciones, creando productos que podían conectarse en amplias redes. Este avance hizo posibles funciones como la operación remota de manipuladores robóticos. Al mismo tiempo, se están usando novedosos microsensores y microactuadores en nuevos productos. Los sistemas microelectromecánicos como los diminutos acelerómetros de silicio que activan las bolsas de aire de los automóviles.

La mecatrónica es consecuencia de las interacciones tecnológicas y la influencia del conocimiento acumulado, producto claro de la cuarta revolución o era del conocimiento que caracteriza nuestro mundo.

La mecatrónica, no obstante, tiene aplicaciones en diferentes esferas de actuación del profesional. La inmensa mayoría de los programas educativos están elaborados para las áreas de la manufactura, el diseño industrial, la medicina, la defensa, la automotriz, entre otras aplicaciones, como se muestra en la Figura 4a. Otro esquema de modelo aplicado solamente a la manufactura se presenta en la Figura 4b.

Estos son solo algunos ejemplos de los usos de la mecatrónica en la vida cotidiana y cada día son más pequeños, fiables, económicos, complejos y veloces, entre otras características.

En la agricultura, la agroindustria, las máquinas y dispositivos agropecuarios actuales es muy raro no encontrar una o varias aplicaciones de la mecatrónica.

La diferencia distintiva del presente proyecto es que la mecatrónica será aplicada en la agricultura, específicamente en las áreas del diseño y manufactura de la maquinaria e

instalaciones agrícolas, la agroindustria, la energía y administración (gestión agrícola), como se muestra en el modelo de la Figura 5.

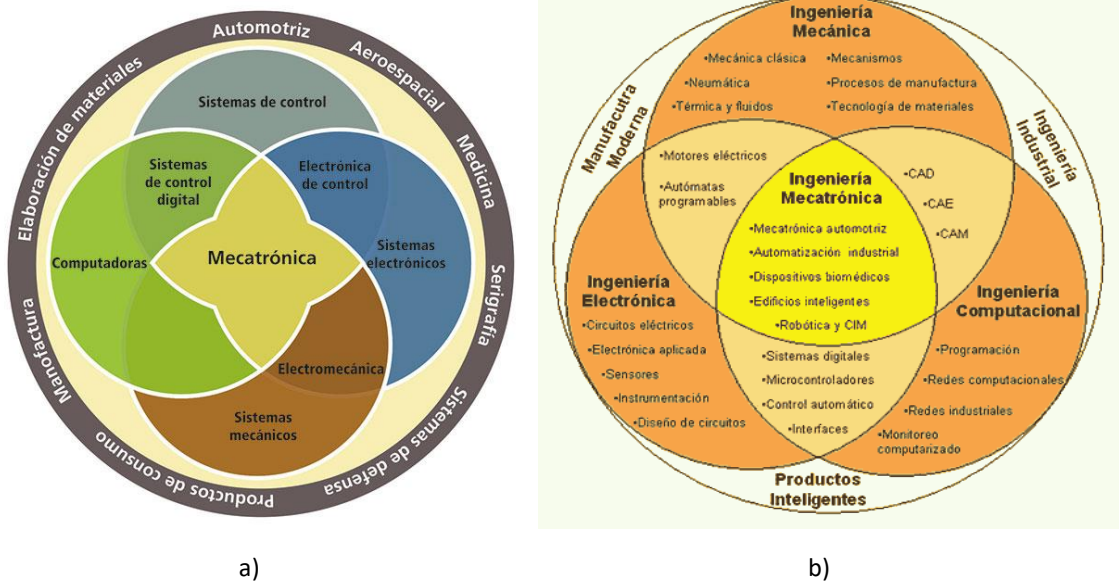


Figura 4. Esquema de modelos de mecatrónica: a) aplicado a diferentes esferas o ramas económicas, b) aplicado a la manufactura. Fuente: CIMAV (2007).

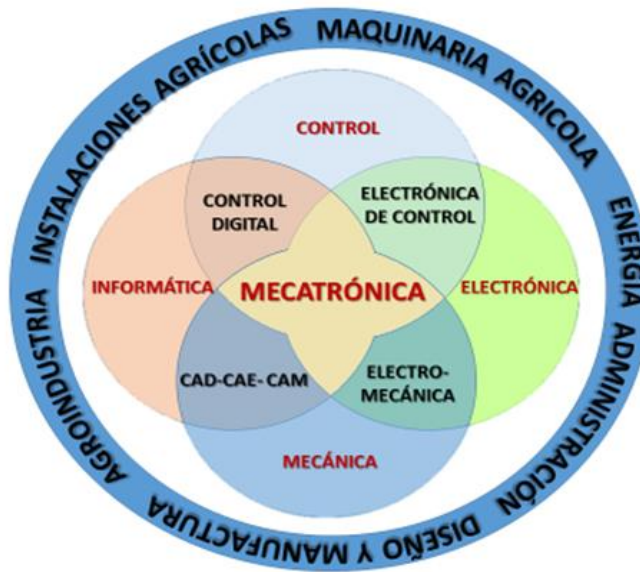


Figura 5. Esquema del Modelo para Ingeniería Mecatrónica Agrícola de la UACH.

Fuente: Elaboración propia.

Después de la revisión de publicaciones anuales de la MIT Technology Review (MIT, 2003-2016), se muestran algunas de las tecnologías que cambiarán el mundo, relacionadas al modelo propuesto por el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tecnologías que cambiarán el mundo publicadas por MIT Technology Review.

Año	Tecnología	Aspectos Esenciales
2003	Mecatrónica (Mechatronics)	En la industria automotriz, desde la economía de combustible hasta el rendimiento, se recurre a la mecatrónica, la integración de sistemas mecánicos familiares con nuevos componentes electrónicos y control de software inteligente.
2004	Nanocables (Nanowires)	Pocas tecnologías emergentes han ofrecido tanta promesa como la nanotecnología, promocionada como el medio para mantener la electrónica de décadas de duración en las disciplinas de sprint y transfiguración de la producción de energía a diagnósticos médicos.
2004	Almacenamiento distribuido (Distributed Storage)	Una tecnología que puede transformar el almacenamiento de datos para individuos y empresas haciendo que los archivos digitales sean más fáciles de mantener y acceder, eliminando la amenaza de catástrofes que borran la información, desde apagones a fallos de disco duro.
2005	Cables cuánticos, nanotubos (Quantum Wires)	Alrededor de 15 centímetros de largo, la fibra comprende miles de millones de nanotubos de carbono, y de acuerdo con el químico de la Universidad de Rice, representa el primer paso hacia un nuevo tipo de alambre que podría transformar la red eléctrica.
2005	Informática ambiental (Enviromatics)	Se utiliza para analizar los datos que recogen en el campo, ya sea para mapear los hábitats de especies en peligro de extinción o para predecir los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero en el clima mundial.
2005	Biomecatrónica (Biomechatronics)	Para la fabricación de prótesis más fiables que los usuarios pueden controlar con mayor precisión. Algunas de las últimas rodillas protésicas en el mercado ya tienen microprocesadores, entre otras aplicaciones a la biología humana y otros animales.

2007	Nano carga solar (Nanocharging Solar)	La energía solar de punto cuántico podría aumentar la producción en fotovoltaicos baratos.
2008	Transistores de grafeno (Graphene Transistors)	Una nueva forma de carbono podría conducir a procesadores informáticos rápidos y compactos.
2010	Combustible solar (Solar Fuel)	Combustible para el futuro: Los microorganismos modificados genéticamente de Joule Biotechnologies pueden convertir la luz solar en etanol o diesel.
2013	Fabricación aditiva (Additive Manufacturing)	Uso la impresión 3-D (tridimensional) para fabricar piezas en serie.
2013	Datos grandes de los teléfonos (Big Data from Cheap Phones)	Recopilar y analizar información de teléfonos celulares sencillos puede proporcionar una visión sorprendente de cómo la gente se mueve y se comporta, e incluso ayuda a comprender la propagación de enfermedades.
2013	Aprendizaje profundo (Deep Learning)	Con cantidades masivas de poder computacional, las máquinas ahora pueden reconocer objetos y traducir el habla en tiempo real. La inteligencia artificial es finalmente inteligente.
2014	Drones Agrícolas (Agricultural Drones)	Los drones relativamente baratos con sensores avanzados y capacidades de captación de imágenes están dando a los agricultores nuevas formas de aumentar los rendimientos y reducir los daños a los cultivos.
2014	Robots ágiles (Agile Robots)	Los científicos informáticos han creado máquinas que tienen el equilibrio y la agilidad de caminar y correr a través de terreno irregular y desigual, haciéndolos mucho más útiles en la navegación en entornos humanos.
2014	Energía solar y viento inteligente	Los grandes datos y la inteligencia artificial están produciendo pronósticos muy precisos que harán

	(Smart Wind and Solar Power)	factible integrar mucha más energía renovable en la red.
2015	Comunicación de coche a coche (Car-to-Car Communication)	Una tecnología inalámbrica sencilla promete hacer la conducción mucho más segura.
2016	Robots que se enseñan entre sí (Robots That Teach Each Other)	Los robots pueden averiguar más cosas por su cuenta y compartir ese conocimiento entre sí.
2016	Piloto automático Tesla (Tesla Autopilot)	El fabricante de vehículos eléctricos envió a sus coches una actualización de software que de repente convirtió la conducción autónoma en realidad.

Fuente: Elaboración propia con información de MIT (2003-2016).

Se puede observar cómo ha evolucionado esta ciencia de la mecatrónica a través de los años. Basado en lo anteriormente expuesto, se justifica la elaboración del presente proyecto educativo para la creación, aprobación y puesta en marcha de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo.

b. Objetivo del Proyecto Educativo

Valorar la factibilidad técnica, económica y social de la creación de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo, mediante el estudio y análisis de las fortalezas existentes en los diferentes DEIS que la componen en cuanto a recursos humanos e infraestructura, a fin de dar solución en formación de profesionales en esta área tecnológica tan importante y solicitada para México y el mundo, especialmente para la agricultura mexicana.

III. FUNDAMENTACIÓN

a. Socioeconómica

- Panorama Internacional, Tendencias de la Agricultura en el Mundo

La agricultura en el siglo XXI se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor, así como más materias primas para un mercado de la bioenergía potencialmente enorme, y ha de contribuir al desarrollo global de los numerosos países en desarrollo dependientes de la agricultura, adoptar métodos de producción más eficaces y sostenibles y adaptarse al cambio climático.

Se prevé que la población mundial aumente en más de un tercio, o 2 300 millones de personas, entre 2009 y 2050. Esta tasa de crecimiento es muy inferior a la que se registró en las cuatro últimas décadas, durante las cuales se incrementó en 3 300 millones de personas, o en más del 90%. Se prevé que casi todo este crecimiento tendrá lugar en los países en desarrollo. Se pronostica que la urbanización seguirá aumentando a un ritmo acelerado, que las áreas urbanas pasarán a representar el 70% de la población mundial en 2050 (frente al 49 % en la actualidad) y que la población rural, tras alcanzar un nivel máximo a lo largo del próximo decenio, disminuirá. (FAO, 2009).

Paralelamente, se estima que los ingresos per cápita en 2050 se multiplicarán respecto al nivel actual. Existe un consenso entre los analistas en el sentido de que es probable que se mantenga en el futuro la tendencia reciente de las economías de los países en desarrollo a crecer mucho más rápido que las de los países desarrollados. La desigualdad relativa en los ingresos per cápita se reduciría considerablemente para 2050. Sin embargo, las diferencias en términos absolutos seguirían siendo notables e incluso aumentarían aún más, dada la enorme brecha existente actualmente entre los ingresos per cápita en términos absolutos. Por otra parte, las desigualdades entre países y regiones en el mundo en desarrollo actual tenderían a ser más marcadas.

El crecimiento económico mundial previsto de alrededor del 2.9 % anual conduciría a una reducción importante o incluso a la práctica eliminación de la pobreza “económica” absoluta en los países en desarrollo (personas que viven con menos de 1.25 USD al día según los precios de 2005). Sin embargo, incluso en 2050 el mundo distará mucho de haber resuelto el problema de la penuria económica y la malnutrición de gran parte de la población: el umbral de pobreza de 1.25 USD al día es sencillamente demasiado bajo (FAO, 2009). Ateniéndose a criterios menos estrictos, la penuria y la desnutrición seguirán estando muy extendidas, aunque considerablemente menos que actualmente.

Estas tendencias significan que la demanda comercial de alimentos seguiría creciendo. Se calcula que la demanda de cereales, destinados tanto al consumo humano como animal, alcanzará unos 3 mil millones de toneladas en 2050, frente a la cifra actual de cerca de 2.1 mil millones de

toneladas (FAO, 2009). La aparición de los biocombustibles puede cambiar algunas de las tendencias previstas y provocar un aumento de la demanda mundial, dependiendo principalmente de los precios de la energía y las políticas gubernamentales. La demanda de otros productos alimenticios que son más sensibles al aumento de los ingresos en los países en desarrollo (como los productos pecuarios y lácteos, o los aceites vegetales) crecerá más rápidamente que la de los cereales.

Las proyecciones muestran que para alimentar una población mundial de 9 100 millones de personas en 2050 sería necesario aumentar la producción de alimentos en un 70 % entre 2005/07 y 2050. La producción en los países en desarrollo casi tendría que duplicarse. Ello implica un aumento importante en la producción de varios productos básicos fundamentales. La producción anual de cereales, por ejemplo, tendría que incrementarse en casi mil millones de toneladas, y la producción de carne en más de 200 millones de toneladas, hasta alcanzar un total de 470 millones de toneladas en 2050 (el 72% de ellas en los países en desarrollo, frente al 58 % en la actualidad). Alimentar de forma adecuada a la población mundial también significaría producir el tipo de alimentos que faltan para garantizar la seguridad nutricional.

La FAO en el documento “La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050” presenta la tendencia de los recursos y otros aspectos relacionados con la agricultura, alimentación y salud para el 2050, los que se analizan a continuación (FAO, 2009):

Recursos naturales: se prevé que el 90% del crecimiento en la producción agrícola a nivel mundial (80 % en los países en desarrollo) se deba a rendimientos más altos y a la intensificación de cultivos, y el resto a la ampliación de la superficie de las tierras. La superficie de tierras cultivables se incrementaría en unos 70 millones de hectáreas (menos del 5%), quedando contrarrestado el aumento en los países en desarrollo, de alrededor de 120 millones de hectáreas (12%) por una reducción de unos 50 millones de hectáreas (8%) en los países desarrollados. La mayor parte de este aumento de superficie en los países en desarrollo tendría lugar en el África subsahariana y América Latina.

La superficie de las tierras dotadas con infraestructura de riego aumentaría en unos 32 millones de hectáreas (11 %), mientras que la de las tierras de regadío cosechadas se incrementaría en un 17 %. Todo este incremento se produciría en países en desarrollo. Debido a la lenta mejora de la eficacia en el uso del agua y a la disminución de la superficie sembrada con arroz (que es relativamente intensiva en cuanto al uso del agua), las extracciones de agua para el regadío crecerían a un ritmo más lento, pero aún así aumentarían en casi un 11 % (unos 286 kilómetros cúbicos) en 2050. La presión ejercida sobre los recursos hídricos renovables por el riego seguiría siendo elevada y podría aumentar.

Recurso tierra: el estudio sobre la zona agroecológica mundial muestra que aún hay amplios recursos de tierras disponibles con un potencial para la producción de cultivos, pero es necesario matizar mucho este resultado. Gran parte de las tierras aptas que todavía no están explotadas se concentra en unos pocos países de América Latina y el África subsahariana, pero muchos países con una población rural cada vez mayor en estas regiones tienen una enorme escasez de tierras, y gran parte de las tierras potenciales es apta para unos pocos cultivos solamente, que no son necesariamente los más demandados. Asimismo, una gran parte de la tierra que todavía no está explotada adolece de limitaciones (químicas, físicas, enfermedades endémicas, falta de infraestructura, etc.) cuya superación es difícil o económicamente inviable. Una parte de la tierra está cubierta de bosques, protegida o sujeta a la expansión de los asentamientos urbanos. En general, sin embargo, cabe señalar que aunque hay una serie de países (en particular en el Cercano Oriente y África del Norte y el Asia meridional) que han alcanzado o están a punto de alcanzar los límites de tierras disponibles, a escala mundial aún hay recursos de tierras suficientes para alimentar a la población mundial en un futuro previsible, a condición de que las inversiones necesarias para desarrollar estos recursos se lleven a cabo y se invierta la tendencia de las últimas décadas al abandono de los esfuerzos en materia de investigación agrícola y desarrollo.

Recurso agua: la situación de la disponibilidad de los recursos de agua dulce es similar a la de las tierras, es decir, a nivel mundial es más que suficiente, pero está muy desigualmente distribuida, y cada vez hay más países o regiones dentro de estos cuya escasez de agua alcanza niveles alarmantes. Es el caso a menudo de los países del Cercano Oriente, África del Norte y Asia meridional en los que no quedan recursos de tierras. Un factor atenuante podría ser el hecho de que todavía hay grandes oportunidades para aumentar la eficacia en el uso del agua (por ejemplo, proporcionando incentivos adecuados para utilizar menos agua).

Rendimiento agrícola: el potencial para aumentar el rendimiento de los cultivos, incluso con las tecnologías existentes, parece ser considerable. A condición de que existan incentivos socioeconómicos adecuados, todavía hay amplias diferencias “salvables” de rendimiento (es decir, la diferencia entre el rendimiento posible y real en el plano agroecológico) susceptibles de ser explotadas. El temor a que los rendimientos (por ejemplo, para el arroz) estén alcanzando un tope no parece justificado (excepto en unos pocos casos muy especiales).

Alimentación: las proyecciones actuales indican que el promedio de energía diaria disponible podría alcanzar las 3 050 kcal por persona para 2050 (2 970 kcal en los países en desarrollo), lo que representaría un incremento respecto a la cifra de 2770 kcal en 2003/05. Sin embargo, las mismas proyecciones indican que el aumento de la producción por sí solo no sería suficiente para

garantizar la seguridad alimentaria para todos. A menos que los gobiernos garanticen y mejoren considerablemente el acceso a los alimentos para las personas necesitadas y vulnerables, dado que la prevalencia de la subnutrición crónica en los países en desarrollo podría caer del 16.3 % (823 millones) en 2003/05 al 4.8 % en 2050, ello implicaría aun así que unos 370 millones de personas estarían desnutridas en 2050. De las tres regiones en desarrollo con el mayor número de personas desnutridas en la actualidad, la caída sería más pronunciada en Asia (tanto en el este como en el sur del continente), pero menos en el África subsahariana. Desde esta perspectiva, cabe que el objetivo de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación de reducir a la mitad el número de personas hambrientas para el año 2015 (respecto de los 813 millones de 1990/92) no se logre hasta bien entrada la década de 2040. Estos cálculos subrayan la importancia de poner en práctica estrategias eficaces de reducción de la pobreza, redes de seguridad y programas de desarrollo rural.

Transición alimentaria y salud: si bien los progresos realizados hacia un mayor consumo medio de alimentos son positivos, no siempre lo son de forma absoluta: la transición alimentaria experimentada en muchos países implica una evolución hacia una alimentación energética, rica en grasas, especialmente grasas saturadas, azúcar y sal, y pobre en micronutrientes, fibra dietética y fitoquímicos bioactivos importantes. Unidas a cambios en el estilo de vida, principalmente asociados con una urbanización rápida, tales transiciones, aunque son beneficiosas para muchos países en los que la alimentación aún es inadecuada, van acompañadas a menudo de un aumento de enfermedades crónicas no transmisibles relacionadas con la dieta. En muchos países en los que se está llevando a cabo esta transición, aparecen enfermedades no transmisibles relacionadas con la obesidad cuando aún predominan ampliamente problemas de salud relacionados con la desnutrición de partes importantes de la población. Ambos problemas coexisten y plantean nuevos retos y dificultades para los sistemas de salud de esos países, que deben abordarse en las políticas y programas para aumentar la sensibilización de los consumidores acerca de la nutrición, promover una dieta equilibrada y saludable y mejorar el bienestar alimentario.

Reducción del hambre y la pobreza en el marco de la transformación económica: la experiencia de países que han logrado reducir el hambre y la malnutrición muestra que el crecimiento económico y las políticas de reducción de la pobreza como tales no garantizan automáticamente el éxito: la fuente del crecimiento económico también importa. Un análisis que abarca varios países muestra que el aumento del PIB debido a la agricultura es, en promedio, por lo menos dos veces más beneficioso para la mitad más pobre de la población de un país que el crecimiento generado por otros sectores. Esto no es sorprendente ya que el 75% de los pobres en los países en desarrollo viven en zonas rurales y obtienen una parte importante de sus medios de vida de

la agricultura y actividades conexas. Para los países que dependen de la agricultura, en particular, el crecimiento agrícola es clave para el crecimiento y desarrollo generales así como para la reducción de la pobreza.

La base para una transformación económica lograda en muchos de los países actualmente desarrollados ha sido un sector agrícola dinámico. Este fue el precursor de la revolución industrial en Europa y los EE.UU. y más recientemente en China, Taiwán, la República de Corea, Tailandia, Viet Nam y otras economías asiáticas en rápido crecimiento. Durante estas transformaciones, la inversión en agricultura generó excedentes agrícolas, mantuvo bajos los precios reales de los alimentos y ayudó a estimular el crecimiento económico global. Paralelamente, el desarrollo económico global brindó nuevas oportunidades de empleo que ayudaron a absorber el excedente de mano de obra rural derivado de la transformación de la agricultura. En teoría, el resultado es el paso de un gran número de pequeños productores de subsistencia a una menor cantidad de productores agrícolas comerciales más grandes y a un nuevo equilibrio con menos agricultores, más empleo no agrícola y actividades agrícolas a mayor escala en general.

Las perspectivas para 2050 sugieren que muchos países en desarrollo se encaminan hacia esa transformación. El aumento de la productividad agrícola y una creciente saturación de la demanda de alimentos limitarán en última instancia la contribución potencial global de la agricultura a la generación de ingresos y delimitarán el número de medios de vida que dicho sector puede sostener. Al mismo tiempo, la integración de la producción agrícola primaria en el sistema agroindustrial favorecerá una agricultura con gran intensidad de capital y conocimientos así como a las explotaciones más grandes. Esto significa que mientras que algunos agricultores podrán ampliar sus actividades, otros tendrán serias dificultades para competir en el sector y cumplir con las normas estrictas de calidad e inocuidad de los alimentos impuestas por los elaboradores y los minoristas.

Los formuladores de políticas pueden acompañar esta transición, proporcionando estructuras incentivadoras que permitan a los agricultores adaptarse a las nuevas condiciones, permanecer en el sector y ayudar a otros a comercializar sus productos y crecer. El calendario, el ritmo y la secuenciación de las medidas para facilitar esta transición sigue siendo un desafío particular para los formuladores de políticas en todos los países.

Si bien el papel de la agricultura como motor del crecimiento global disminuiría con el tiempo paralelamente a su cuota en el PIB, la experiencia de los países que actualmente tienen ingresos medios sugiere que seguirán desempeñando un papel importante en la reducción de la pobreza y el hambre. La contribución de la agricultura a la reducción del hambre no sólo consiste en la producción de alimentos, allí donde las necesidades son más acuciantes, sino también en la creación de empleo, la generación de ingresos y el apoyo a los medios de vida rurales.

La reducción de la pobreza requiere de inversiones en una serie de ámbitos diferentes: en primer lugar, las inversiones en los sectores estrechamente vinculados al crecimiento de la productividad agrícola, tales como las infraestructuras rurales (carreteras, puertos, energía, almacenamiento y sistemas de riego); en segundo lugar, las inversiones en instituciones y el entorno más general a favor de los agricultores (investigación y servicios de extensión, sistemas de tenencia de la tierra, sistemas veterinarios y de control de la inocuidad de los alimentos, seguros y gestión de riesgos); y en tercer lugar, las inversiones fuera del ámbito agrícola para producir efectos positivos sobre el bienestar humano, en particular en redes de seguridad específicas en materia de alimentos, programas sociales y transferencias de dinero para los más necesitados.

- Industria 4.0 para la industria agroalimentaria

En los próximos años para las exigencias de un nuevo consumidor, la búsqueda de mayor competitividad y las nuevas tecnologías son algunas de las razones que están llevando a la industria agroalimentaria a pasar de un sistema de producción con componentes manuales a otro totalmente automatizado, que según Fernández (2016) se define como Industria 4.0 para la industria alimentaria.

Este concepto tiene sus orígenes en Alemania, haciendo referencia a un sistema de fabricación/producción avanzada que recoge las tendencias y tecnologías que actualmente se pueden encontrar en el mercado y permite anticiparse a las que vendrán. Fue Gartner (2015) - empresa consultora y de investigación de las tecnologías de la información- en su artículo “What Is Industrie 4.0 and What Should CIOs Do About It?” quien empezó a hacer las primeras reflexiones y a establecer las características de esta nueva revolución empresarial que está llegando a la industria agroalimentaria a nivel mundial. Se trata de unificar y hacer converger los sistemas de producción con instalaciones inteligentes, generando una sinergia digital entre la industria, los negocios y las funciones internas y procesos, todo ello interconectado y haciendo uso del Big Data como base de trabajo. Es una tendencia clara que empezó a materializarse en 2015 y que en los próximos años va a suponer un nuevo paradigma para la industria agroalimentaria a nivel mundial. Como líderes en cuanto a la puesta en marcha e implantación de este sistema, se podría identificar a Alemania, Suiza, Irlanda, Italia y Portugal.

La cuarta revolución industrial es una nueva forma de entender la industria y su relación con el mercado, el consumidor, el proveedor, los sistemas de producción, la tecnología, entre otros. Donde todo está interconectado y se puede llegar a establecer una nueva época industrial en la que la industria agroalimentaria puede tener un gran peso y relevancia, dadas sus características y las interrelaciones creadas con los consumidores, cada vez más exigentes, críticos, exclusivos y

demandantes de productos personalizados y basados en sus necesidades cotidianas o estilo de vida. Esta revolución industrial tiene como características fundamentales:

- a) Sistemas ciber-físicos que flexibilicen la cadena de valor.
- b) Robots inteligentes y máquinas capaces de interactuar de forma inteligente.
- c) Big Data. Grandes volúmenes de información se van a generar (duplicándose cada 1 o 2 años) y tienen que ser capaces de gestionarlos e interpretarlos.
- d) Crowdsourcing, para la captación de inversión o nuevos proyectos.
- e) Movilidad, aplicada a todo aquello que pueda ser gestionado y manipulado de forma externa.
- f) Energía eficiente y descentralizada, debido al cambio climático y a la escasez de recursos.
- g) Industrialización virtual, que permitirá realizar simulaciones y testeos de nuevas plantas de producción o nuevos productos en un tiempo muy reducido.
- h) Factorías 4.0, que representarán la máxima conectividad para fabricar “cosas” y permitirán realizar personalización de productos utilizando sensores, impresoras 3D o robots inteligentes.

En el momento de la aplicación, los beneficios serán importantes y suponen una gran oportunidad para las industrias. Todas las partes de la cadena podrán interactuar a tiempo real, con una transmisión de datos que permita la toma de decisiones de forma inmediata, lo cual podrá generar grandes beneficios en la relación empresa-proveedor-distribuidor-mercado. Básicamente se trata de transformar un sistema que actualmente tiene componentes muy manuales, a un sistema totalmente automatizado que permita la gestión documental y de procedimientos de forma inmediata. Entre otros los beneficios se podrían referir a la trazabilidad, gestión de producciones, planificación de suministros con los proveedores a tiempo real, fabricación de productos totalmente personalizados, mejora de la planificación y gestión de la producción, todo ello encaminado a la optimización de costes e incremento de la productividad y rentabilidad de las empresas.

Lo anterior, implica una serie de cambios que deben realizarse a la industria agroalimentaria actual donde prácticamente el 90% del sector es meramente tradicional, pequeñas empresas y con operaciones todavía muy manuales. Para iniciar un cambio o un proceso de adaptación, se necesita que esté asociado a un cambio de mentalidad, tanto si se quiere que la empresa esté adaptada a las tendencias y a las realidades de futuro que están llegando, como si se desea que los procesos innovadores den como resultado un nuevo modelo de negocio que haga cambiar de la tienda física a la tienda online o la virtualización de los sistemas y procesos.

- Situación del Sector Agroalimentario en México

El campo es un sector estratégico, dado su potencial para reducir la pobreza e incidir sobre el desarrollo regional. De cara al siglo XXI, el sector agrícola presenta muchas oportunidades para fortalecerse. Se requiere impulsar una estrategia para construir el nuevo rostro del campo y del sector agroalimentario, con un enfoque de productividad, rentabilidad y competitividad, que también sea incluyente e incorpore el manejo sustentable de los recursos naturales.

La tierra cultivable como factor estratégico de producción en México, asciende a alrededor de 30 millones de hectáreas, que representan el 15% de su superficie total (INEGI, 2007). Anualmente se cultivan en promedio, cerca de 20 millones de hectáreas que representan 70% de la superficie agrícola, con un rango de variación anual de 60 a 85%.

Para el período 2006-2011, la superficie total cosechada promedio fue de 19.6 millones de hectáreas, de las cuales, 28% corresponden a la modalidad de riego y 72% a la modalidad de temporal. La superficie cosechada bajo riego es menor que la de temporal; sin embargo, la productividad bajo riego (expresada en \$/ha) es 344% mayor que la de temporal. Por ello, las zonas de riego contribuyen con 58% y las zonas de temporal con 42% del valor total de la producción cosechada (Ojeda et al., 2013).

La agricultura de riego ha sido un factor importante para el desarrollo del país. México ocupa el sexto lugar mundial en superficie agrícola con infraestructura para riego, estimada en 6.5 millones de hectáreas (CONAGUA, 2010). Sin embargo, desde la década de los setenta, únicamente se cultivan en promedio 5 millones de hectáreas, que incluye la superficie que se cultiva más de una vez por año con cultivos anuales. El porcentaje promedio de segundos cultivos en los últimos 20 años es del orden de 11% de la superficie física de riego anual cultivada, por lo que la superficie física anual promedio cultivada bajo riego es del orden de 4.4 millones de hectáreas, que representa 68% de la superficie agrícola con infraestructura de riego (Ojeda et al., 2013).

Según el reporte del INEGI, de octubre 2014, el sector agropecuario mexicano en el año 2013 tuvo una participación promedio de 3.1% en el Producto Interno Bruto (PIB), equivalente a 409 091 millones de pesos, y en los tres primeros trimestres del 2014 como promedio, disminuyó sensiblemente en 0.1%. La agricultura se realiza en 5 548 845 unidades de producción agropecuaria con una superficie aproximada de 112 743 247 hectáreas distribuida en todo el territorio nacional bajo una diversidad de condiciones ambientales y niveles tecnológicos (INEGI, 2007).

La agricultura proporciona empleo a alrededor de 13% de la fuerza de trabajo, lo que representa unos 3.3 millones de agricultores y 4.6 millones de trabajadores asalariados y familiares no remunerados. De mayor relevancia aún para el desarrollo territorial es el hecho de que aproximadamente 24% de la población total vive en las zonas rurales (OCDE, 2011)

En 2012, de acuerdo con la medición más reciente de la pobreza, en el ámbito rural el 61.6% de la población vivía en condiciones de pobreza (62.7% de las mujeres y 60.8% de los hombres), 21.5% en situación de pobreza extrema (22.1% de las mujeres y 21% de los hombres) y 40.1% en situación de pobreza moderada (40.6% de las mujeres y 39.8% de los hombres), niveles muy por encima de los valores registrado en el medio urbano donde la pobreza alcanzaba al 40.6% de la población (6.3% en pobreza extrema y 34.3% en pobreza moderada). El medio rural se caracteriza por tener bajos niveles de desarrollo humano y una casi nula capitalización social y productiva, lo que ha impedido a esta población aumentar su productividad y su ingreso. (CONEVAL, 2013).

Durante 2012 la población ocupada en actividades primarias fue alrededor de 6.7 millones de personas, 769 mil mujeres y 5 millones 946 mil hombres. Específicamente en la agricultura fue aproximadamente de 656 mil mujeres y 5 millones 945 mil hombres. (CONEVAL, 2013)

Más de la cuarta parte de las unidades de producción (27.2%) está dirigida por productores sin algún grado de instrucción oficial y una de cada tres unidades se caracteriza por el nivel básico de escolaridad (preprimaria, primaria y secundaria) de sus productores y una de cada cien, por el de estudios superiores.

Los retos en el sector agroalimentario son considerables según se señala en el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018 (Cuadro 2) (SAGARPA, 2013). En primer lugar, la capitalización del sector debe ser fortalecida. La falta de inversión en equipamiento e infraestructura limita la incorporación de nuevas tecnologías, imponiendo un freno a la productividad. Para incrementar la productividad del campo, se debe mejorar la organización y la escala productiva de los minifundios. Cerca del 80% de los productores agrícolas poseen predios menores a 5 hectáreas. En segundo lugar, la oportunidad y costo del financiamiento deben mejorar. Por un lado, sólo el 6% de las unidades de producción agropecuaria tiene acceso al crédito institucional. Además, existen fuertes disparidades en la productividad de las unidades de producción. El segmento comercial es altamente competitivo, mientras que más del 70% de las unidades económicas rurales es de subsistencia o autoconsumo.

Un tercer reto radica en fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. Para reactivar el campo mexicano se necesita impulsar la adopción de tecnologías modernas que permita elevar la productividad. La capacidad instalada de investigación no se aplica plenamente para resolver las demandas de los productores. El campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, y una elevada dependencia externa de insumos estratégicos como los fertilizantes. Esta situación afecta el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos. Finalmente, se debe fomentar un desarrollo regional más equilibrado. Existe un desarrollo desigual entre las entidades federativas del norte y del centro del país respecto a las del sureste, que se refleja en diferencias importantes en el nivel de productividad de los cultivos. Asimismo, es necesario propiciar la existencia de un marco institucional adecuado a los requerimientos del sector. Debe realizarse una evaluación y revisión de los programas existentes

para que la política de fomento agroalimentario transite desde los subsidios a los incentivos hasta la productividad, sea incluyente focalizando la población objetivo y cuente con un marco normativo así como reglas de operación claras y sencillas.

Por otra parte, el país tiene una base sólida de capital humano altamente especializado dedicado a los temas de innovación, investigación, desarrollo tecnológico y educación del sector agroalimentario. Esto constituye la punta de lanza para transformar y llevar al máximo el potencial productivo del campo mexicano. Sin embargo, se observa un bajo efecto de la investigación y desarrollo tecnológico en la productividad por su escasa aplicación a los procesos productivos.

Por todo lo anterior, la atención decidida e integral al desarrollo planificado del sector rural y del campo mexicano, mediante inversión, crédito oportuno, seguros, educación y capacitación, investigación y transferencia oportuna de los avances científicos y tecnológicos, debe ser una prioridad de interés y seguridad nacional, ya que el campo es la principal fuente para: la producción de alimentos, materias primas y otros productos, a fin de satisfacer las crecientes necesidades de la población del país.

Cuadro 2. Problemáticas y Retos del campo mexicano.

Aspectos	Problemática	Retos o Desafíos
Productividad estancada	Entre 2000 y 2005 se presentó una disminución en la productividad, para después estancarse hasta 2012 en alrededor de 60 mil pesos anuales por persona ocupada.	Elevar la productividad, lo que implica enfrentar los obstáculos al crecimiento con una estrategia integral y teniendo claro que el objetivo es cambiar el rostro del campo con una nueva visión de productividad y seguridad alimentaria.
Campo bipolar	En el campo mexicano existe un segmento comercial altamente competitivo con empresas que generan divisas por más de 20 mil millones de dólares anuales. En contraste, la gran mayoría de las unidades económicas rurales son de subsistencia o autoconsumo y no necesariamente alcanzan la producción mínima para la nutrición.	Sustentar y potenciar la competitividad de las empresas agroalimentarias, cuidando al mismo tiempo elevar la productividad de las unidades de baja escala.
El minifundio y la baja escala productiva	Cerca del 80% de quienes producen en el campo poseen predios menores a cinco hectáreas, lo que implica que no cuentan	Elevar la productividad, con modelos de asociatividad (clúster) que le den escala productiva al minifundio y

	con escala productiva y que además presenten problemas de organización que limitan en gran medida su productividad y competitividad.	permitan integrarlos a la cadena productiva.
El agua y el riego	Los principales problemas del agua son la sobreexplotación de acuíferos, baja eficiencia en su uso, contaminación excesiva, incremento de la demanda y disminución de las fuentes de abastecimiento.	Mejorar y aprovechar racionalmente el agua a través de sistemas de riego con tecnologías cada vez más avanzadas, así como aumentar la superficie bajo riego.
Pobreza rural	La población del sector rural de México es particularmente vulnerable ya que presenta ingresos bajos y estacionales, ausencia de un salario fijo, altos riesgos de salud, rezago educativo, envejecimiento y exposición a riesgos naturales.	Impulsar el desarrollo de programas y proyectos viables con alto impacto social, que estimulen las capacidades productivas y creativas de las mujeres y los hombres del campo permitiendo así sumar esfuerzos en favor de quienes enfrentan pobreza extrema y carencia alimentaria severa.
Financiamiento escaso y caro	Únicamente el 1.5% del financiamiento total de la economía se canaliza al sector rural.	Desarrollar un sistema financiero integral agropecuario y pesquero basado en las nuevas atribuciones que la reforma financiera le asigna a la banca de desarrollo.
Vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado	El ingreso y el bienestar de los productores tras la siembra, captura o cría, puede verse mermado tras una contingencia climatológica o a causa de la volatilidad de los precios de mercado, aun cuando el proceso productivo haya sido eficiente bajo un esquema tecnológico de vanguardia.	Consolidar un sistema de administración de riesgos que otorguen mayor certidumbre a la actividad agroalimentaria.
Desequilibrio en el desarrollo regional	Existe un desarrollo desigual entre los estados del norte, el centro, y los del sureste del país, que se refleja en diferencias importantes en tasas de crecimiento del PIB primario. Entre 2004 y 2010 el PIB de las actividades primarias creció 2.5% en el norte, 1.3% en el centro y 0.1% en el sur.	Lograr el equilibrio armónico entre regiones, a través de consolidar la alta productividad alcanzada en las zonas desarrolladas, e impulsar un incremento sustancial en las áreas de menor desarrollo relativo.
Degradación de los recursos naturales	En la actualidad las zonas rurales de México presentan problemas de	Promover un adecuado balance entre el desarrollo de las actividades que

	degradación ambiental ocasionados por los sistemas de producción pesquera, acuícola, ganadera y agrícola, los cuales se desarrollan de manera no sustentable e impactan negativamente en los recursos que se utilizan.	contribuyen al crecimiento económico y la sustentabilidad de los recursos naturales, con la finalidad de garantizar su disponibilidad para las futuras generaciones.
Marco jurídico-institucional	La aplicación de políticas públicas en el sector agroalimentario ha sido poco efectiva, caracterizada por programas desarticulados; una coordinación intra e interinstitucional deficiente y con reglas de operación complejas y poco claras	Actualizar el sistema normativo, crear un código alimentario sencillo y accesible y una Secretaría con un modelo organizacional inteligente, ágil, flexible y transparente.

Fuente: Elaboración propia con información de SAGARPA (2013).

Estas tendencias y políticas, vinculadas al sector agropecuario y productivo en general, determinan las posibles características del empleo y del trabajo, de la población económicamente activa en general, y de los egresados de las Instituciones de Educación Superior, en particular, a saber:

- Contracción del empleo en el sector público y crecimiento relativo en el sector privado.
- Disminución de las oportunidades de empleo en grandes empresas.
- Aumento de oportunidades en el empleo no estructurado y de la economía informal.
- Ritmo creciente de cambio en la estructura de puestos y la exigencia de una mayor cualificación en cualquier ocupación.
- Pérdida de estabilidad y seguridad en el trabajo y creciente “información” en las relaciones entre empleador y empleado.
- Tendencia a la racionalización y disminución de los puestos que requieren bajos niveles de educación.
- Demanda creciente de conocimientos de informática, idiomas extranjeros y capacidad para el manejo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.
- Aumento de las funciones laborales que exigen altos niveles de conocimiento en diversas esferas.

- Características del Campo Mexicano en los Primeros Años del Siglo XXI

Un análisis FODA realizado por Villa (2011) sobre el campo mexicano, en lo referente al factor capital humano y tecnología, revela lo siguiente:

Fortalezas

- ✓ En el medio rural viven 23 millones de mexicanos.

- ✓ El país cuenta con instituciones y centros de investigación y enseñanza agrícola de prestigio y con amplia experiencia.
- ✓ Enorme conocimiento tradicional de los productores del campo.
- ✓ Riqueza étnica-cultural.

Debilidades

- ✓ La productividad laboral en México es de aproximadamente un tercio, con relación al valor promedio en los países que pertenecen a la OCDE.
- ✓ Dispersión poblacional con una fuerte tendencia a la urbanización.
- ✓ Es notorio el progresivo envejecimiento de los productores rurales.
- ✓ Migración creciente y desorganizada.
- ✓ Limitado acceso a los servicios que generan bienestar y calidad de vida.
- ✓ Los salarios en el sector rural son los más bajos y los que menos crecen.
- ✓ El área de investigación y desarrollo tecnológico está muy abandonada y sufre continuos recortes presupuestales.
- ✓ Sistema de extensión y capacitación ineficiente y desarticulado.
- ✓ Escaso presupuesto destinado a la investigación agropecuaria.
- ✓ Alto grado de desvinculación entre instituciones de formación educativa, investigación, extensión y capacitación con las organizaciones de productores y empresas del sector agropecuario y agroindustrial.
- ✓ Pérdida paulatina del conocimiento tradicional a través del tiempo.
- ✓ Reducido apoyo a los pueblos y comunidades indígenas.
- ✓ Marginación de los grupos étnicos del país.

Entre los aspectos que se perfilan como inminentes para el presente siglo, relacionados con la práctica agrícola, pueden citarse los siguientes:

- ✓ Incremento de la población, con el consiguiente aumento de la demanda de alimentos, agua y de otras materias primas, como los combustibles.
- ✓ Deterioro del medio ambiente como consecuencia de las diversas actividades antrópicas planteadas en la explotación de recursos.
- ✓ Pérdida paulatina de la biodiversidad, tanto a nivel de especies silvestres/salvajes, como de especies cultivadas/domesticadas. Actualmente, se considera que con sólo 30 especies de plantas cultivadas se obtiene el 90 % de los alimentos del Planeta.
- ✓ Abandono de las zonas rurales y concentración de la población en núcleos urbanos, con todos los problemas que puede conllevar la creación de servicios viales, sanitarios, etc., en las grandes ciudades. Por otra parte, áreas rurales donde se ha practicado ancestralmente la Agricultura se ven abandonadas, desprotegidas, etc.

- ✓ El crecimiento desmedido de las ciudades, que se amplían para albergar cada vez a una mayor población, provoca una agresión continua y de todo tipo al espacio rural y contribuye a hacer desaparecer zonas agrícolas tradicionales, algunas de ellas de elevada productividad, como las huertas en torno a las grandes urbes.
- ✓ La despoblación de los núcleos rurales trae consigo que avancen fenómenos muy negativos como la erosión, la desertificación, etc., y que en algunos casos disminuya la productividad agraria.
- ✓ La demanda de materiales diversos, sobre todo para usos urbanos (madera, papel, combustibles, etc.), puede favorecer la deforestación de las zonas arboladas.
- ✓ La limitación del agua como recurso agrícola, no solamente desde el punto de vista de su disponibilidad, sino también por el deterioro de su calidad por salinidad, contaminación, etc., y por la competitividad que sobre ella se desarrolla en relación con su uso para fines urbanos o industriales.
- ✓ La expansión del regadío con aguas de baja calidad agronómica, el exceso de fertilización y el manejo defectuoso del riego son factores, junto con otros, que pueden incidir en el incremento de los problemas de salinidad de los terrenos de cultivo.
- ✓ El hipotético y progresivo calentamiento de la corteza terrestre a causa principalmente de las emanaciones crecientes de CO₂, se piensa que puede causar además, variaciones en los regímenes pluviométricos, particularmente desfavorables en regiones áridas o semiáridas.
- ✓ La cultura urbana al modo occidental, imprime uniformidad en el consumo, lo que unido al gran esfuerzo realizado por la Mejora Genética y el que se realizará a través de las Biotecnologías, en gran medida controlado por empresas transnacionales, puede crear en los países menos desarrollados unas condiciones adicionales de dependencia muy graves y una pérdida real o controlada de la biodiversidad.

Los aspectos anteriores indican que en el siglo XXI es necesario un cambio de paradigma en la agricultura mediante una transformación de los esquemas tradicionales a esquemas innovadores que integre la “bio”, “nano” e “info” tecnología en la producción de alimentos con calidad, que garantice la seguridad alimentaria, que sean amigables con el medio ambiente y procurando el mejoramiento de las condiciones de vida en el medio rural. Para ello, la Universidad como rectora de la educación agrícola en México, tiene que jugar un papel fundamental en la investigación, transferencia de tecnologías y puesta en marcha de carreras para formar ingenieros en estas nuevas tecnologías con pertinencia social.

b. Demanda social

La demanda potencial para el ingreso de futuros ingenieros(as) mecatrónicos(as) agrícolas se encuentra ubicada sobre todo en la UACH. El ingreso a la Universidad para los niveles de

preparatoria y propedéutico estuvo representado en 2015 por 28,693 aspirantes de 32 entidades de la República Mexicana. De los cuales 17,791 presentaron el examen de admisión, y 2,303 fueron seleccionados (UACH, 2016b). En el Cuadro 3 se muestra el ingreso y egreso de Preparatoria Agrícola de la UACH desde 1998 hasta 2015.

Cuadro 3. Ingreso y egreso a Preparatoria Agrícola por generaciones.

Generación	Nuevo Ing.	Reingreso	Inscripción Total	Bajas	Egreso Normal	Efi.Term. Normal	Egreso +1	Egreso 2 o >	Egre. Rezag. Ciclos Ant.	Egreso Acumulado	Efi. Term. Acumulada	Baja Temporal	Alumno Vigente
1998-2001	894	25	919	408	448	50.11	55	5	3	511	55.6	0	0
1999-2002	952	14	966	465	450	47.27	47	4	0	501	51.86	0	0
2000-2003	1,044	59	1,103	476	564	54.02	58	4	1	627	56.84	0	0
2001-2004	1,142	34	1,176	520	582	50.96	66	7	1	656	55.78	0	0
2002-2005	1,080	19	1,099	491	546	50.56	53	8	1	608	55.32	0	0
2003-2006	1,061	24	1,085	453	571	53.82	54	7	0	632	58.25	0	0
2004-2007	1,040	36	1,076	512	487	46.83	60	15	2	564	52.42	0	0
2005-2008	1,049	35	1,084	471	554	52.81	55	0	4	613	56.55	0	0
2006-2009	1,098	48	1,146	526	584	53.19	28	6	2	620	54.1	0	0
2007-2010	1,090	40	1,130	538	533	48.9	50	8	1	592	52.39	0	0
2008-2011	1,078	43	1,121	499	546	50.65	62	12	1	621	55.4	0	1
2009-2012	1,122	55	1,177	581	518	46.17	66	6	5	595	50.55	1	0
2010-2013	1,121	7	1,128	469	590	52.63	54	11	1	656	58.16	0	3
2011-2014	1,232	65	1,297	563	633	51.38	79	0	0	712	54.9	11	11
2012-2015	1,240	64	1,304	548	600	48.39	0	0	5	605	46.4	42	109

Fuente: UACH (2016a)

Otra manera de ingresar a la UACH y poder optar por una licenciatura en esta institución es el nivel Propedéutico. El ingreso y egreso de este nivel desde 1998 hasta 2016 se muestra en el Cuadro 4.

El ingreso a la Universidad para los niveles de preparatoria y propedéutico, en el año 2015, para los 32 entidades de la República Mexicana se muestra en el Cuadro 5, observándose que la demanda de estudiante se concentró en los Estados siguientes: México, Oaxaca, Veracruz Puebla, Chiapas, constituyendo aproximadamente el 70% del total de la matrícula. Los datos reportan que hay mayor cantidad de aspirantes de propedéutico que solicitan ingreso y que presentan examen, no obstante representa el 71% del ingreso, respecto a la matrícula de primer año de Preparatoria Agrícola.

Un análisis de los Cuadros 3 al 5 muestra que en la última década la tendencia es al incremento en el ingreso de alumnos a la preparatoria agrícola y propedéutico, de los cuales egresan más del 50%. Lo anterior, garantiza que exista una demanda para realizar estudios de licenciatura en la UACH.

Cuadro 4. Ingreso y egreso por generaciones a Propedéutico de la UACH.

Generación	Nuevo Ing.	Reingreso	Inscripción Total	Bajas	Egreso Normal	Efi.Term. Normal	Egreso +1	Egreso 2 o >	Egreso Acumulado	Efi. Term. Acumulada	Baja Temporal	Alumno Vigente
1998-1999	440	11	451	92	350	79.55	9		359	79.6	0	0
1999-2000	467	17	484	96	380	81.37	8		388	80.17	0	0
2000-2001	481	9	490	87	389	80.87	14		403	82.24	0	0
2001-2002	494	22	516	96	410	83	10		420	81.4	0	0
2002-2003	427	19	446	106	331	77.52	9		340	76.23	0	0
2003-2004	474	12	486	109	368	77.64	9		377	77.57	0	0
2004-2005	522	16	538	152	357	68.39	29		386	71.75	0	0
2005-2006	542	24	566	154	390	71.96	22		412	72.79	0	0
2006-2007	615	15	630	186	427	69.43	17		444	70.48	0	0
2007-2008	585	29	614	187	411	70.26	15		426	69.38	1	0
2008-2009	671	15	686	151	520	77.5	15		535	77.99	0	0
2009-2010	774	25	799	181	596	77	22		618	77.35	0	0
2010-2011	899	13	912	184	696	77.42	32		728	79.82	0	0
2011-2012	946	26	972	218	731	77.27	19		750	77.16	0	4
2012-2013	926	34	960	205	730	78.83	23		753	78.44	0	2
2013-2014	888	108	996	239	721	81.19	27		748	75.1	4	5
2014-2015	902	27	929	147	701	77.72	0		701	75.46	59	22
2015-2016	953	49	1,002	61	0	0	0		0	0	69	872

Fuente: UACH (2016a).

Cuadro 5. Distribución de la demanda nacional de estudios a la UACH en 2015.

	ESTADO	ASPIRANTES		EXAMINADOS		INSCRITOS	
		PREPA	PROPE	PREPA	PROPE	PREPA	PROPE
1	AGUASCALIENTES	31	53	8	23	2	7
2	BAJA CALIFORNIA	50	192	22	105	8	14
3	BAJA CALIFORNIA SUR	1	2	1	1	1	0
4	CAMPECHE	53	121	33	65	10	12
5	CHIAPAS	755	1312	453	770	66	70
6	CHIHUAHUA	52	88	25	56	8	10
7	COAHUILA	31	45	17	21	5	4
8	COLIMA	9	18	7	11	2	5
9	DISTRITO FEDERAL	187	513	115	230	18	19

10	DURANGO	151	390	93	224	44	23
11	GUANAJUATO	269	574	163	338	25	30
12	GUERRERO	502	924	286	480	58	52
13	HIDALGO	445	727	297	465	52	31
14	JALISCO	111	146	44	91	12	12
15	MÉXICO	4145	4516	2845	2627	340	143
16	MICHOACÁN	120	351	66	211	19	18
17	MORELOS	262	413	137	270	18	16
18	NAYARIT	75	63	47	31	23	8
19	NUEVO LEÓN	3	6	1	4	1	1
20	OAXACA	2114	2328	1223	1371	310	163
21	PUEBLA	1077	1572	640	974	128	103
22	QUERÉTARO	93	193	57	106	17	15
23	QUINTANA ROO	25	55	15	36	4	5
24	SAN LUIS POTOSÍ	83	201	53	121	22	14
25	SINALOA	11	51	7	23	2	6
26	SONORA	7	36	2	20	2	4
27	TABASCO	37	88	22	40	5	5
28	TAMAULIPAS	27	46	20	21	10	8
29	TLAXCALA	139	223	104	146	14	9
30	VERACRUZ	730	1426	470	866	111	131
31	YUCATÁN	20	88	12	49	3	8
32	ZACATECAS	80	237	37	98	11	7
	NO REGISTRÓ			463	112		
TOTAL		11695	16998	7785	10006	1350	953

Fuente: UACH (2016b).

Además existe una creciente necesidad en la industria, en México y en el ámbito mundial, para incorporar profesionales que se adapten a los acelerados cambios tecnológicos, así como de investigadores que desarrollen las nuevas tendencias tecnológicas. Por tanto, en esta época la mecatrónica es una de las ramas de la ingeniería que, dado su carácter multidisciplinario, está colocándose como la profesión idónea para la actual generación de jóvenes estudiantes dinámicos y emprendedores.

c. Estudio de mercado laboral del servidor potencial

El mercado laboral es uno de los indicadores fundamentales en el diseño y puesta en marcha de un proyecto educativo. Con la finalidad de conocer si es necesario incorporar la licenciatura Ingeniería Mecatrónica Agrícola y las principales áreas de oportunidad para los egresados de la misma, se llevó a cabo una encuesta con 17 reactivos con preguntas abiertas y cerradas a empresarios fabricantes de maquinaria agrícola, funcionarios gubernamentales, asesores técnicos y empresarios distribuidores de maquinaria agrícola, con un tamaño de muestra de 56 actores. Los datos fueron tomados con participantes de diferentes estados del país: México, Puebla, Chiapas, Querétaro, Jalisco, Nuevo León, Guanajuato, Hidalgo, Oaxaca, Coahuila, Durango, Michoacán y Sonora. El tamaño de muestra se indica en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Tipos de personas entrevistadas relacionadas con el sector de la Ingeniería Agrícola.

Indicador	Asesores técnicos	Funcionarios gubernamentales	Fabricantes de maquinaria agrícola	Empresarios distribuidores de maquinaria agrícola	TOTAL
Cantidad	35	4	5	12	56
%	62.5	7.1	8.9	21.5	100

Fuente: Elaboración propia

Los entrevistados consideraron que es pertinente implementar una licenciatura en Mecatrónica Agrícola ya que no existe ninguna a nivel de país y que los fabricantes, debido a exigencias de grandes empresas como Case-New Holand (CNH), Massey Ferguson (MF) y John Deere (JD), incluyendo a McCormick, entre otras, están obligados por exigencias internacionales y de su propia empresa a introducir las más recientes tecnologías a sus tractores y maquinaria agrícola para cumplir con estándares internacionales y nacionales en cuanto a eficiencia energética y contaminación ambiental. México es productor de tractores y maquinaria que exporta a EE.UU., Europa y América Central y del Sur, principalmente, además del consumo interno de México.

Las cinco primeras preguntas y sus respuestas por categoría de los encuestados aparecen en el Cuadro 7. El análisis de este cuadro permite realizar las siguientes consideraciones:

El 40% de la muestra encuestada está constituida por fabricantes y distribuidores de maquinaria agrícola lo que representa un elevado nivel de significatividad, pues son los que deciden introducir las nuevas tecnologías en el campo agrícola de México, incluso exportándola a otros países. Por otra parte, el 55% representan a los asesores técnicos que son profesionales con grado académico de licenciatura o maestría, relacionados con la ingeniería y que están capacitando, supervisando los servicios técnicos y tecnológicos en el campo o asesorando a los productores agropecuarios en la venta y adquisición de nuevas tecnologías.

Cuadro 7. Preguntas y respuestas por categoría de encuestados. (Número: Cantidad, (): Por ciento).

Asesores técnicos		Funcionarios gubernamentales		Fabricantes de maquinaria agrícola		Empresarios distribuidores de maquinaria agrícola		TOTAL	
31 (55)		3 (5)		10 (18)		12(22)		56 (100)	
1. ¿Considera necesario crear una carrera para formar profesionales en Ingeniería en Mecatrónica Agrícola, los cuales saldrán capacitados para diseñar, implementar, operar y mantener soluciones mecánicas en los procesos de producción agrícola y de manufactura de maquinaria?									
SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)
29	2	3	0	10	0	10	2	52	4
(52)	(3.5)	(5)	(0)	(18)	(0)	(18)	(3.5)	(93)	(7)
2. ¿Considera que existe demanda actual y a futuro para este Ingeniero Mecatrónico Agrícola?									
SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)
28	3	3	0	9	1	11	1	51	5
(50)	(5)	(5)	(0)	(16)	(2)	(20)	(2)	(91)	(9)
3. ¿Cuántos profesionales de este tipo estima usted que se requieran anualmente por el mercado de trabajo a nivel nacional?									
Menos de 50									
2 (3.5)		2 (3.5)		4 (7)		2 (3.5)		10 (18)	
Entre 50 y 100									
3 (5)		6 (10)		15 (27)		8 (15)		32 (57)	
Más de 100									
0		0		8 (14)		6 (11)		14 (25)	

4. ¿Cree usted que este nuevo profesional competirá con los ingenieros agrícolas, ingenieros mecánicos agrícolas, ingenieros agrónomos, o que tiene un campo de trabajo diferente y, por tanto, no compite?									
SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)
31	0	3	0	5	5	5	7	44	12
(55)	(0)	(5)	(0)	(9)	(9)	(9)	(12)	(79)	(21)
5. ¿Aceptaría en su empresa o institución algún estudiante, con una formación en Ingeniería en Mecatrónica Agrícola, para realizar el servicio social o prácticas profesionales?									
SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)	SI (%)	NO (%)
31	0	3	0	8	2	10	2	52	4
(55)	(0)	(5)	(0)	(14)	(3.5)	(18)	(3.5)	(93)	(7)

Fuente: Elaboración propia

El 93% de los encuestados consideraron que si era pertinente formar profesionales a nivel licenciatura en Ingeniería Mecatrónica Agrícola. El 91% consideraron que si existe demanda actual y a futuro de este profesional. En relación a la necesidad anual en el país, el 57% opinaron que estaba entre 50 y 100 profesionales a nivel nacional, el 25% opinaron que las necesidades eran más de 100 y el 18% opinaron que se necesitaban menos de 50 ingenieros a nivel nacional.

Al analizar la posibilidad de que este Ingeniero Mecatrónico Agrícola compita en el mercado laboral con los Ingenieros Agrícolas o Ingenieros Agrónomos que se forman en otras instituciones del país y con los propios Ingenieros Mecánicos Agrícolas formados en la UACH, el 79% manifestaron que podía existir competencia, mientras que el resto 21% no observan que deba existir competencia, por tener perfiles de egreso diferentes (muchas competencias son diferentes, incluyendo las asignaturas de las mallas curriculares respectivas).

La pregunta relacionada con la aceptación de estudiantes de esta ingeniería para realizar estancias preprofesionales y viajes de estudio en sus empresas, los resultados fueron: el 93% de los encuestados respondió de manera positiva, lo cual es una oportunidad para formar profesionistas en contacto con los problemas prácticos, contextualizados y significativos de su perfil de egreso; el resto 7% consideró que podían no ser aceptados en su empresa.

Para precisar el perfil del profesional (de egreso) requerido por el futuro Ingeniero Mecatrónico Agrícola se solicitó valorar 9 propuestas de competencias profesionales, previamente elaboradas

por la comisión para la elaboración de este plan de estudio. La pregunta y sus respuestas aparecen en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Valoración de las competencias profesionales propuestas, por los encuestados.

6. De acuerdo con su experiencia, valore en una escala del 1 al 3 la importancia de cada una de las posibles competencias profesionales que debe desarrollar un Ingeniero en Mecatrónica Agrícola. Donde: 1 - poco importante para su desempeño, 2 - medianamente importante y 3 - muy importante durante su desempeño.				
COMPETENCIA PROFESIONAL	CALIFICACIÓN			
	3	2	1	Vacía
a) Aplica los conocimientos de la electrónica, la automatización, la informática y los sistemas mecánicos para resolver problemas ingenieriles en la agricultura y la industria	50	5	1	0
b) Desarrolla su práctica profesional con una visión crítica y prospectiva del proceso de evolución tecnológica, aplicando los principios y las técnicas fundamentales de la ingeniería mecatrónica, en búsqueda del bienestar de la sociedad, con actitud de mejora continua y actualización permanente.	38	16	2	0
c) Diagnostica, evalúa, diseña y opera sistemas mecatrónicos en los diferentes procesos de la producción agrícola.	43	10	1	2
d) Diseña e implementa sistemas de información y software de computación en la solución de problemas relacionados con la agricultura y la industria.	25	23	6	2
e) Modela, simula e interpreta el comportamiento de diferentes sistemas mecatrónicos para solucionar problemas reales de la agricultura y la agroindustria.	27	23	2	4
f) Desarrolla, aplica y transfiere ciencia y tecnología para la automatización avanzada de la agricultura y la industria.	41	11	4	0
g) Es creativo e innovador en la solución de problemas relacionados con los sistemas mecatrónicos, utilizados en los procesos de producción agropecuarios, agroindustriales, industriales y de servicios relacionados con estos sectores.	45	9	2	0
h) Elabora, ejecuta y evalúa proyectos multidisciplinarios de modernización y automatización inteligente de procesos y sistemas agropecuarios, agroindustriales e industriales.	39	15	2	0
i) Aplica las herramientas de manufactura avanzada para la obtención de productos, con el apoyo de tecnologías de Control Numérico Computarizado (CNC), el Diseño, la Manufactura y la Ingeniería Asistida por Computadora (CAD, CAM y CAE, respectivamente), incluyendo el Sistema Integrado de Manufactura (SIM) y el Sistema Flexible de Manufactura (FMS), considerando la ética profesional, el cuidado del medio ambiente y la responsabilidad social.	37	14	5	0

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se muestran el peso específico de la valoración de cada competencia propuesta. Se observa que las competencias que más valoran para el Ingeniero Mecatrónico Agrícola son: a), g), c), y f) con más de 40 marcaciones de “ampliamente” (71%) de los 56 encuestados (Cuadro 8). Las competencias propuestas que menor cantidad de marcaciones con “ampliamente” son: d) y e), pero al mismo tiempo son las que más marcaciones poseen con “medianamente”.

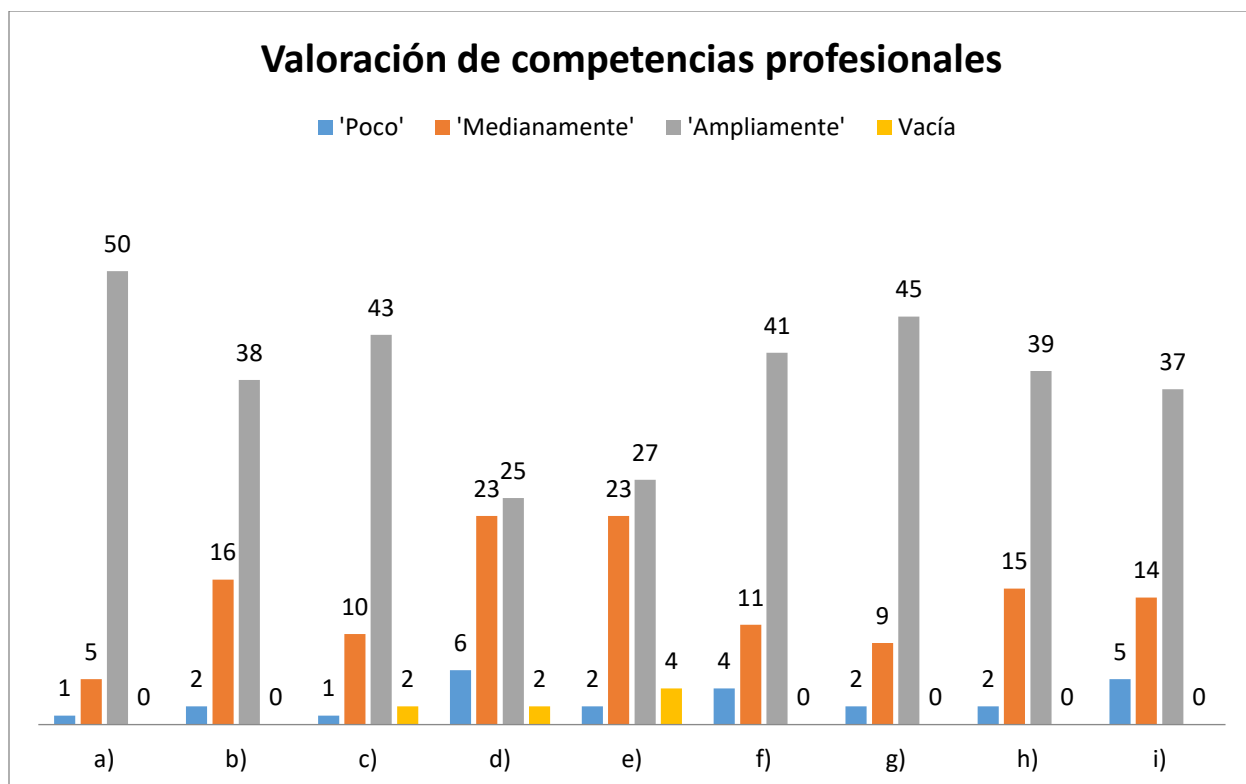


Figura 6. Valoración de competencias profesionales por encuestados.

Fuente: Elaboración propia.

d. Avances científico y tecnológicos

El mundo contemporáneo está caracterizado por la vertiginosa evolución tecnológica, la globalización, la competencia y el papel central del conocimiento, hoy en día se enfrenta serios desafíos vinculados con la estabilidad financiera, las crisis económicas, la gran concentración de la riqueza, la pobreza extrema, el deterioro ambiental, la sobrepoblación en las grandes ciudades, el desempleo, la migración, la inseguridad y los conflictos bélicos.

Ante estos retos, la ingeniería, por ser una actividad orientada a la satisfacción de las aspiraciones y necesidades de los seres humanos, ofrece variados instrumentos para enfrentarlos con éxito a nivel mundial, nacional y regional.

En un contexto globalizado, las áreas de especialización de la ingeniería se han diversificado, la participación en campos emergentes como la nanotecnología, la microelectrónica, la inteligencia artificial, la biomedicina, los nuevos materiales, la ingeniería de los sistemas complejos, la ingeniería genética y la biotecnología representan en la actualidad áreas de oportunidad para los planes y programas de estudio.

“En cierto sentido, la educación se ve obligada a proporcionar las cartas náuticas de un mundo complejo y en perpetua agitación y, al mismo tiempo, la brújula para poder navegar por él” (Delors, 1994).

Los cambios se están gestando en múltiples campos de la vida humana: en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, que ha revolucionado la organización de los procesos productivos como nunca antes se había visto en la historia; en el acceso y la distribución de la información a través del uso de los medios informáticos; en las formas de organización de las economías de los países, incluyendo a México, que se han agrupado en bloques regionales para obtener mayor ventaja en la competencia internacional, y dentro de una economía cada vez más globalizada; en las dinámicas sociales con efectos paradójicos, como es la coexistencia de la aldea global con la reaparición de los etnocentrismos, racismos y actitudes de intolerancia que han producido guerras devastadoras y conflictos en distintas regiones del planeta; en la geopolítica mundial con el derrumbe del bloque socialista y la conformación de un nuevo orden incierto en la comunidad internacional; en las formas de gobierno, resultantes del reclamo por la extensión cada vez mayor de la democracia, la libertad y la pluralidad; y finalmente, en una distribución de la riqueza cada vez más inequitativa, en la que millones de personas han pasado, en los últimos años, a engrosar el segmento de la población en pobreza extrema.

En México, la ANUIES ha proporcionado orientaciones hacia donde debe transitar la educación de nivel superior. En este sentido plantea que: “La visión 2020 ... considera la existencia de un sistema de educación superior vigoroso, que realizará sus tareas sustantivas de formación de profesionales e investigadores, de generación y aplicación del conocimiento, y de extensión y preservación de la cultura, en condiciones de calidad, pertinencia, cobertura y equidad equiparables con los indicadores internacionales. Finalmente, establece que la educación, y la educación superior en particular, contribuye de manera fundamental a que los mexicanos disfruten de paz y prosperidad en un marco de libertad, democracia, justicia y solidaridad” (ANUIES, 2000).

e. Marco de la educación superior

- Educación superior nacional e internacional

El fenómeno de la globalización es el resultado de la integración de los sectores económico y financiero a escala mundial. La actualidad mundial muestra un panorama de complejas relaciones económicas y políticas entre las naciones. El proceso de globalización económica, la interdependencia mundial y la conformación de bloques regionales, constituye el nuevo contexto internacional en el que deben operar las instituciones de educación superior, con todos sus desafíos y oportunidades.

Los efectos de la globalización, tal como se dieron en el último tramo del siglo XX refuerzan la desigualdad: un segmento social reducido, moderno y abierto al mundo, y una mayoría circunscrita a las preocupaciones de la supervivencia cotidiana y marginada del desarrollo económico. Como se ha visto, la educación constituirá un factor fundamental para una mejor inserción de México en el contexto mundial. La sociedad en su conjunto tendrá que seguir realizando un gran esfuerzo para incrementar el nivel educativo de su fuerza de trabajo. Una sociedad polarizada, con un reducido segmento moderno y una mayoría marginada del desarrollo, difícilmente puede enfrentar con éxito los desafíos que se le plantean. Desde la educación básica hasta la superior, se requieren programas emergentes para la necesaria formación de las personas calificadas que protagonizarán el desarrollo económico, social y político del país.

El nuevo contexto de interdependencia mundial presenta, sin embargo, nuevas oportunidades a las Instituciones de Educación Superior (IES) del país para establecer alianzas estratégicas en el terreno cultural y educativo, por medio del fortalecimiento de programas de intercambio y movilidad de estudiantes y de profesores, la realización de proyectos de investigación y programas académicos conjuntos en los niveles de profesional asociado, licenciatura y posgrado y el establecimiento de redes de colaboración en los distintos campos del conocimiento, aprovechando las ventajas comparativas de las instituciones del extranjero. La educación superior mexicana opera en un nuevo escenario de competencia mundial, que es más visible en el marco de los tratados comerciales como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) y la incorporación a organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

La competencia entre universidades mexicanas y de otros países conlleva la necesidad de plantear programas de desarrollo de nuestras IES, con base en indicadores y estándares internacionales. Un aspecto que merece especial atención es el relativo a la relación que se establece entre el mundo laboral y la educación superior en el ámbito mundial. La educación superior enfrenta el desafío de fortalecer sus objetivos fundamentales y de encontrar un equilibrio entre la tarea que implica la inserción en la comunidad internacional y la atención a las circunstancias propias; entre la búsqueda del conocimiento por sí mismo y la atención a necesidades sociales; entre fomentar capacidades genéricas o desarrollar conocimientos específicos; entre responder a demandas del empleador o adelantarse y descubrir anticipadamente el mundo futuro del trabajo que probablemente se sustentará más en el autoempleo.

Algunas de las características de los mercados de trabajo globales que han sido señaladas en diversos estudios, tanto de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) como del Banco Mundial, son: un ritmo creciente de cambios en la estructura de puestos y la exigencia de una mayor cualificación en casi cualquier ocupación,

contracción del empleo en el sector público y crecimiento relativo en el sector privado, disminución de las oportunidades de empleo en las grandes compañías, un aumento de oportunidades en el sector de empleo "no estructurado", pérdida de estabilidad y seguridad en el trabajo, una demanda creciente de conocimientos básicos de informática y capacidades en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, todo lo cual plantea nuevas exigencias de formación en los sistemas educativos. (ANUIES, 2000). Será necesario entonces asumir que la educación superior no está restringida únicamente a la formación de empleados, sino que su función se ampliará cada vez más a la formación de profesionales emprendedores que inicien y desarrollen sus propias empresas.

En la década de los setenta del siglo XX, la información representaba la esencia y fundamento del progreso. Con el paso de los años, la abrumadora producción de ideas y datos impulsó el desarrollo de mecanismos de almacenamiento y compactación de los mismos. Corto fue el lapso de tiempo que transcurrió para evidenciar que la información pierde vigencia con las turbulencias del entorno.

Poseer la información se convierte en una condición necesaria más no suficiente, la suficiencia está ahora en su manejo eficiente. Se proclama así el valor del **conocimiento**, otorgándole mayor significado, pertinencia y justa importancia a la capacidad de organizar, estructurar y filtrar información, que al simple hecho de poseerla.

Sin embargo, el conocimiento no representa garantía de evolución ni es un fin en sí mismo. En consecuencia la información ni aún el conocimiento son suficientes. Se precisa agregar elementos asociados con las capacidades, habilidades, actitudes y valores que aseguren adecuadas y orientadas aplicaciones de los mismos. Es así como emerge un constructo teórico que tome en cuenta estos elementos, el término competencia. Término por demás complejo, ya que las competencias reclaman una articulada convivencia de lo que una persona sabe y de lo que es capaz de saber, de lo que domina y de lo que siente, así como de lo que espera y de lo que aspira. En un sentido más amplio, las competencias pueden pensarse como el compendio de acciones destinadas a conocer, aplicar, dominar, optimizar, evaluar e innovar sobre el ser humano.

Las nuevas tecnologías y los modelos de gestión contemporáneos, como por ejemplo los desarrollados a través de redes o comunidades virtuales, que vienen transformando el sistema productivo, llevan a las empresas a luchar cada vez más por competitividad y resultados. Se exige más de la capacidad intelectual de los profesionales, ya que manejan mayor cantidad de variables del saber.

En ese escenario, gana importancia el modelo de gestión por competencias, adoptado como alternativa al modelo tradicional. De administración, para planificar, captar y desarrollar los recursos humanos necesarios a la conquista de mejores resultados operacionales.

Bajo este esquema, las universidades se encuentran ante el desafío de formar individuos integrales, profesionales, y de alto nivel. Se requiere en estos tiempos permear y garantizar desde la raíz de los planes de estudio y carrera, la adquisición y potenciación de competencias básicas y genéricas, ajustadas a los requerimientos y expectativas del entorno en que se desenvolverán. Esto trae como consecuencias una serie de implicaciones que apuntan hacia una educación enfocada al desarrollo de destrezas del conocimiento, así como procedimentales a fin de cultivar en los educandos la capacidad de seguir aprendiendo a todo lo largo de sus vidas.

Según lo refiere la UNESCO (1998), los cuatro aspectos que definen a la educación superior en la era del conocimiento son, en primer lugar, la educación permanente como medio para afrontar el aprendizaje durante toda su vida. En segundo lugar, la utilización de estrategias educativas, apoyadas en tecnologías de información y comunicación, fundamentadas en la interacción bidireccional. El tercer elemento a destacar es la necesidad de una educación universitaria fundada en la igualdad de acceso, según los méritos, independientemente de la edad y del nivel socioeconómico. Como último aspecto a destacar se encuentra la decisión de asignar igual importancia a la formación general que a la educación especializada.

Son muchas las implicaciones y desafíos que la globalización trae consigo. Se puede mencionar, en primer lugar, el surgimiento de la sociedad del conocimiento, que obedece en parte a la multiplicación de las fuentes de información y comunicación por la rapidez de crecimiento de las nuevas tecnologías.

En otro orden, se destaca la transformación de la naturaleza del trabajo o empleo, asociada a la necesidad de una mayor flexibilidad y movilidad; la importancia que en este contexto adquieren las competencias en comunicación; la necesidad del trabajo en equipo; al uso intensivo de tecnologías avanzadas, por mencionar algunos aspectos. Por otra parte, una de las consecuencias menos afortunadas de este fenómeno es el aumento de la exclusión social, pues una parte importante de la población mundial se encuentra desempleada o subempleada o recibe una remuneración inadecuada.

Un amplio consenso existe sobre los problemas que afronta hoy en día la educación en todos sus niveles, incluyendo el superior, así como sobre los enfoques y estrategias propuestos de cara al futuro. Es obligatorio considerar y abordar temas como la cobertura, la eficiencia, la equidad, el género, la calidad y la relevancia de la educación.

En atención a los puntos planteados, las instituciones de educación superior deberán enfocarse en aquellos a quienes sirve y, por consiguiente, se comprometerán a transformarse en organizaciones centradas en el estudiante, lo cual implica mayor responsabilidad en lo que el educando debe aprender.

Para continuar con estas directrices, las universidades deberán ser accesibles. Esto implica proveer oportunidades educativas adaptadas a la disponibilidad de recursos de todos los

ciudadanos. Por otra parte, la educación será interactiva y colaborativa. Esta caracterización resultará de los nuevos modelos pedagógicos emergentes fundamentados en el aprendizaje facilitado por las tecnologías de información y comunicación, independiente de tiempo y espacio. La utilización de nuevas formas colaborativas de aprender permitirán mayor compatibilidad con el estilo de vida futuro y con la accesibilidad y adaptabilidad a las necesidades educativas (UNESCO, 2000).

Con relación a la educación superior del siglo XXI, la UNESCO (1998) plantea con especial énfasis la necesidad de propiciar el aprendizaje permanente y la construcción de las competencias adecuadas para contribuir al desarrollo cultural, social y económico de la sociedad. Asimismo, resalta que las universidades están en la obligación de asumir cuatro funciones principales. La primera referida a la preparación para la investigación y la enseñanza; la segunda aborda el tema de la oferta de la formación especializada y adaptada a las necesidades de la economía y la sociedad. En tercer lugar se destaca la demanda de apertura a todas las personas para responder al reto de la educación permanente y, por último, la indispensable y necesaria cooperación internacional en materia de educación superior.

En consecuencia, tanto en espacios académicos como científicos, son innumerables las referencias que se hacen a la necesidad de agregar a la aprehensión y asimilación consciente de teorías, leyes y conceptos, el desarrollo de competencias que le permitan al profesional egresado de las universidades asumir una actitud responsable en la solución de los problemas que surgen en las distintas esferas de la práctica docente, laboral e investigativa.

Al referirse al continuo proceso de transformación y dinamismo que se experimenta en estos tiempos, se plantea la necesidad de educar a un sector social, preparado para enfrentar el porvenir, con competencias que articuladamente le permitan descubrir la finalidad de su quehacer y las necesidades de cambio que requiere para acoplarse y adaptarse continuamente, tanto en conocimientos como en actitudes. Lo que está relacionado con la capacidad de seguir aprendiendo a lo largo de su vida, capacidad sustentada en un asumido aprender a aprender.

-. Educación agrícola superior nacional e internacional

Las Instituciones de Educación Agrícola Superior (IEAS) tienen un estrecho vínculo con las profesiones que inciden en las organizaciones y en la transformación de las bases sociales del medio rural y en el sector agropecuario, tanto por el influjo del desarrollo disciplinario, como por el efecto de las demandas sociales devenidas del campo laboral y de la base social. La naturaleza y márgenes de los profesionales se han visto reformadas a través del nuevo rol y status del conocimiento, con la emergencia de nuevos campos laborales y por la incorporación de nuevos paradigmas en la organización social del trabajo. La ingeniería agrícola en este ámbito no

representa en absoluto una excepción y ha sido objeto de análisis por diversos actores que buscan contribuir al fortalecimiento de la educación agrícola superior.

En la década de los noventa la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) realizó una serie de cuestionamientos a las IEAS en torno a su funcionamiento y en particular a los programas educativos de ciencias agrícolas del nivel de licenciatura. Entre los más importantes destacan la necesidad de incorporar en el currículo de los profesionales en ciencias agrícolas, conocimientos y habilidades que coadyuven a que los egresados sean personas que colaboren efectivamente en la solución de problemas relacionados con los factores de producción, el manejo de procesos productivos, la administración de los recursos, el procesamiento de la cosecha, la comercialización de los productos y la organización de las comunidades y los productores rurales, entre otros (FAO-ALEAS, 1991). Además, señaló la necesidad de proponer la formación de profesionales generalistas, eclécticos y pluralistas (FAO, 1993; CIEES-CA, 2001), con el fin de que los profesionales se adapten a la realidad desconocida y cambiante; al desempeñarse con eficiencia en las actividades del sector público o privado.

En este sentido Lacki (1995), propone 19 rubros fundamentales en la formación profesional cuyo perfil de conocimientos, actitudes y valores, se integren en el currículo, de los más importantes resaltan:

- ✓ Promover una agricultura sostenible que conserve y recupere la fertilidad del suelo, que esté consciente de que los rendimientos y los ingresos de los agricultores actuales y futuros dependen en gran medida de la tecnología y las condiciones (físicas, químicas y biológicas), para mantener su alta capacidad productiva, de forma similar se comportan las otras actividades agrícolas, ganaderas y forestales. Todo ello deberá manejarse en forma racional, integrada y sostenible, con el compromiso del uso de tecnologías limpias, sanas y blandas y reconocer los factores que pueden dañar a los seres vivos, a los recursos y al medio ambiente.
- ✓ Ser generalista para obtener una solvencia técnica que permita diagnosticar y solucionar en forma holística los problemas tecnológicos, gerenciales y de organización en las distintas etapas de la empresa agrícola y con un alto nivel de flexibilidad e ingenio a fin de desempeñarse dentro de la incertidumbre, en la adversidad y la escasez y, aun así, competir con la agricultura subsidiada y protegida por los países desarrollados.

De igual forma, el impacto de la labor del profesional agrícola, en el futuro se sustentará sobre las líneas tecnológicas que están evolucionando (computación, informática, comunicación, biotecnología y la diversificación de los productos), así como la producción bajo el concepto de sustentabilidad y cambios generales en las fuentes de energía. Las tendencias en la formación, señala el autor, son: la necesidad de ampliar la producción de los productos más o menos tradicionales, fomentar la capacidad de autoformarse, ampliar los objetivos por una formación

empresarial e industrial , pero sobre todo aprender a producir con mayor competitividad e integrar el mejoramiento del entorno. Es por ello, que el currículo deberá buscar la formación de un ingeniero generalista, creativo, innovador, dinámico, investigador, humanista, con la capacidad de liderazgo y una concepción empresarial.

Para el ingeniero agrícola, el cambio de paradigma de la revolución verde a la azul; el auge de la plasticultura; la agricultura protegida; la siembra de precisión, el control integrado de plagas, malezas y enfermedades; la automatización de los procesos productivos, la aplicación intensa de la electrónica en los tractores agrícolas, equipos, maquinaria con diversos fines, la utilización de nuevos materiales, incluyendo la nanotecnología; el uso racional de la energía, incluyendo las alternativas y, la biotecnología, entre otras, junto con la disminución, deterioro y contaminación de los recursos naturales conforman un nuevo contexto y una realidad tecnológica distinta.

El profesional del campo agroalimentario, según la FAO (1993), debe tener una sólida formación ética y humanística basada en los principios y valores de la disciplina, perseverancia y dedicación al trabajo, honestidad, honradez, puntualidad y responsabilidad, amor a la verdad y a la justicia, respeto al prójimo, espíritu de lealtad, ayuda mutua y solidaridad, iniciativa y creatividad, deseo permanente de superación, apertura al cambio y a la innovación. Versátil, ecléctico, realista, pragmático, creativo, ingenioso, espíritu crítico, actitud positiva, humilde, que se comunique en forma escrita y oral.

En el ámbito de la competitividad de la agricultura se requiere de la existencia de una fuerza laboral agrícola altamente calificada que sea capaz de introducir tareas productivas, innovaciones y cambios específicos, integre capacidades distintas al trabajar en la agricultura y agroindustria, asuma una actitud permanente de innovación, creatividad y eficiencia y amplíe la perspectiva de sustentabilidad (Marúm, 1999).

Así mismo, distintos organismos internacionales (FAO, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Banco Mundial (BM), Organización de los Estados Americanos (OEA) y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)), entre otros, sugieren a las IEAS, desarrollar una enseñanza diferente, directa en el campo alrededor del medio rural y social, con problemas productivos, gerenciales y comerciales, donde el alumno ejecute tareas comunes a sus propias áreas de desarrollo, que tenga la obligación de tomar decisiones y realice actividades acordes a las funciones delimitadas por su perfil profesional.

En particular los CIEES–CA (2001) plantean, que el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias agrícolas deberá propiciar el desarrollo de:

- ✓ Habilidades cognitivas complejas: síntesis, diseño, evaluación e interpretación, que permitan al alumno seguir operando más allá de los estudios formales.
- ✓ Actitudes, que favorezcan afrontar responsabilidades, compromisos éticos y ambientales.

- ✓ Capacidad, para proponer, actuar y transformar en forma participativa y en colaboración, la realidad productiva que ha de abordar.

Por otro lado, la emergencia de la revolución azul, demanda nuevos enfoques de la producción agroindustrial, que incluyen el desarrollo sostenible, agregándosele la prospectiva de la producción agroindustrial, que indica la permanencia de la agricultura intensificada, la necesidad de perfeccionar la formación de los recursos humanos, la permanencia de las economías abiertas, el empleo en las empresas privadas y el autoempleo, así como el incremento de la planeación, gestión e investigación agropecuaria. La presencia de nichos de oportunidad como la baja disponibilidad de tierra y de agua, escasa inversión en el campo, necesidad de una mayor eficiencia en el manejo y uso del agua, la contaminación de los recursos naturales y baja disponibilidad de mano de obra. Esa situación demanda una educación agrícola superior competitiva, de calidad y excelencia, con prioridad a la formación integral del educando y donde la práctica juegue un papel determinante. Para lograr ese tipo de educación se puede optar por tres modelos: el espiral dinámico, el de las inteligencias múltiples y el de competencias, los dos primeros superan al constructivismo y el tercero se basa en dicha corriente. El modelo por competencias aborda la formación del estudiante mediante las dimensiones racional y lógica, articula la teoría y la práctica (Badilla, 2005), se integra al proceso de globalización, es apoyado por diversos organismos, y su auge en la educación mexicana va en aumento, incluyendo el nivel básico y medio superior.

En este orden de ideas, las acepciones de competencia que han ido destilando escuelas e instituciones parecen abarcar los siguientes aspectos:

- ✓ Conocimientos generales y específicos (saberes).
- ✓ La capacidad de internalizar conocimientos (saber-conocer).
- ✓ Destrezas técnicas y procedimentales (saber-hacer).
- ✓ Desarrollo de actitudes (saber-ser).
- ✓ Competencias sociales (saber-convivir).

Esta concepción general presenta las competencias referidas al SABER, al SABER HACER, al SER, al CONVIVIR, entre otras. Las competencias referidas al SABER representan las capacidades en cuanto al dominio de unos conocimientos que desde un punto de vista científico, fundamentan el desempeño profesional. Las competencias referidas al SABER HACER aluden a las capacidades específicas que identifican al profesional propiamente dicho, diferenciándolo de otros profesionales. Las competencias referidas al SER tienen que ver con todas aquellas capacidades del profesional en el campo de su desarrollo como persona, como actor social, que implican una conciencia ética y una deontología particular; éstas se constituyen en un horizonte para entender el sentido humano. Las competencias referidas al CONVIVIR tienen que ver con las capacidades

para comunicarse con sensibilidad y respeto a las personas, trabajo en equipo, negociar conflictos, solidaridad y participación en la vida democrática de la comunidad, entre otras (Delors, 1994).

En suma, las IEAS en el futuro inmediato deberán identificar los actores, los programas de formación, caracterizar los roles que los profesores-investigadores deben asumir, establecer las políticas de investigación y servicio dentro del quehacer académico multidisciplinario, propiciar un impacto social y contribuir en la solución de los problemas, identificar los mecanismos de financiamiento, competitividad y reconocimiento para cada sector. Además, deberán adquirir una visión acerca del cómo llevar a cabo la gestión de los proyectos de vinculación, reducir el énfasis en la formación académica tradicional y en los conocimientos aceptados, al promover la capacidad de adaptar teorías y aprender a innovar para generar cambios que se traduzcan en verdaderos impactos sociales, a partir de mecanismos idóneos y eficientes que vinculen a los centros generadores de conocimientos y los desarrollos tecnológicos (productos y mercado de consumo), así como de actores que se encarguen de gestar las modificaciones culturales necesarias, para introducir y aceptar dichos cambios (De Souza, 2005).

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013 – 2018 se plantea que el campo es un sector estratégico, a causa de su potencial para reducir la pobreza e incidir sobre el desarrollo regional. De cara al siglo XXI, el sector agrícola presenta muchas oportunidades para fortalecerse, entre ellas destacan: a) inversión en infraestructura y equipamiento incorporando nuevas tecnologías para mejorar la productividad, b) incremento de la productividad adoptando mejor organización de la producción a gran escala, c) Acceso de oportunidad y equidad al financiamiento (crédito) institucional, d) fomento a la innovación y el desarrollo tecnológico.

En este documento se señala que: “Uno de cada tres participantes de la Consulta Ciudadana consideró que lo que más se necesita para reactivar el campo mexicano es impulsar la adopción de tecnologías modernas para elevar la productividad. La capacidad instalada de investigación no se aplica plenamente para resolver las demandas de los productores. El campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, y una elevada dependencia externa de insumos estratégicos como los fertilizantes. Esta situación afecta el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos. Se debe fomentar un desarrollo regional más equilibrado. Existe un desarrollo desigual entre las entidades federativas del norte y del centro del país respecto a las del sur-sureste, que se refleja en diferencias importantes en el nivel de productividad de los cultivos. Asimismo, es necesario propiciar la existencia de un marco institucional adecuado a los requerimientos del sector. Debe realizarse una evaluación y revisión de los programas existentes para que la política de fomento agroalimentario transite desde los subsidios a los incentivos hasta la productividad, sea incluyente focalizando la población objetivo y cuente con un marco normativo así como reglas de operación claras y sencillas” Gobierno de la República (2013).

Al vincular el sector de la educación con las necesidades sociales y económicas de México, el PND 2013 – 2018 establece los siguientes lineamientos:

- ✓ Es necesario innovar el sistema educativo para formular nuevas opciones y modalidades que usen las nuevas tecnologías de información y de la comunicación, con modalidades de educación abierta y a distancia. A su vez es importante fomentar las carreras técnicas y vocacionales que permitan la inmediata incorporación al trabajo, propiciando la especialización, así como la capacitación en el trabajo.
- ✓ Un México con Educación de Calidad será sinónimo de un gobierno comprometido con la igualdad de oportunidades y el despliegue de una imaginación renovadora que sea fuente del desarrollo nacional. La educación de calidad será la base para garantizar el derecho de todos los mexicanos a elevar su nivel de vida y contribuir al progreso nacional mediante el desarrollo de sus habilidades, conocimientos y capacidad innovadora e impulsando valores cívicos y éticos, que permitan construir una ciudadanía responsable y solidaria con sus comunidades.
- ✓ Es preciso hacer del conocimiento un activo que sea palanca para lograr el progreso individual y colectivo, que permita conducir al país hacia una nueva etapa de desarrollo sustentada en una economía y en una sociedad más incluyente. Para lograrlo se requiere una política que articule la educación, la cultura y el deporte con el conocimiento científico, el desarrollo tecnológico y la innovación.
- ✓ Para ampliar el acceso a la cultura como un medio para la formación integral de los ciudadanos, es imprescindible situar la cultura entre los servicios básicos brindados a la población. Esto implica contar con la infraestructura adecuada y preservar el patrimonio cultural del país. Asimismo, se debe vincular la inversión en el sector con otras actividades productivas, así como desarrollar una agenda digital en la materia.
- ✓ Con el objeto de promover el deporte de manera incluyente para fomentar una cultura de salud, se propone fomentar que la mayoría de la población tenga acceso a la práctica de actividades físicas y deportivas en instalaciones adecuadas, con la asesoría de personal capacitado. Además, es necesario procurar que los niños y jóvenes deportistas con cualidades y talentos específicos cuenten con entrenamiento y servicios especializados, estímulos adecuados y un sistema de competencia estructurado. Asimismo, se debe promover el aprovechamiento total de la infraestructura deportiva nacional existente, recuperar espacios públicos para la actividad física y garantizar la adecuada planeación de la infraestructura del sector.
- ✓ Adicionalmente, una de las vías para fomentar que la juventud participe del desarrollo nacional es impulsando una mayor vinculación de las necesidades económicas y sociales de cada región con los programas educativos. Para ello se debe asegurar su pertinencia y

permitir que, a través de carreras de nivel profesional técnico y licenciatura, los estudiantes se inserten de manera directa al sector productivo.

- ✓ Por otro lado, se deben impulsar políticas activas de capacitación para el trabajo de manera que se fomente la actualización y vigencia de las capacidades y competencias de la fuerza laboral. Al respecto, es necesario lograr una mayor articulación entre el Sistema Educativo Formal y el Sistema de Capacitación para el Trabajo, con el propósito de facilitar la movilidad entre ambos sistemas.
- ✓ Finalmente, para hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible, se requiere una sólida vinculación entre escuelas, universidades, centros de investigación y el sector privado. Además, se debe incrementar la inversión pública y promover la inversión privada en actividades de innovación y desarrollo. Los esfuerzos encaminados hacia la transferencia y aprovechamiento del conocimiento agregará valor a los productos y servicios mexicanos, además de potenciar la competitividad de la mano de obra nacional.

El Programa Sectorial de Educación 2013 – 2018, derivado del PND establece los siguientes objetivos para este período (SEP, 2013):

- ✓ Fortalecer la práctica de actividades físicas y deportivas como un componente de la educación integral.
- ✓ Promover y difundir el arte y la cultura como recursos formativos privilegiados para impulsar la educación integral.
- ✓ Impulsar la educación científica y tecnológica como elemento indispensable para la transformación de México en una sociedad del conocimiento.

- Competidores del programa educativo nacionales e internacionales

En este apartado se resume la oferta educativa similar al Ingeniero Mecatrónico Agrícola que se imparte en otras IES, públicas y privadas, con la intención de analizar la orientación de estos planes de estudio, así como sus características más esenciales. La novedad del campo de conocimiento se refleja en la necesidad de generar una oferta educativa innovadora que es pertinente y congruente con las necesidades socioeconómicas del país.

Actualmente, los profesionales que cubren las necesidades de automatización y control automático de procesos de la planta productiva y de servicios del país son los egresados de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de otras universidades, así como los Ingenieros Mecánicos que cursaron asignaturas del área de Ingeniería Aplicada relacionadas con la mecatrónica o bien, que han dedicado su vida profesional al desarrollo e implantación de los sistemas de automatización y control y gracias a los años de práctica o a estudios de posgrado y cursos

especializados son capaces de resolver algunas de estas necesidades de la industria y la sociedad. Hasta el momento, la agricultura en México es la rama más desprotegida y donde menos innovaciones mecatrónicas se han implementado por estos ingenieros.

A nivel nacional, la Ingeniería Mecatrónica se imparte en más de 140 centros de educación superior, distribuidos en 27 Estados de la República incluida la Ciudad de México. A nivel internacional se imparte la licenciatura de Ingeniería Mecatrónica en más de 12 países de la Unión Europea y en más de 60 universidades, mientras que en Estados Unidos se imparte en más de 35 universidades. El número de universidades sigue en constante crecimiento; hasta el año 2006 el número de centros de educación superior a nivel nacional que impartían la licenciatura era inferior a 30.

Panorama de la formación en mecatrónica en otras universidades de México.

La creciente demanda por parte de la industria e instituciones de investigación ha creado la necesidad de preparar profesionales que sepan adaptarse a los vertiginosos progresos y cambios en la tecnología. Por ello, algunas universidades se han preparado para enfrentar esta necesidad logrando así la constitución del entorno adecuado para la preparación de los profesionales vanguardistas en los cambios tecnológicos y organizacionales de México.

Se presenta el acercamiento, enfoque y panorama del desarrollo de las licenciaturas de Ingeniería Mecatrónica y afines en algunas de las principales universidades mexicanas.

a) Universidad Nacional Autónoma de México. Ingeniería Mecatrónica.

En esta carrera se forman profesionales capaces de proporcionar a la sociedad bienes y herramientas mecatrónicas, mediante la aplicación de conocimientos físico-matemáticos y técnicas avanzadas de ingeniería, para contribuir al desarrollo tecnológico, tema prioritario para el futuro de México.

El plan de estudios tiene una duración de 10 semestres y consta de 51 asignaturas, 44 obligatorias y 7 optativas clasificadas en cinco áreas: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, ingeniería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades, y Otras Asignaturas Convenientes, con un total de 421 créditos: 367 obligatorios y 54 optativos (UNAM, 2017).

Entre las principales actividades que realiza el ingeniero mecatrónico se encuentran: diseño, fabricación, implantación y control de equipos y sistemas de producción en micro, pequeña y gran industria, planeación de equipos médicos y productos de bioingeniería.

El ingeniero mecatrónico trabaja tanto en el sector público como en el privado, de producción y de servicios, diseñando, controlando e implantando sistemas de control electrónicos y sistemas

de información computarizados. La industria automotriz, manufacturera, petrolera, de generación de energía eléctrica, minera, siderúrgica, agroindustrial, de alimentación y salud, así como los servicios de transporte son otros espacios laborales importantes para este profesional.

b) Universidad Panamericana. Ingeniería Mecatrónica.

Esta universidad creó la licenciatura de Ingeniería Mecatrónica para sustituir a la Ingeniería Electromecánica, existiendo otras licenciaturas afines, cuyos planes de estudio contemplan algunas de las asignaturas necesarias para constituir el total del conocimiento mecatrónico. El Ingeniero Mecatrónico posee las habilidades para comprender problemas y presentar alternativas de solución a éstos, a través del empleo de los recursos tecnológicos, lo que le lleva a centrar su creatividad en la innovación, mejora y adaptación de la tecnología.

La formación profesional del Ingeniero en Mecatrónica de la Universidad Panamericana se fundamenta en el conocimiento matemático y físico aplicado a la tecnología, lo cual constituye las bases que le permiten diseño y desarrollo de productos y procesos inteligentes; de esta forma, está concentrado en adaptar las tecnologías a las necesidades actuales de las personas, analizando y evaluando el impacto económico, social y ambiental en el desarrollo de estos proyectos.

El plan de estudios, organizado en 8 semestres, con un total de 64 cursos, incluye la utilización de técnicas de gestión empresarial para la optimización de procesos industriales y de servicio. Al término de la licenciatura, el egresado estará capacitado para desarrollarse en industrias como la automotriz, la aeronáutica, la biotecnología, las telecomunicaciones, la robótica, la electrónica, y los sistemas informáticos, entre otras. Así, el campo de acción del Ingeniero Mecatrónico comprende tanto los aspectos relacionados con la mecánica de precisión como los sistemas de control electrónico y la tecnología informática. (UP, 2017).

c) Universidad Anáhuac México Sur. Ingeniería Mecatrónica.

El Licenciado en Ingeniería Mecatrónica Anáhuac es una persona con una sólida formación profesional, intelectual, humana, social y espiritual, que busca ante todo la verdad y el bien y se empeña en ejercer su liderazgo para la transformación de la sociedad y la cultura; es un líder profesional con una formación multidisciplinaria y una visión empresarial y sentido ético, capaz de analizar, plantear, diseñar y desarrollar soluciones innovadoras de problemas situaciones y procesos, que se presentan en las empresas e industrias utilizando las diferentes tecnologías existentes.

El modelo educativo y la estructura curricular se caracterizan por ser un modelo semiflexible, basado en 3 bloques y con un total de 360 créditos (Figura 7). (UAMS, 2017).



Figura 7. Modelo educativo Universidad Anáhuac del Sur. Fuente: UAMS (2017).

Esta licenciatura permite elegir asignaturas, horarios y carga académica. Interdisciplinario para conocer y vivir experiencias con estudiantes de otras licenciaturas y semestres. Además, la licenciatura permite la movilidad con las universidades de la Red Anáhuac en México e intercambios estudiantiles con la Red Internacional y muchas otras universidades del mundo.

d) Universidad Iberoamericana. Ingeniería en Mecatrónica y Producción

El programa de Ingeniería en Mecatrónica y Producción de la Universidad Iberoamericana forma profesionistas capaces de diseñar, implementar y administrar sistemas electrónicos, mecánicos y de producción en las áreas de automatización, instrumentación y control; para coadyuvar al continuo mejoramiento de los procesos productivos en las empresas y, con ello, al desarrollo más justo y sostenible de la sociedad.

El egresado se puede desempeñar profesionalmente en: industrias relacionadas con el ramo automotriz, textil, minero, de papel, de productos de consumo, farmacéuticas, de alimentos y de la transformación; en el área de manufactura y producción, en el desarrollo e implementación de procesos productivos para mejorar la calidad y la eficiencia de la organización; en el área de instrumentación y automatización, en el desarrollo de productos que contengan una base tecnológica para realizar funciones diversas de manera automática, en organizaciones de investigación y desarrollo.

El egresado busca formas innovadoras de uso de tecnología mecatrónica para solucionar problemáticas específicas de la sociedad, con base en la mejor alternativa tecnológica, económica y ambiental; y en el área de biomecatrónica, en el desarrollo de prótesis y sistemas de rehabilitación, en el área de salud y hospitales.

La malla curricular del plan de estudios tiene 53 materias y se agrupan por créditos (UI, 2017):

- ✓ Materias del área básica 136 créditos.
- ✓ Materias del área mayor 136 créditos.
- ✓ Materias del área menor 116 créditos.
- ✓ Materias del área de reflexión universitaria 32 créditos.
- ✓ Materias del área de servicio social 16 créditos.
- ✓ El mínimo de créditos para optar por el título es de 436 créditos en 9 semestres.

e) Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP). Ingeniería en Mecatrónica

La licenciatura de Ingeniería en Mecatrónica tiene como objetivo formar integralmente profesionistas con una sólida preparación académica, ética y cultural, capacitándose científica y tecnológicamente con el fin de que puedan prestar servicios útiles a la sociedad mediante la aplicación de los conocimientos físico-matemáticos al diseño, la innovación, la operación y el mantenimiento de sistemas electrónicos y electromecánicos con una adecuada integración de los recursos materiales y humanos. El plan de estudios debe cursarse en 9 semestres y consta de un total de 66 materias obligatorias y optativas.

El egresado cuenta con herramientas suficientes para desenvolverse en el área de automatización, electrónica, mecánica, así como en el diseño de instrumentos mecánicos y/o electrónicos.

El Ingeniero Mecatrónico al finalizar sus estudios, puede desenvolverse en plano industrial, científico y educativo. Los avances tecnológicos en automatización son muy rápidos y se requiere de profesionales de alto nivel para enfrentar y desarrollar nuevas tecnologías. El Ingeniero Mecatrónico será requerido por: el sector privado, industrial (eléctrico, electrónico, automotriz, textil, metal-mecánico, siderúrgico, petroquímico); el sector de servicios (redes, telefónico y telecomunicaciones); el sector público (asesoría, diseño, innovación, producción, operación y mantenimiento de sistemas eléctricos y electromecánicos); centros de investigación e instituciones de enseñanza superior. (UPAEP, 2017).

f) Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). Ingeniería Mecatrónica

El Ingeniero Mecatrónico es un profesional con bases sólidas en Ciencias Básicas y en Ciencias de la Ingeniería, especializado en áreas relacionadas con la automatización industrial y la innovación

en el diseño y construcción de dispositivos y máquinas inteligentes; y que tiene como referencia el desarrollo sostenible.

El Ingeniero Mecatrónico tiene las competencias para diseñar, innovar, construir, implementar, productos, sistemas de control y automatización industrial, sistemas mecatrónicos. Solucionar problemas desde su conceptualización hasta su implementación. Puede administrar y evaluar proyectos mecatrónicos considerando el cuidado del medio ambiente. Ser líder en equipos de trabajo multidisciplinarios.

Un Ingeniero Mecatrónico podrá desempeñarse en cualquier institución o empresa pública y privada, tanto a nivel nacional como internacional, que provea o utilice sistemas automatizados de producción. Además, podrá trabajar de manera independiente como consultor, o emprender su propio negocio, desarrollando nuevos productos y sistemas mecatrónicos, e integrando tecnologías de vanguardia.

Los principales sectores industriales en donde puede desarrollarse un Ingeniero en Mecatrónica son: automotriz, aeroespacial, domótica, productos electrodomésticos, ingeniería biomédica, manufactura automatizada y robótica, industria de transformación (cemento, plástico, acero, vidrio, refinerías, petroquímica), industria de alimentos (embotelladoras, procesadoras, lácteos, empacadoras, destiladoras), sector agropecuario, sector farmacéutico, sector textil, empresas de base tecnológica, centros de investigación y desarrollo, despachos de consultoría empresarial.

El plan de estudios posee tres orientaciones llamadas concentraciones: Administración y finanzas; Ingeniería y Arquitectura; y las Humanidades y Ciencias Sociales. Consta de 9 semestres organizados de la manera que aparece en la Figura 8. (ITESM, 2017).

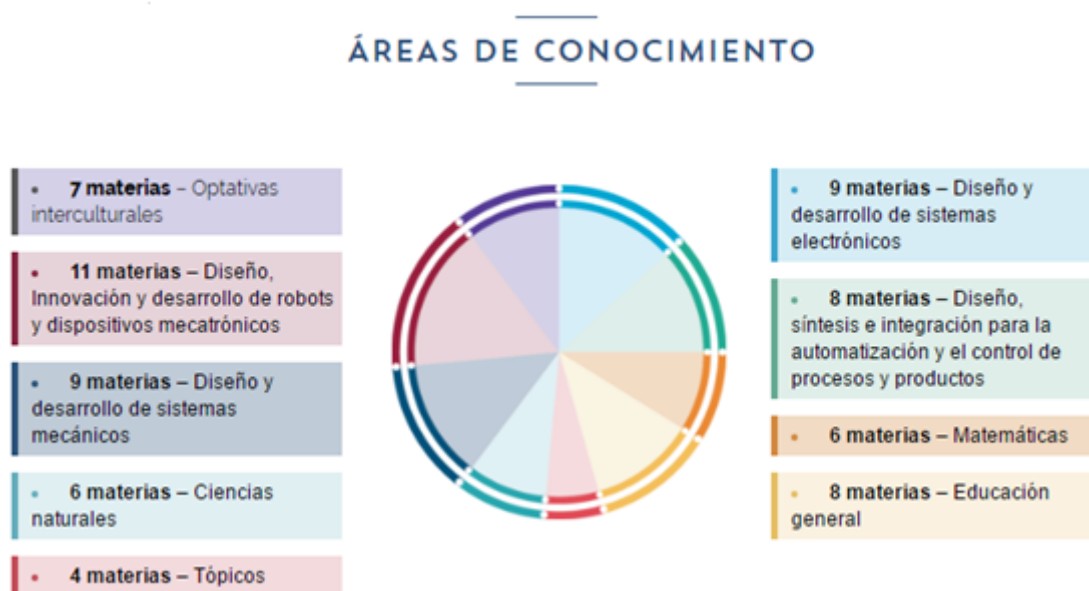


Figura 8. Organización del plan de estudios ITESM. Fuente: (ITESM, 2017).

g) Instituto Politécnico Nacional (IPN). Ingeniería Mecatrónica.

En la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (UPIITA) del IPN, se imparte la licenciatura de Ingeniería Mecatrónica.

La UPIITA forma ingenieros con las competencias necesarias para resolver problemas de diseño, construcción, mantenimiento, programación y control de sistemas mecatrónicos aplicando nueva tecnología, con las habilidades necesarias para desarrollar un plan de vida y carrera, conduciéndose con ética, responsabilidad y tolerancia en sus ambientes de desarrollo profesional y personal. El campo ocupacional actual del ingeniero en mecatrónica está en empresas de la industria automotriz, manufacturera, petroquímica, metal-mecánica, alimentos y electromecánica

El Ingeniero en Mecatrónica es un profesional interdisciplinario capaz de diseñar, manufacturar y construir dispositivos y sistemas mecatrónicos, así como automatizar procesos industriales, con dominio de una segunda lengua y la habilidad de integrarse en equipos de trabajo, para desarrollar y emplear nueva tecnología, que esté aplicada de manera ética y responsable en la solución de las necesidades del entorno social y en armonía con el medio ambiente. El plan de estudios está formado por 71 materias y cuenta con 396 créditos obligatorios distribuidos en 9 semestres. (IPN, 2017).

h) Universidad La Salle. Ingeniería Mecatrónica.

La Universidad La Salle forma profesionales socialmente responsables con saberes, habilidades, actitudes y valores que les permitan diseñar, implantar, mantener, evaluar e innovar sistemas, procesos industriales y productos tecnológicos, con estándares nacionales e internacionales de calidad, seguridad y confiabilidad, mediante la sinergia de tecnologías de vanguardia en los campos de la mecánica, electrónica, el cómputo y el control, para la generación de bienes y servicios, que atiendan necesidades productivas de relevancia con una perspectiva de sustentabilidad. La duración del plan de estudios es de 9 semestres con un total de 66 materias a cursar y 376 créditos académicos (US, 2017).

i) Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG). Ingeniería Mecatrónica.

El plan de estudios se compone de 10 cuatrimestres, por lo que terminan la licenciatura en 3 años, 4 meses. La malla curricular incluye diferentes áreas de formación, las que se relacionan a continuación (UAG, 2017):

- ✓ Formación Universitaria: consta de 3 cursos
- ✓ Formación Básica: consta de 10 cursos
- ✓ Formación Disciplinaria: consta de 37 cursos

- ✓ Formación Profesional: consta de 9 cursos
- ✓ Especialidades: consta de 6 cursos

La flexibilidad de su modelo permite que en un semestre más se pueda concluir una especialidad, a la vez que obtienen la titulación automática de licenciatura.

La UAG forma profesionista con amplio conocimiento práctico y multidisciplinario, capaz de desarrollar tecnologías en diferentes campos de la ingeniería.

Podrá seleccionar métodos y técnicas de sistemas electrónicos y mecánicos, para que con una apropiada integración de sus elementos diseñe y obtenga los desarrollos integrales de productos, mecanismos, procesos o sistemas para que sean mejores y de menor costo que los anteriores o totalmente innovadores.

Sus egresados pueden trabajar de manera independiente como consultor, o emprender negocios propios. Pueden desempeñarse en instituciones y empresas públicas o privadas diseñando sistemas automatizados para la industria automotriz, química, electrónica y del transporte, así como aeronáutica, alimenticia y textil.

Los egresados capaces de manejar y optimizar los procesos de fabricación que incluyan elementos electrónicos y mecánicos. Pueden desarrollar sistemas que integren los elementos electrónicos y mecánicos para resolver las necesidades de cualquier industria.

j) Universidad del Valle de México (UVM). Ingeniería Mecatrónica.

El plan de estudios se compone de 9 semestres, organizado por los siguientes ejes curriculares (UVM, 2017):

- ✓ Área de habilidades profesionales: formada por 10 cursos
- ✓ Área básica: formada por 17 cursos
- ✓ Área profesional: formada por 26 cursos
- ✓ Inglés: formado por 5 cursos

Los egresados de la UVM aplican las ciencias fisicomatemáticas en el área de Ingeniería Mecatrónica. Integran tecnologías para su aplicación en sistemas, productos y/o procesos. Diseñan sistemas para la supervisión y control de procesos. Establecen mejoras a los modelos existentes, con base en resultados científicos o evidencias técnicas. Desarrollan las capacidades humanas, gerenciales y de negocios con ética y responsabilidad social. Desarrollan y administran proyectos en Ingeniería Aplicada. Integran funcionalidades de sistemas mecánicos, electrónicos con las tecnologías de información buscando la eficiencia de procesos.

Los ingenieros mecatrónicos pueden laborar en empresas del sector industrial, centros de investigación y desarrollo tecnológico, laboratorios de pruebas de producto y consultoría independiente.

Panorama de la educación en mecatrónica en algunas universidades del extranjero.

Se presenta el acercamiento, enfoque y panorama del desarrollo de las licenciaturas de Ingeniería Mecatrónica y afines en algunas de las principales universidades a nivel mundial.

a) Purdue University (PU). Mechatronics Engineering Technology

El programa está orientado de acuerdo con las necesidades de crecimiento de la industria del empaque. El programa combina el diseño mecánico, la manufactura y el control electrónico. El programa prepara a los alumnos para licenciaturas en las áreas asociadas con el análisis, el diseño aplicado, el desarrollo, la implementación y la supervisión de sistemas mecatrónicos avanzados. Purdue University prepara a sus egresados para que entiendan, en un contexto social, el impacto que tienen las actividades del ingeniero. Sus egresados tienen conocimientos en computación, electrónica, procesos de manufactura, resistencia de materiales, electrónica de potencia, maquinaria, procesos de control, diseño de maquinaria, controladores lógicos programables, redes industriales, dinámica, entre otros.

El plan de estudio consta de 8 semestres y el estudiante debe cubrir 120 créditos académicos. (PU, 2017).

b) The University of Adelaide (UA). Bachelor of Engineering (Mechatronic).

Esta licenciatura combina cursos de ingeniería mecánica, eléctrica y electrónica en conjunto con cursos de computación, mecatrónica y robótica. Incluye el estudio del diseño, los microprocesadores, la electrónica, los sensores y los actuadores, el procesamiento de las señales y el control. Existe un fuerte enfoque en el diseño y la realización de proyectos. El plan de estudios tiene una duración de 4 años. Los dos primeros semestres son casi idénticos a la ingeniería mecánica, con un fuerte énfasis en el diseño, las Ciencias de la Ingeniería y la electrónica. El tercer año complementan su formación con cursos de programación y sistemas computacionales. En el cuarto año los alumnos escogen dos cursos electivos así como desarrollan un proyecto de carrera en el área de la mecatrónica. Adicionalmente, los alumnos deben completar 12 semanas de experiencia práctica. (UA, 2017).

c) The University of Manchester (UM). Mechatronic Engineering.

Este programa abarca aspectos de ingeniería eléctrica-electrónica y de ingeniería mecánica, en aplicaciones automotrices, aeroespacial o la robótica, en donde la electrónica inteligente mejora el rendimiento de los sistemas mecánicos. En este programa se enseñan las técnicas necesarias para el diseño y puesta en práctica de este tipo de sistemas mecatrónicos inteligentes y su duración es de 3 años (UM, 2017).

- Características actuales y tendencias de la formación profesional

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en México la tasa de graduación en educación superior es de 1.8%, con una concentración importante de estudiantes en licenciaturas relacionadas con la educación, las ciencias sociales, la administración y el derecho, lo cual representa cerca del 50% del egreso total, en contraste del 15% que culminó sus estudios en el campo de las ingenierías, la manufactura y la construcción. (OCDE, 2015).

En lo referente a la competitividad, la posición de México en el Reporte Global de Competitividad que publica el Foro Económico Mundial, ha caído ocho posiciones de 2006 a 2010, al pasar del lugar 58 al 66; si se toman como marco de referencia los últimos 14 años se ha retrocedido 18 posiciones (Schwab, 2013).

Esto refleja la necesidad de atender, en el mediano plazo y con el respaldo de la ingeniería, distintos factores como la infraestructura, educación superior, eficiencia del mercado laboral, desarrollo del mercado financiero y desarrollo de tecnología e innovación, con objeto de avanzar en aspectos de competitividad internacional y con ello mejorar las condiciones de vida de los mexicanos.

La ingeniería puede aportar importantes beneficios para fortalecer a la economía y la competitividad. El egresado de ingeniería deberá responder a la sociedad en términos de empleo y participación social, con el esfuerzo encausado de ser profesionales competitivos con capacidades de innovación, emprendimiento, comunicación, liderazgo y trabajo multidisciplinario.

México es un país de contrastes, destaca por su geografía, sus recursos naturales, su biodiversidad, la riqueza de su historia y la pluralidad de su cultura, que enfrenta serios retos económicos, sociales, demográficos y de seguridad.

Ante esta realidad es necesario que los egresados de las licenciaturas de ingeniería impulsen cambios estructurales que coadyuven al mejoramiento de las condiciones del país.

Los retos que el país, la industria y la sociedad requieren en el campo de la ingeniería son cambiantes día con día, por lo que hay que tener ingenieros altamente capacitados, con

conocimientos sólidos y habilidades únicas que les ayuden a enfrentar dichos retos de manera sobresaliente.

Cada día los procesos automatizados, los sistemas de control inteligente, el diseño mecánico de precisión son necesidades requeridas en las industrias, ahí es donde los egresados de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica Agrícola pueden aportar sus conocimientos para resolver problemas.

Para enfrentar dichos problemas, el alumno de la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica Agrícola debe contar con un plan de estudios equilibrado, actualizado, moderno y flexible en las tres grandes disciplinas de la Ingeniería Mecatrónica, es por ello que el plan de estudios y los programas de las asignaturas que se presenta en este documento tienen un valor agregado.

Los egresados de la Licenciatura de Ingeniería Mecatrónica Agrícola deben ser alumnos con conocimientos sólidos en asignaturas del área de Ciencias Básicas y de todas las ingenierías, con el enfoque mecatrónico; conocimientos en automatización de procesos, electrónica analógica y digital, elementos de programación, manufactura, diseño mecánico, control automático, termofluidos, mecánica, informática, etc., generando con ello una formación integral, que les permita desarrollar una serie de proyectos que mejoren la calidad y productividad en la agricultura, la industria y la sociedad.

Por otro lado, formar alumnos con carácter crítico, habilidades de comunicación, liderazgo y ética profesional son características únicas de los profesionales egresados de la Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

La oferta de productos que cuenten con mayor calidad, dispongan de mayor diversidad de variantes, se entreguen en plazos más breves y se desarrollen en menor tiempo, genera cambios en las políticas y estructuras en nuestro país y en el mundo entero. Así es como diversas instituciones han instrumentado y considerado una serie de acciones orientadas hacia la expansión y modernización de los sistemas, incluyendo la automatización de la producción, mejora en los flujos y nuevos materiales y racionalización de la gestión de la información. La mecatrónica participa intensamente en todos estos aspectos fundamentales para la competitividad de las empresas.

Los cambios que se han alcanzado en la tecnología orientada a la automatización a escala nacional reflejan la situación que guarda nuestro país en lo concerniente al desarrollo de la industria, esto es, la incorporación de las tecnologías del control numérico por computadora, de los controladores lógicos programables, de la robótica, de la manufactura integrada por computadora, del diseño, manufactura e ingeniería asistidas por computadora, de sistemas de manufactura flexible, de redes de cómputo, entre otras, en un mercado global que exige nuevas formas de evaluar, operar y administrar la tecnología teniendo que cumplir con estándares internacionales.

De acuerdo con su situación geográfica, nuestro país se perfila como un punto importante para el mercado económico internacional, motivo por el cual requiere una mayor y mejor infraestructura técnica y académica. La reestructuración del sistema educativo universitario considera como ejes rectores la inclusión de algunos principios fundamentales de la educación contemporánea, tales como: actualización permanente, flexibilidad, interdisciplinariedad, tutoría, conducción colegiada, autoevaluación y evaluación externa, así como la integración de nuevas tecnologías en la educación.

Las opciones de trabajo para los egresados de la licenciatura en Ingeniería Mecatrónica Agrícola son amplias, ya sea en instituciones públicas o privadas, en el ejercicio libre de la profesión, en la docencia y en la investigación.

Para el ejercicio de la profesión es importante optimizar recursos disponibles, administrar riesgos, desarrollar recursos humanos, promover la innovación, aplicar tecnología, mejorar continuamente los procesos y el trabajo en equipo y practicar la honestidad y la responsabilidad social.

El país requiere de Ingenieros Mecatrónicos Agrícolas con la preparación y capacitación adecuadas para hacer frente a los retos que plantea el crecimiento de la población y el uso de la tecnología que exige contar con una planeación de objetivos a corto, mediano y largo plazo.

La demanda de los egresados se puede considerar en tres grupos principales: el sector industrial, el agrícola y el de la investigación.

a) Sector industrial:

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la producción industrial del país creció 2.8% en el último mes de 2016 respecto a diciembre de 2013, con base en cifras desestacionalizadas. Esta tendencia se muestra en la Figura 9.

De esta manera, el desarrollo del sector industrial va en crecimiento, y con él, las necesidades de implantación de sistemas eficientes que le permitan tener un aumento en la competitividad, lo que ha abierto el mercado a la tecnología de la automatización, aunado a una gran demanda de profesionales capaces de introducir ésta tecnología en el sector productivo.

La industria en nuestro país, aún tiene un bajo nivel de automatización debido al alto costo y la escasa cantidad de mano de obra de profesionales capaces de diseñar, implantar y operar esta tecnología. Sin embargo, la aceptación de los sistemas automatizados está ganando cada vez más un lugar en la solución de los problemas industriales.

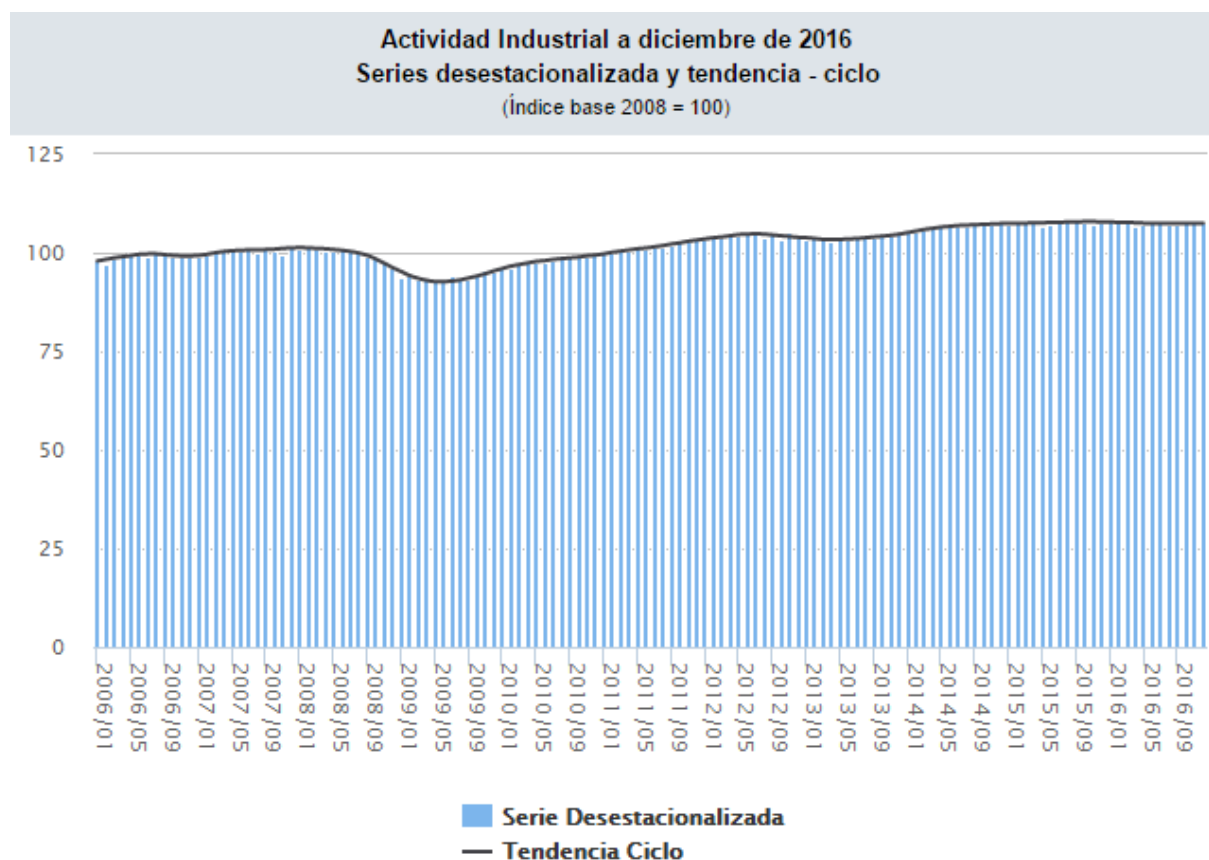


Figura 9. Cifras desestacionalizadas y tendencia-ciclo de la actividad industrial a noviembre de 2013. Fuente: INEGI (2017).

La introducción al mercado de profesionales especializados en el campo de la mecatrónica ocasionará que la implementación de estos sistemas reduzca sus costos, lo cual posteriormente se verá reflejado en un sector industrial más competitivo y capaz de afrontar las necesidades de un mercado global.

b) Sector Agrícola.

Vivimos una agricultura post-revolución verde. El paradigma de la revolución verde está agotado y superado desde hace tiempo, cuestionado fuertemente por el cambio climático y por el nuevo paradigma tecno-económico y organizacional generado a partir de los desarrollos de las tecnologías de la información y comunicación y de la biotecnología moderna.

Un paradigma es un conjunto de valores, conceptos y definiciones que permiten abordar un problema o tema y configuran determinadas formas de entender el mundo y de intervenirlo. Desde una perspectiva más específica, un paradigma tecnológico está “asociado a la realización de oportunidades logradas por los cambios de las características técnicas fundamentales de o los

“artefactos” que lo caracterizan” (CEPAL 2008, citado por Barrera, 2011)¹. Desde una perspectiva más amplia, la idea de paradigma tiene que ver con la forma de concebir y “hacer” agricultura, de promover la modernización agrícola y de medir el desempeño sectorial.

El paradigma tecnológico de la revolución verde es hijo de la sociedad industrial y del fordismo alimentario. Tal revolución está vinculada con una determinada forma de entender la modernidad y de impulsar la modernización, dado que se desarrolló en un clima intelectual donde se concebían un modelo de modernidad y una sola trayectoria para alcanzarla. La revolución verde se dio en un tiempo en el que la humanidad creaba nuevos riesgos, pero no se tenía conciencia ni se actuaba sobre ellos.

El núcleo del desafío tecnológico de la revolución verde fue el aumento de los rendimientos por hectárea (principalmente del trigo, arroz y maíz) para combatir de esa forma el hambre. Pero no se consideraron el recurso agua, ni las consecuencias ambientales negativas generadas por el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, ni el uso intensivo de combustibles fósiles generadores de gases efecto invernadero, ni las repercusiones sociales que podían generar algunas decisiones, entre otros.

El nuevo paradigma post revolución verde, conocido como “economía del conocimiento”, “era digital”, entre otras denominaciones, se genera según (CEPAL, 2008) a “partir de innovaciones que son capaces de redefinir la trayectoria no solo de los ámbitos tecnológico y económico, sino también del social”, además, en momentos en que las ciencias y tecnologías empiezan a buscar nuevas convergencias y los enfoques sistémicos y complejos ganan terreno. El nuevo paradigma tecnológico agrícola es parte de este nuevo clima intelectual y tecnológico mundial.

El núcleo del desafío tecnológico agrícola del siglo XXI es la producción de más, mejores y más variados alimentos y productos agrícolas no alimentarios a través de procesos productivos que:

- Generen menos gases efecto invernadero.
- Usen más eficientemente el agua.
- Ocupen básicamente la misma superficie de tierra.
- Respondan a nuevos estrés bióticos y abióticos provocados por el cambio climático.
- Estén sometidos a una mayor vigilancia de la sociedad en relación con las tecnologías utilizadas.

¹ En el caso del paradigma digital, por ejemplo, los “artefactos” son los semiconductores, los microprocesadores, los sistemas de almacenamiento de datos (Big Data), la inteligencia artificial, entre otros. En el caso del paradigma biotecnológico, son el análisis y modificación del material genético, los secuenciadores de alta velocidad, los marcadores moleculares, los genes y el ADN (CEPAL, 2008).

Todas estas son nuevas restricciones y exigencias a la producción prácticamente inexistentes en la época de la revolución verde. Una comparación entre cambios del paradigma agrícola se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Comparación de paradigmas del desarrollo tecnológico agrícola.

Aspecto	Revolución verde	Nueva revolución agrícola
Concepto central	Investigación	Innovación
Objetivo principal de la investigación / innovación	Aumento de rendimientos y resistencia a plagas y enfermedades.	Aumento de rendimientos, incremento de la estabilidad de los sistemas productivos, mejoramiento de la calidad de los productos y uso sustentable de los recursos naturales.
Enfoque	Centrado en la oferta y en la producción primaria. La investigación prioriza solo algunos cultivos.	Centrado en la demanda de las empresas y en innovaciones a lo largo de toda la cadena. La innovación incorpora una amplia gama de productos.
Tecnología principal	Mejoramiento genético convencional.	Biotecnología, TIC y nanotecnología.
Tipo de insumos	Crecientemente químicos.	Crecientemente biológicos. Importancia de la biodiversidad.
Actores principales de la investigación - innovación	Instituciones públicas.	Empresas privadas e instituciones públicas.
Bienes de la investigación/innovación	Bienes públicos.	Crecientemente bienes privados y bienes club.
Propiedad intelectual	Sin importancia.	Cada vez más central.
Tipo de conocimiento relevante	Explícito.	Explícito y tácito. Creciente relevancia de la gestión del conocimiento.
Características de la modernización agrícola	Ampliación de la incorporación de la racionalidad costo -	Diversas trayectorias y modelos. Mejora continua y buenas prácticas agrícolas.

	beneficio y del uso de insumos químicos.	
Medición de desempeño	Rendimiento - por hectárea.	Múltiple. Rendimiento por unidad de agua, componente activo/ hectárea, huella de carbono e hídrica.
Institucionalidad	Sistemas nacionales de investigación agrícola.	Sistemas nacionales de innovación agroalimentario.

Fuente: Barrera (2011).

En este contexto, los objetivos del desarrollo tecnológico “sectorial” son el aumento de la productividad, el mejoramiento de la calidad industrial, nutricional y organoléptica de los productos y el uso sustentable de los recursos naturales. También es “la búsqueda de estabilidad y perdurabilidad de los sistemas productivos agrícolas” (Banco Mundial, 2008 citado por Barrera, 2011).

El núcleo del desafío tecnológico agropecuario del siglo XXI es plenamente coincidente con el nuevo paradigma tecnológico de las TICs y de la biotecnología, cuyo centro es “el ahorro de materias primas y de energía mediante un proceso intensivo de uso de información, conocimiento, servicios y materia gris” (Pérez, 1998 citado por Barrera, 2011).

Desde esta perspectiva, la biotecnología y su aplicación a la agricultura y a la industria de los alimentos es un buen ejemplo de una tecnología intensiva en el procesamiento y uso de información (en este caso de información genética) y de una tecnología que ahorra energía a través de sus aplicaciones en bioprocesos de transformación agroindustrial. Del mismo modo, la utilización de las TICs en la **agricultura de precisión** es una demostración de la intensificación del uso de la información predial (y también extrapredial) y de su contribución al mejor uso de los distintos factores de producción, entre los cuales se encuentra el agua, los fertilizantes y los pesticidas, incluyendo la maquinaria agropecuaria utilizada y las fuentes de energía limpias. Los usos potenciales de la nanotecnología es la agricultura de precisión, sus aportes fortalecerán los beneficios y principales características de este tipo de agricultura.

En la era de la agricultura del conocimiento y de la nueva revolución alimentaria, la forma de medir el desempeño sectorial empieza a incorporar nuevos indicadores como el rendimiento por unidad de agua y la huella de carbono (Barrera, 2010). Probablemente cada vez más otro indicador de desempeño será el de componentes activos de los productos agrícolas por unidad de tierra o recurso hídrico. Los conceptos de “a la medida” y de “precisión” empiezan a ser centrales, como igualmente el de la diferenciación y el de la gestión de la calidad y su aseguramiento.

La Comisión Europea (2004) sostiene que la próxima oleada de innovaciones provendrá de la convergencia de cuatro tecnologías: la nanotecnología, la biotecnología, la informática y de los avances de la neurociencia. Las tres primeras están relacionadas visiblemente con el ámbito agrícola. La cuarta es menos evidente, pero es importante tener presente que los centros de investigación y las grandes empresas alimentarias mundiales están invirtiendo mayores recursos para conocer mejor la relación cerebro - alimentación.

Esta nueva agricultura es una revolución de la gestión del conocimiento y de las convergencias tecnológicas. La agricultura que empieza a emerger de esta nueva revolución es más de redes e interactiva, es más de ADN y de software, es más a la medida y de precisión, es más de *terroirs* y de *clusters* (Cuadro 10).

Cuadro 10. Cambios en la concepción y formas de hacer agricultura.

Aspecto	Revolución verde	Nueva revolución agrícola
Definición como actividad económica	Actividad primaria	Agricultura ampliada, cadenas agroalimentarias
Principal objetivo de la actividad agrícola	Proveer alimentos	Proveer alimentos e ingredientes funcionales, producción de servicios ambientales y generación de productos agrícolas no alimentarios
Tipo de empresa	Fordista – tayloriana	Responsable, adaptativa y flexible
Obsesión de la cadena	Cantidad y rendimiento	Calidad, innovación y reputación
Tipo de productos	Commodities	Crecientemente diferenciados
Principal característica del trabajo	Manual y rutinario	Crecientemente sofisticado y creativo
Relación con la naturaleza	Indolente	Empática y responsable
Contenido de carbono	Alta en carbono	Baja en carbono
Lógica del manejo de la actividad agrícola	Uniforme	A la medida y de precisión
Tipo de agricultura	Homogénea	Plural. Más de redes e interconectada. Más de <i>terroirs</i>
Tipo de economía	Economía industrial	Economía del conocimiento. Bioeconomía

Fuente: Barrera (2011).

La agricultura del siglo XXI se sustenta también en un nuevo tipo de empresa y de trabajo, y principalmente en una relación más empática con los recursos naturales y la naturaleza. Esta agricultura se concibe cada vez más como pilar de la bioeconomía y como una actividad clave para enfrentar el cambio climático.

c) Investigación.

La investigación requiere de profesionales con una sólida formación en física, matemáticas, mecánica, fundamentos para la aplicación de los dispositivos electrónicos, teoría de los circuitos, teoría de control, instrumentación y lenguajes de programación, para ser aplicados en el diseño de máquinas, diseño de sistemas, automatización y control de procesos, robótica, integración de sistemas inteligentes y electrónica moderna.

La Ingeniería en Mecatrónica Agrícola permitirá que el sector de la investigación cuente con profesionales que dominen los conocimientos para concebir, elaborar y administrar proyectos de investigación aplicada, robótica y control, gestión de información, entre otras líneas. Una muestra de la creciente inversión en investigaciones en el sector agricultura y alimentos se muestra en la Figura 10.

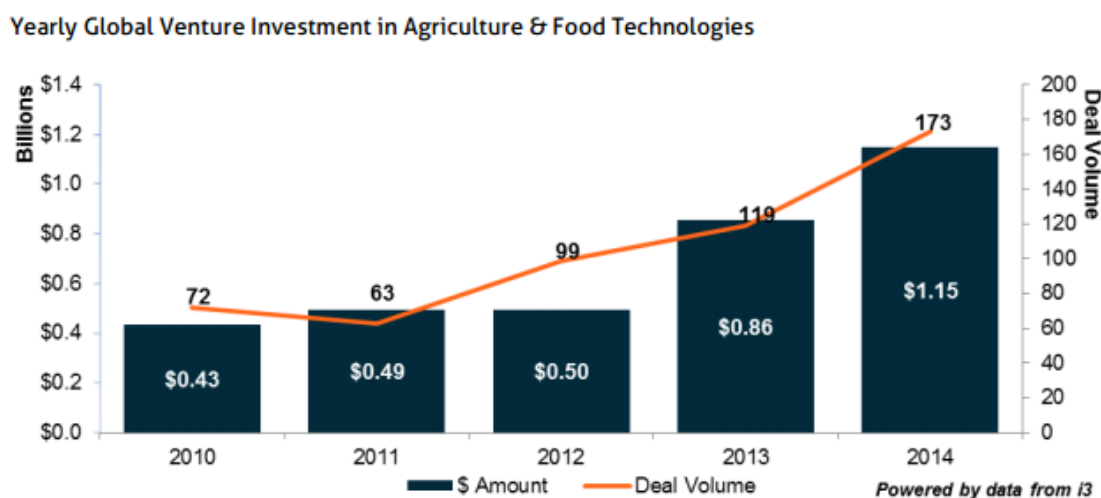


Figura 10. Montos económicos y volumen de oferta para investigaciones en agricultura y alimentos. Fuente: Cleantech Group (2016)

La versatilidad de la Ingeniería Mecatrónica Agrícola permite tener un desarrollo profesional en una amplia gama de áreas que involucran a los cuatro sectores económicos representados en la Figura 11 y que se relacionan a continuación:

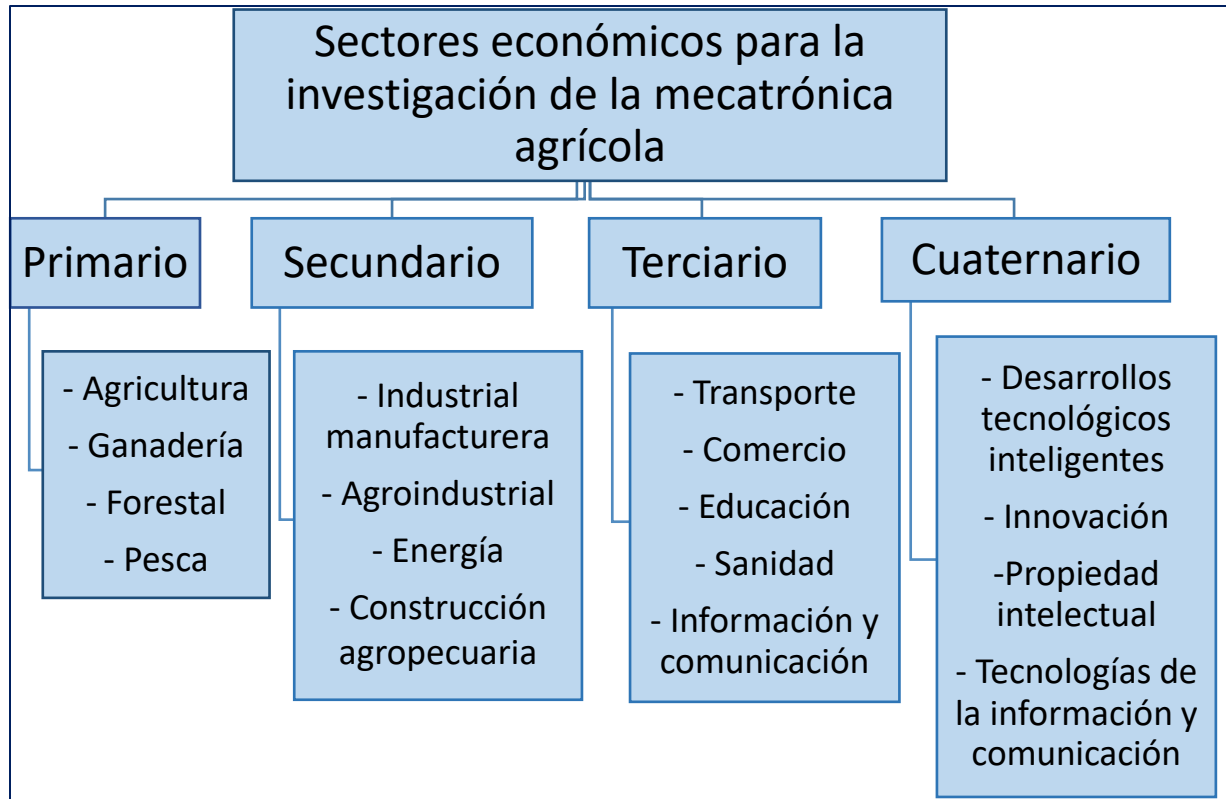


Figura 11. Sectores de la economía y actividades donde se pueden desarrollar investigaciones.

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Automatización Industrial y agroindustrial inteligente.
- ✓ Robótica.
- ✓ Diseño asistido por computadora (CAD).
- ✓ Manufactura asistida por computadora (CAM).
- ✓ Sistemas Flexibles de Manufactura (FSM).
- ✓ Ingeniería de Manufactura por computadora (CAE)
- ✓ Redes de Comunicación Industrial y servicios inteligentes.
- ✓ Control Numérico Computarizado (CNC).
- ✓ Microprocesadores y Microcontroladores.
- ✓ Control Inteligente de procesos e instalaciones industriales y agroindustriales.
- ✓ Gestión de grandes bases de datos (Big data) en la agricultura para optimizar procesos.
- ✓ Gestión y evaluación de proyectos de investigación y transferencia de tecnologías mecatrónicas en la agricultura, incluyendo los servicios y el comercio (cadenas productivas)
- ✓ Automatización y robótica.
- ✓ Diseño de productos mecatrónicos.
- ✓ Desarrollos afines a la Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

- ✓ Desarrollo de nuevas tecnologías y procesos.
- ✓ Modernización del sector productivo y de servicios.
- ✓ Diseño y mejora de la calidad de los productos manufacturados.
- ✓ Diseño y transferencia de tecnologías relacionadas con fuentes alternas de energía
- ✓ Sistemas de evaluación de la variabilidad espacial y temporal de predios, como:
 - Sistemas de guía de mecanización en predios (GPS, DGPS, RTK, Sistemas ajustados al usuario).
 - Sistemas de información geográficos y su relación con manejo predial.
 - Remote Sensing bases y elementos usados (satélite, micro satélites, aerotransportados, UAV (drones), terreno y portátiles), usos frecuentes y potenciales.
 - Sensores de evaluación edáfica (evaluación de variación de suelo).
 - Evaluación temporal de variables de producción (asociado a efectos potenciales ejercido por cambio climático).
 - Estadística espacial y data analytics.
 - Integración de información espacial.
 - Efectos del Clima y variables estáticas (edáficas) sobre las plantas y su relación espacial, asociado a potenciales diferenciadores de sitio (terroir de componentes funcionales digital).
- ✓ Sistemas de aplicación variable y logística de control, como:
 - Sistemas de control variable de: Semillas, Pesticidas, Fertilizantes (sólidos y líquidos), y Riego.
 - Control de acciones en campo en tiempo real.
 - Sistemas de control de cosecha, sensores de gestión en cosecha.
 - Plataformas de gestión de acciones de control, asociados a sistemas de monitoreo continuo del tipo web enabled.
 - Conexión de gestión de campo y resto de cadena de producción (trazabilidad).
- ✓ Sistemas de detección y estimación ópticos, como:
 - Sistemas de auto guía basados en sistemas ópticos.
 - Sistemas ópticos para detección de malezas.
 - Bases de Quimiometría para analítica de espectrografía de cultivos.
 - Evaluación de características de calidad y rendimiento de fruta mediante sistemas ópticos.
 - Evaluación de material vegetal mediante sistemas espectrográficos.
 - Evaluación de déficit hídrico mediante uso de sistemas espectrográficos e integración en logística de riego.
 - Uso de cámaras hiperspectrales y espectrografía en detección enfermedades y plagas.
 - Evaluación de sistemas portátiles de evaluación espectrográficos asociados a IoT.

- ✓ Sistemas de monitoreo continuo de variables, como:
 - Sistemas de control continuo de clima y desarrollo de alertas tempranas.
 - Sistemas continuos de control de riego y desarrollo de alertas tempranas.
 - Sistemas de control continuo de evolución de cultivos (dendrómetros ópticos, etc.).
 - Sistemas de control continuo de actividad fisiológica de la planta.
 - Sistemas de control continuo de plagas.
- ✓ Robótica en Agricultura, como:
 - Bases requeridas para el desarrollo de un sistema robótico de cosecha.
 - Ejemplos de robot existentes en desarrollo y sus utilidades en diferentes cultivos.
 - Visión de un sistema completo robotizado en Japón (siembra a cosecha).
 - Visión futura de robot en agricultura.

Con base en esta información y en las necesidades actuales, se determina el valor de tener egresados con las facultades necesarias para proyectarlas en la industria del sector público y privado.

IV. FUNDAMENTO INSTITUCIONAL

a. Normatividad Institucional

De acuerdo a lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (artículo tercero, fracción VII), las universidades y las demás instituciones de educación superior a las que la ley les otorgue autonomía, tendrán la facultad y la responsabilidad de gobernarse a sí mismas; dándoles personalidad jurídica para determinar sus programas y planes de estudio. Este ordenamiento jurídico da pauta a la existencia de la Universidad Autónoma Chapingo, con todos los preceptos marcados en la Ley General de Educación y el Estatuto de la Universidad.

El Estatuto de la Universidad Autónoma Chapingo constituye la ley fundamental de la UACH, estableciendo en sus articulados lo siguiente (UACH, 1978):

Artículo 1º.- La Universidad Autónoma Chapingo es un organismo descentralizado del Estado, con personalidad jurídica, patrimonio propio y sede de gobierno en Chapingo, Estado de México.

Artículo 3º.- La Universidad Autónoma Chapingo tiene como objetivos:

- I. Impartir educación de nivel medio y superior (Técnico, de Licenciatura y de Postgrado) para formar personal docente, investigadores y técnicos con juicio crítico, democrático, nacionalista y humanístico y un elevado espíritu por el trabajo, que los capacite para contribuir a la solución de los problemas del medio rural.
- II. Desarrollar la investigación científica, básica y tecnológica, ligada a la docencia para obtener el mejor aprovechamiento económico y social de los recursos agropecuarios, forestales y otros recursos naturales del País y encontrar nuevos procedimientos que respondan a las necesidades del desarrollo nacional independiente.
- III. Preservar, difundir y acrecentar la cultura y promover la realización del hombre especialmente en el medio rural para lograr una sociedad más justa y creadora.
- IV. Propiciar la libre investigación a través de la participación de alumnos y personal académico en un proceso educativo abierto a todas las corrientes del pensamiento.
- V. Promover la formación de profesionales de alto nivel conforme a los programas académicos y de investigación que colaboren al establecimiento de una estrategia viable para combatir el subdesarrollo.
- VI. Pugnar porque las innovaciones científicas y tecnológicas lleguen oportunamente al sector rural, a fin de promover el cambio social para lograr un mejor nivel económico y cultural de sus miembros.
- VII. Procurar en coordinación con otras instituciones de carácter agrícola, una adecuada planificación de la agricultura, especialmente de la de temporal, atendiendo a los aspectos ecológicos, de crédito, mecanización agrícola, perfeccionamiento de sus

técnicas de producción e industrialización, fertilizantes, sanidad vegetal, seguridad agrícola, comercialización agrícola, formas de organización, servicios asistenciales y otros a fin de elevar la productividad, ingresos y nivel de vida de los campesinos y otros trabajadores del campo.

Artículo 4º.- La Universidad para cumplir con sus objetivos, se basará en los principios de libertad de cátedra y de investigación.

Artículo 5º.- Para realizar su función, la Universidad establecerá Unidades Regionales, Divisiones, Departamentos, Programas y Centros Regionales de acuerdo a sus objetivos, necesidades educativas y de funcionamiento y recursos de que disponga.

La Universidad para cumplir con las funciones sustantivas (actividades académicas, investigación, servicio y difusión de la cultura) que se hacen referencia en el Estatuto Universitario y en el Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025, cuenta con reglamentos y lineamientos que permiten regular los procedimientos, homogenizar criterios, bases y fundamentos y definir funciones y atribuciones. Los reglamentos vinculados con las actividades académicas a nivel Institucional son los siguientes:

- ✓ Ley que crea la Universidad Autónoma Chapingo (1977).
- ✓ Reglamento Interno del H. Consejo Universitario (1991).
- ✓ Reglamento de la Comisión Académica del H. Consejo Universitario (2008).
- ✓ Reglamento para la Autorización, Aprobación y Registro de Planes y Programas de Estudio (2009).
- ✓ Lineamientos para la Creación e Implementación de Programas de Diplomado, Cursos y Seminarios en General (1996).
- ✓ Reglamento para la Autoevaluación de Programas Educativos (2001).
- ✓ Contrato Colectivo de Trabajo (2015).
- ✓ Manual de Normas y Procedimientos de los Proyectos de Formación para el Apoyo al Desarrollo Académico del Personal Docente (2010).
- ✓ Reglamento del Programa de Estímulos al Desempeño Docente (2004).
- ✓ Reglamento de Promoción por Productividad y Experiencia del Personal Académico de la Universidad Autónoma Chapingo (2013).
- ✓ Reglamento del Proceso de Admisión por Concurso a los Niveles Medio Superior y Superior de la Universidad Autónoma Chapingo (2006).
- ✓ Reglamento Académico de Alumnos (1981).
- ✓ Reglamento del Programa Institucional de Tutorías (2010).
- ✓ Reglamento Disciplinario (1989).
- ✓ Reglamento para la Prestación del Servicio Social Universitario (1990).
- ✓ Lineamientos sobre Planes de Regularización y de Movilidad de Alumnos (2001).
- ✓ Lineamientos de Intercambio Académico de Estudiantes (2001).

- ✓ Reglamento de Intercambio Académico de Estudiantes (2001).
- ✓ Normas para Regular las Actividades Foráneas de Campo en la UACH (2003).
- ✓ Reglamento para las prácticas de campo internacionales en el nivel de licenciatura de la Universidad Autónoma Chapingo (2016).
- ✓ Reglamento de Estancia Pre Profesional para el Nivel Licenciatura de la UACH (s.f.)
- ✓ Reglamento de Titulación para Nivel Licenciatura (2009).
- ✓ Reglamento de Exámenes Profesionales (1984).

El Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola tiene su propia normatividad que considera las particularidades de su funcionamiento para cumplir con las funciones sustantivas y están alineadas con los lineamientos, disposiciones y reglamentos de la Universidad, las que se mencionan a continuación:

- ✓ Reglamento del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2012).
- ✓ Reglamento del Honorable Consejo Departamental de Ingeniería Mecánica Agrícola (2012).
- ✓ Reglamento para el Funcionamiento de las Áreas Académicas del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2012).
- ✓ Reglamento para la Evaluación del Desempeño del Personal Académico (2005).
- ✓ Reglamento de Alumnos (2005).
- ✓ Reglamento de Seguridad de los Laboratorios y Talleres (2004).
- ✓ Reglamento de la Biblioteca (2004).
- ✓ Reglamento de Sala de Cómputo (2000).
- ✓ Reglamento de viajes de estudio y prácticas de campo foráneas del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2015).
- ✓ Reglamento del concurso de oposición para el ingreso de personal académico al Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2015).
- ✓ Reglamento de servicio social del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2015).
- ✓ Reglamento de titulación del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2015).

-. Políticas de desarrollo educativo institucional

La Universidad Autónoma Chapingo, consciente de los cambios que se generan en su entorno, ha implementado un modelo de formación de profesionales con capacidad de respuesta social y productiva para enfrentar los retos que se vislumbran en el presente y el futuro. Esta respuesta se refleja en su misión y visión, expresada en el **Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025** (UACH, 2009), que dice:

Misión:

“La Universidad Autónoma Chapingo es una institución mexicana federal de carácter público que contribuye al desarrollo nacional soberano y sustentable, preferentemente del sector rural, a través del aprovechamiento racional, económico y social de los recursos naturales, agropecuarios, forestales y agroindustriales. Para ello, ofrece educación media superior, superior y de posgrado, que forma profesionales íntegros con juicio crítico, democrático y humanístico, y logra transferir oportunamente las innovaciones científicas y tecnológicas a la sociedad, sobre todo al sector rural, con el fin de mejorar su calidad de vida.

Visión:

La Universidad Autónoma Chapingo es una institución mexicana pública, pertinente, con liderazgo y reconocimiento en el nivel nacional e internacional, de alta calidad académica en la educación que ofrece, los servicios y la transferencia de las innovaciones científicas y tecnológicas que realiza, la importancia y magnitud de sus contribuciones en investigación científica y tecnológica y el rescate y difusión cultural que desarrolla. La UACH promueve la identidad y el desarrollo nacional soberano, sustentable e incluyente mediante el mejoramiento de las condiciones económicas, sociales, culturales y de calidad de vida de la población rural y marginada; educa integralmente a sus estudiantes y egresados con un juicio humanista, justo, científico, ecológico, democrático y crítico, con identidad nacional, perfil internacional y valores que les permiten ser tolerantes, emprendedores, sensibles y capaces de adaptarse a los rápidos cambios que la modernidad exige. La estructura, la organización y los programas académicos de la universidad son flexibles y con una actualización permanente, lo cual coadyuva a la educación para la vida y se refleja tanto en la presencia positiva de la institución como en el protagonismo de sus egresados en los ámbitos nacional y mundial.

Para cumplir con su Misión y Visión la Universidad Autónoma Chapingo en este documento rector plantea los siguientes objetivos estratégicos:

1. Fortalecer el modelo educativo de la Universidad Autónoma Chapingo.
2. Afianzar la calidad y la pertinencia del modelo académico universitario.
3. Generar e instrumentar políticas de vinculación e innovación tecnológica efectivas de la universidad con la sociedad.
4. Articular las funciones administrativas a las sustantivas

En el primer objetivo estratégico mencionado, se plantea que uno de los ejes estratégicos es “Consolidar el carácter nacional de la Universidad” y para su cumplimiento, se definen líneas de desarrollo, programa y estrategias como las relacionadas a continuación:

Línea de Desarrollo 1. Fortalecer y ampliar la cobertura nacional como estrategia para mejorar el impacto de la Universidad a la sociedad.

Programa 8. Crecimiento y desarrollo nacional.

Estrategia 6. Crear nuevos programas de nivel licenciatura y posgrado tanto presencial como a distancia, en los centros y unidades regionales, así como en regiones o lugares con demanda de nuevas carreras en función de su pertinencia

Línea de desarrollo 2. Cobertura académica, su contribución al proyecto de universidad nacional y su pertinencia social.

Programa 9. Diversificación de la oferta académica para afianzar el carácter nacional.

Estrategia 7. Ofrecer programas educativos a nivel licenciatura, posgrado y educación continua en la modalidad a distancia para los centros y unidades Regionales.

Por su parte, el **Plan de Desarrollo Estratégico del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola 2015-2025** (DIMA, 2015), que se encuentra alineado al PDI de la Universidad, plantea como misión y visión la siguiente:

Misión:

Contribuir al desarrollo de la mecanización y automatización de la producción agropecuaria y agroindustrial de México, a través de la formación de profesionales de alto nivel académico y sólida formación humanística, tanto en el nivel licenciatura como en el nivel posgrado; fomentando así el aprovechamiento racional, económico y social de los recursos naturales, agropecuarios, forestales y agroindustriales.

Visión:

Ser la instancia líder en los ámbitos docente, de investigación y de desarrollo tecnológico para la mecanización y automatización de la producción agropecuaria y agroindustrial de México.

En el PDE 2015-2025 se señala que una de las estrategias para fortalecer y ampliar el impacto del Departamento dentro y fuera de la Universidad es la creación de programas educativos de nivel licenciatura con pertinencia social.

En los documentos rectores PDI 2009-2025 y PDE 2015-2025 se encuentra enmarcada la creación de la carrera en Ingeniería Mecatrónica Agrícola propuesta.

b. Capacidad Institucional

La Universidad para cumplir con las funciones sustantivas y adjetivas tiene una amplia infraestructura que brinda servicios a la comunidad estudiantil, personal académico y administrativo, tales como: Auditorios, Estaciones Experimentales, Granjas Experimentales,

Unidades de Producción, Centro de Idiomas, Centro de Autoacceso en Lenguas Extranjeras, Museo, Invernaderos, Servicios Habitacionales, Comedores, Unidad Médica, Flotilla de vehículos, Unidad Deportiva, Casa de la Cultura, entre otras instalaciones de uso común.

Treinta y cuatro años de trabajo en la docencia y la investigación avalan la experiencia, potencialidad y fortaleza del DIMA como DEIS dentro de la Universidad Autónoma Chapingo.

Hoy, es un departamento consolidado estructuralmente, su comunidad funciona según los reglamentos de la UACH, tiene un Consejo Departamental que sesiona regularmente, las disciplinas se agrupan por áreas académico-administrativas, con un responsable y ha desarrollado un fuerte trabajo metodológico a nivel de la carrera que imparte y de las asignaturas que lo sitúan a la vanguardia de los DEIS de la UACH, aunado a un serio esfuerzo en desarrollos tecnológicos de máquinas e instalaciones agropecuarias y agroindustriales.

c. Instalación y equipo específico

El DIMA cuenta con la siguiente infraestructura para el trabajo docente y de investigación de este programa:

✓ Laboratorios

Laboratorio de prueba de motores de combustión interna

Descripción:

Este laboratorio tiene como propósito la investigación y la docencia. En él se pueden realizar investigaciones y prácticas sobre los motores, relacionadas con su explotación, mantenimiento, diagnóstico y reparación tanto en motores solos, como aquellos montados en los tractores; lo cual permite determinar en éste último, los gastos energéticos en las transmisiones y demás agregados del tractor. Se cuenta con tres bancos de prueba de motores, de los cuales dos son para diésel y uno para gasolina.

Laboratorio de electricidad y electrónica

Descripción:

Este laboratorio es de carácter docente y de investigación y tiene con los medios necesarios en lo referente a la electrónica y la electricidad. Cuenta con equipamiento actualizado como son: motores eléctricos didácticos, electrodinamómetros, transformadores, osciloscopios, entre otros equipos y componentes para realizar aplicaciones eléctricas y electrónicas.

En este laboratorio se pueden realizar investigaciones que requieren de la electrónica para su funcionamiento, se elaboran circuitos impresos y se combinan con sensores y controles para resolver problemas prácticos de la ingeniería mecatrónica agrícola.

Laboratorio de hidráulica, neumática y automatización

Descripción:

Este laboratorio tiene como propósito la docencia y la investigación. El equipamiento con que cuenta es moderno y se encuentra en plena capacidad de trabajo contando con sensores, actuadores, bombas hidráulicas, compresor, banco didáctico hidráulico, banco didáctico neumático, robot educativo.

Utilizando estos medios se pueden determinar los parámetros y los sistemas que se investigan con el objetivo de optimizar el diseño. Estas investigaciones se pueden realizar, tanto en simulación estacionaria como dinámica en base a su unidad electrónica.

Para los trabajos de investigación y actividades académicas de diferentes sistemas automatizados, así como para aprender como programarlos, el laboratorio cuenta con un control lógico programable y válvulas electro y neumohidráulicas.

En este laboratorio es posible realizar investigaciones y prácticas sobre sistemas hidráulicos y neumáticos de la técnica agrícola y agroindustrial y a sus elementos, tales como: válvulas, motores, actuadores, etc., con el objetivo de determinar su funcionamiento y límites de seguridad de los sistemas. También pueden realizarse mediciones de parámetros estáticos y dinámicos de presión, desplazamiento y velocidad en función del tiempo.

En lo referente a la automatización cuenta con la posibilidad de montar sistemas neumáticos o hidráulicos con control automático existentes en la agroindustria y en la técnica agrícola, lo que permite determinar tanto su funcionamiento como sus parámetros.

Laboratorio de electricidad automotriz

Descripción:

Este laboratorio apoya las actividades académicas-investigativas del Programa Educativo y para ello, cuenta con un banco moderno de comprobación de los sistemas eléctricos de los tractores y automóviles, con el cual es posible garantizar y comprobar el funcionamiento de motores de arranque, alternadores, generadores, distribuidores y reguladores de voltaje, así como los circuitos de encendido, de alumbrado y señalización, entre otros.

Laboratorio de inyección diésel

Descripción:

Este laboratorio brinda servicios a los cursos del Programa Educativo y apoya la investigación. Se encuentra equipado con bancos modernos para determinar el funcionamiento, regulación y prueba de los inyectores y bombas de inyección de los motores diésel. Además tiene diferentes escáneres para prácticas de diagnóstico de vehículos automotriz.

Laboratorio de prueba de materiales

Descripción:

Este laboratorio está dedicado a la docencia e investigación. En el mismo se determinan las propiedades mecánicas de los materiales biológicos. Cuenta con una técnica moderna computarizada para la realización y registro de los experimentos sobre estos materiales los cuales son investigados en la Máquina Universal de Ensayos Mecánicos. Además cuenta con un cromatógrafo de gases.

Laboratorio de energía

Descripción:

El laboratorio cuenta con equipamiento para la docencia e investigación, mismos que se utilizan para medir directamente las pérdidas en tuberías de diferentes diámetros y en algunos dispositivos como son: placa de orificio; para caracterizar los flujos en algún dispositivo de interés, como resultado se obtienen los campos de velocidad y vorticidad del flujo en cuestión; para probar modelos a escala para visualizar flujos en diferentes dispositivos y otros relacionados con el campo de la energía alternativa. También tiene un túnel de viento, entre otros equipos necesarios para el desarrollo de las actividades prácticas del Programa Educativo.

Laboratorio de mecánica

Descripción:

Este laboratorio esta dedico fundamentalmente a la docencia. Está equipado para realizar prácticas de mecánica, cuenta con equipos para realizar pruebas de deflexión y reacción, esfuerzos, torsiones, entre otros.

Laboratorio de metrología

Descripción:

El laboratorio está equipado para brindar servicio a la docencia e investigación. El equipamiento disponible se utiliza para realizar mediciones especiales como son: redondez y cilindridad, para la medición precisa de parámetros estáticos y dinámicos de las máquinas, sistemas y piezas que se utilizan en los procesos que se desarrollan en la mecanización y automatización agrícola.

Laboratorio de física y mecánica de suelos

Descripción:

El laboratorio es de reciente creación y su función principal es brindar servicio a la docencia e investigación. El equipamiento es moderno y se utiliza para determinar propiedades del suelo tales como: humedad, curva tensión-humedad, conductividad eléctrica, conductividad hidráulica, infiltración, densidad aparente, resistencia al corte de la veleta, resistencia a la penetración, textura, entre otras.

Laboratorio de mecatrónica

Descripción:

El laboratorio se creó a finales del año 2016 y su equipamiento es aun deficiente para brindar un servicio con calidad tanto para la docencia como para la investigación. Está equipado con multímetros, equipos para soldar componentes electrónicos y accesorios electrónicos y de control.

Laboratorios de cómputo

Descripción:

El DIMA cuenta con tres Laboratorios de Cómputo para la docencia y la investigación, equipados con un moderno sistema de computación que posee acceso a internet, “scanner”, impresoras láser, máquinas computadoras modernas y un “ploter”, además, con tres técnicos (con nivel maestría) que brindan servicio de mantenimiento y apoyo.

✓ Talleres

Talleres de soldadura

Descripción.

El taller brinda servicio para la docencia e investigación. Está equipado para realizar diferentes prácticas de soldadura como son: arco eléctrico, oxiacetileno, SMAW, GMAW y GTAW de CD con

aplicación de CC y VC. Además apoya en la construcción de equipos y maquinarias de diferentes proyectos de cursos y tesis.

Taller de máquinas herramientas convencionales

Descripción.

Este taller apoya las actividades de docencia e investigación. Están equipados con máquinas herramientas como: tornos, fresadoras, taladradoras, cizalla, entre otras. Además apoya en la construcción de equipos y maquinarias de diferentes proyectos de cursos y tesis.

Taller de diseño y manufactura asistido por computadora (CAD/CAM)

Descripción.

El taller apoya las actividades docentes y de investigación, está equipado con un centro de maquinado vertical y dos tornos de control numérico. Además cuenta con software especializado para elaborar los programas requeridos por las máquinas para la construcción de piezas. También apoya en la construcción de equipos y maquinarias de diferentes proyectos de cursos y tesis.

Taller de diseño de maquinaria agrícola

Descripción.

El taller apoya la docencia e investigación, en esta área los estudiantes y personal académico construyen diferentes prototipos de equipos y máquinas. Se encuentra equipada con: pantógrafo, dobladora, equipos para soldar, cortadoras, seguetas, entre otras máquinas.

Taller de mantenimiento y reparación

Descripción.

En este taller se desarrollan fundamentalmente actividades prácticas relacionadas con las materias del plan de estudio. Está equipado con diferentes tipos de tractores y de motores, así como herramientas necesarias para el desarme y armado de los mismos.

Taller de maquinaria agrícola

Descripción.

El taller brinda servicio a las actividades docentes y de investigación, cuenta con un parque de maquinaria agrícola compuesto por cosechadoras y aspersoras autopropulsadas, tractores de diferentes marcas y potencia, arados, cultivadores, rastras de discos, picadora choper de forraje, segadora de tambores, rastrillos mecánicos, aspersoras de diferentes tipos, sembradoras de varios tipo, fertilizadoras, máquinas de laboreo mínimo, etc.

✓ Campo Experimental

Descripción.

El DIMA cuenta con áreas experimentales para realizar las actividades prácticas de los cursos que utilizan maquinaria agrícola, además brinda servicios a otros DEIS. También apoya actividades de servicio e investigación como son: pruebas y evaluación de la maquinaria agrícola, capacitación de productores, entre otras.

✓ Salones de Clases

Descripción.

El Departamento cuenta con 8 aulas disponibles para atender a los estudiantes de licenciatura, equipados con pizarrón, butacas, banco para proyector y pantalla. Con ello se está en capacidad de recibir hasta un máximo de dos grupos por generación.

✓ Servicio Bibliotecario

1. Biblioteca Central

Para la ejecución de este Programa Académico se cuenta con el acervo bibliográfico que posee la Biblioteca Central de la UACH, que está a disposición de toda la Universidad (Cuadro 11).

La Biblioteca Central brinda los servicios de préstamo interno, externo e interbibliotecario, biblioteca digital, servicio de consulta, sala de consulta vía internet, internet inalámbrico, préstamos de cubículos, reproducción de documentos, encuadernación, sala de lectura y estantería abierta.

Cuadro 11. Acervo bibliográfico de la biblioteca central de la UACH.

Denominación	Cantidad
Libros	107 000 + de 50 000 títulos digitales
Folleto	17 800
Tesis	+ de 27 000
Fondo reservado	2 500
FAO	14 500
Mapoteca	10 000
Hemeroteca	+ 313 219
Colección UACH	2 500
Colección INEGI	1 800

Fuente: Biblioteca Central de la UACH.

2. Biblioteca del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola

El DIMA cuenta con una biblioteca especializada en Ingeniería Mecatrónica Agrícola la que está completamente a disposición de este Programa Educativo y tiene el acervo bibliográfico que se muestra en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Acervo bibliográfico de la biblioteca del DIMA.

Denominación	Cantidad
Número de títulos relacionados con el Programa	1947
Número de títulos de consulta general	637

Fuente: Biblioteca del DIMA.

✓ Medios Automotores

El DIMA cuenta con seis medios de transporte propios, así como con los servicios que ofrece la Subdirección de Servicios Generales de la UACH.

d. Estructura organizativa del DIMA

El DIMA para el desarrollo de las funciones sustantivas: enseñanza, investigación, servicio y difusión se organiza mediante las siguientes dependencias (Figura 12):

- Subdirección Académica

- Subdirección de Investigación
- Subdirección Administrativa
- Coordinación del posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua (IAUIA)



Figura 12. Estructura orgánica general del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola.

Fuente: DIMA (2013).

Además la Subdirección Académica para su funcionamiento se divide en las siguientes áreas académicas: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada y Ciencias Económicas, Sociales, Humanísticas y otros cursos.

e. Estudio financiero

Es importante señalar que el presupuesto de la Universidad Autónoma Chapingo, y por tanto de los Departamentos (DEIS) y Unidades Básicas de Programación y Presupuesto (UBPP) que la integran, depende de los recursos económicos que la Universidad recibe como subsidio federal.

La distribución interna de este subsidio, sumado a los recursos propios que cada Departamento genera por distintas vías, constituyen el presupuesto anual que cada DEIS puede ejercer.

En el Cuadro 13 se muestran los indicadores principales del proyecto de egresos del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola en los últimos años.

Cuadro 13. Presupuesto de gastos del DIMA.

Propósito	Cantidad (pesos mexicanos)					
	Año					
	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Viaje de Estudio	542,900.00	361,168.00	661,847.00	736,098.00	885,677.00	866,961.00
Prácticas de Campo	1,424,000.00	1,927,200.00	2,338,200.00	2,795,600.00	2,963,600.00	4,687,245.00
Gasto de Administración	383,800.00	1,533,582.00	1,520,503.00	1,672,902.00	1,905,748.00	3,355,839.00
Mantenimiento de Infraestructura	1,024,100.00	608,250.00	727,450.00	803,000.00	930,475.00	
Biblioteca	76,400.00	79,500.00	83,500.00	86,400.00	120,000.00	123,800.00
Arrendamiento de bienes informáticos			720,100.00	60,000.00		
Materiales y equipos de seguridad				150,000.00		

Fuente: Elaboración propia.

En el año 2011, 2013 y 2014 se asignaron para mantenimiento menor adicionalmente al proyecto de egreso un total de 3,814,343.02, 8,496,059.02 y 1,000,000.00 pesos, respectivamente.

En el año 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015 se asignaron al capítulo 5 000 (inversión) un total de 2,126,162.00, 4,258,116.00, 5,869,915.00, 491,290.80 y 433,738.41 pesos para la adquisición de equipos para los laboratorios y talleres, respectivamente.

En el año 2016 se asignaron para acreditación de carreras y para mobiliario para aulas, laboratorios, cubículos y biblioteca 68,904.80 y 638,000.00 pesos, respectivamente.

Para la implementación de la nueva carrera, el gasto en operación será el que asigna la Universidad a las UBPP en correspondencia con el número de alumnos vigentes, en el proyecto anual de distribución presupuestal que elabora la Coordinación de Finanzas, y aprueba el H. Consejo Universitario. En inversión se va a requerir un monto de \$ 357 691.00 en el tercer año, y la contratación de dos profesores para las materias de control, robótica y automatización, si

para esa fecha no existe personal académico preparado en la institución. Con la planta académica del DIMA y de otras instancias académicas de la UACH que existe actualmente, se cubre la mayoría de las materias propuestas en el plan de estudios de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

El gasto de inversión a dos años es en equipamiento moderno para el laboratorio de mecatrónica, cuyos conceptos y montos se relacionan en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Requerimiento de inversión a dos años.

Cantidad	Concepto	Costo unitario (pesos mexicanos)	Costo total (pesos mexicanos)
1	Osciloscopio digital de banco 200 MHz. Tektronix TBS1202B-EDU	28 779.00	28 779.00
1	Fuente de Poder DC Triple 375 watts. GW Instek GPC-3060D	25 379.00	25 379.00
1	Generador de Funciones Analógico 5 MHz. GW Instek GFG-8255A	8 833.00	8 833.00
1	Osciloscopio digital de señales mixtas de banco 1GHz. Tektronix MDO3102	249 127.00	249 127.00
1	Kit Analizador y Registrador de Calidad Eléctrica WiFi Clase A. MYeBOX-150-4FLEXR45	45 573.00	45 573.00
Total			357 691.00

Fuente: Elaboración propia

f. Perfil del personal académico del DIMA

En el DIMA trabajan 4 directivos; 40 académicos de base o tiempo indeterminado y 5 por contrato, todos de tiempo completo; 24 trabajadores administrativos de base, y 3 por contrato.

El perfil del personal académico que labora en el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola aparece en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Personal del DIMA y su perfil.

Grupo de Materias	Nombre del Académico	Perfil	Título o Grado
CIENCIAS BÁSICAS	Carlos Alberto Villaseñor Perea	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	Raquel Salazar Moreno	Ing. Agron. en Indus.	Doctorado
	Abraham Rojano Aguilar	Ing. en Irrigación	Doctorado
	Gilberto Ángel Navas Gómez	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	María del Rosario Venegas Ordoñez	Bióloga	Doctorado
	Martín Soto Escobar	Ing. Mec. Agr.	Maestría
	Esteban Isidro Pioquinto	Ing. Mec. Agr.	Maestría
	José Manuel Rabelo Miranda	Ing. Mec. Agr.	Maestría
	Oscar Omar Orozco Sánchez	Ing. Sistemas	Maestría
	Edgar Ramírez Galeano	Ing. Sistemas	Maestría
	Enrique Guzmán Ramírez	Ing. Sistemas	Maestría
	Marco Antonio Rojas Martínez	Ing. Mec. Agr.	P. Maestría
	Ramón Lobato Silva	Ing. Irrigac.	P. Licenciatura
	Bonifacio Gaona Ponce	Ing. Mec. Agr.	P. Maestría
	Gilberto de Jesús López Canteñs	Ing. en Riego y Drenaje	Doctorado
	Raziel Domínguez Flores	Ing. en Mecatrónica	P. Maestría
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	Efrén Fitz Rodríguez	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	Martín Hidalgo Reyes	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	Omar Reséndiz Cantera	Ing. Mec. Agr.	Maestría
	María Victoria Gómez Águila	Ing. Mecánico	Maestría
	Vladimir Berenguer Pina	Ing. Mec. Agr.	P. Doctorado
	Luis Lorenzo Jiménez y García	Ing. Civil	P. Maestría
	Samuel García Silva	Ing. Agron. Fitotec.	Doctorado

INGENIERÍA APLICADA	Noel Chávez Aguilera	Ing. Agron. Suelos	Doctorado
	Eugenio Romantchik K	Ing. Mecánico	Doctorado
	Luciano Pérez Sobrevilla	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	Pedro Cruz Meza	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	Pedro Ramón Mayans Céspedes	Ing. Mec. Agr.	Doctorado
	Francisco Muñoz Gómez	Ing. Mec. Eléc.	P. Doctorado
	José Ramón Soca Cabrera	Ing. Mecánico	Maestría
	J. Guadalupe Gaytán Ruelas	Ing. Mec. Agr.	P. Doctorado
	Manuel A. García de la Rosa	Ing. Agron. Fitotec.	P. Maestría
	Abraham Cortés Hernández	Ing. Mec. Agr.	Licenciatura
	Servando Mario Lugo Arredondo	Ing. Mec- Elect.	P. Ingeniería
	Joaquín Morales Vidal	Ing. Mec. Agr.	P. Licenciatura
	Hermes Ángel López Casarrubias	Mec. Automot.	Tec. en Mec. Autom.
	Moisés Velázquez Beltrán	Ing. Mec. Agr.	P. Licenciatura
	Juan Carlos Olguín Rojas	Ing. en Electrónica	Maestría
	Jesús Fernando García de la Torre	Ing. Mec. Agr.	Licenciatura
	Cornelio Hernández Juárez	Ing. Mec. Agr.	Licenciatura
	Bonifacio Quezada Gonzaga	Ing. Mec. Agr.	Maestría
	Luis Daniel López Zea	Ing. Mec. Agr.	P. Maestría
CIENCIAS SOCIALES, HUMANIDADES Y OTROS CURSOS	Luciano Velázquez Palmeño	Físico	Maestría
	Víctor Huerta Orellán	Ing. Econ. Agric.	Maestría
	Raúl Santiago Pinelo	Ing. Agron. Fitotec.	P. Maestría

Fuente: Elaboración propia.

En el DIMA laboran 33 profesores - investigadores y 12 técnicos académicos, todos de tiempo completo. De los doce técnicos académicos, uno tiene el grado de doctor, cuatro de maestría, uno pasante de maestría, dos tienen nivel de licenciatura y los demás son pasantes de licenciatura o técnico. La composición actual de la planta académica, de acuerdo a su nivel, se muestra en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Composición académica del personal del DIMA.

Título o Grado	Cantidad	% del total
Técnico	1	2
Pasante de Licenciatura	4	9
Licenciatura	3	7
Pasante de Maestría	7	15
Maestría	13	29
Pasante de Doctorado	3	7
Doctorado	14	31
Total	45	100

Fuente: Elaboración propia.

Del total de académicos que laboran en el DIMA más del 50 % tiene un grado académico, maestría o doctorado, lo que indica que se cuenta con una plantilla académica con un alto nivel científico-técnico.

El personal académico del DIMA ha participado en cursos pedagógicos relacionados con el enfoque por competencias en la educación, durante el periodo 2015-2016 y está haciendo un esfuerzo en su actualización disciplinar para colaborar activamente en el programa educativo en Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

Además se cuenta con el apoyo de personal académico de servicio de la UACH con especialización en las áreas disciplinares que integran el plan de estudios de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola, mismos que participarán en la impartición de los cursos obligatorios y optativos. A continuación se relacionan los profesores investigadores que apoyarán en la carrera (Se anexa oficio de compromiso) (Cuadro 17).

Cuadro 17. Profesores investigadores de la UACH que brindaran servicio a la carrera.

No. de empleado	Nombre del profesor	Departamento de Adscripción	Título o Grado	Perfil	Cursos que puede apoyar
12981	Noé Velázquez López	Irrigación	Doctor	Robótica	✓ Sensores e Instrumentación. ✓ Visión por Computadora ✓ Automatización de biosistemas ✓ Diseño de Sistemas Mecatrónicos ✓ Robótica Probabilística
9703	Ma. Magdalena	Irrigación	Maestría	Economía	✓ Administración ✓ Ingeniería Económica

	Sánchez Astello				✓ Formulación y Evaluación de Proyectos
5605	Irineo López Cruz	Preparatoria Agrícola	Doctor	Ingeniería de sistemas de control	✓ Inteligencia Artificial ✓ Control Óptimo ✓ Control Inteligente
10544	Agustín Ruiz García	Irrigación	Doctor	Biosistemas	✓ Modelación de sistemas ✓ Control Clásico ✓ Control Moderno ✓ Cinemática de Robots ✓ Dinámica y Control de Robots ✓ Control inteligente
9134	Mario Alberto Vázquez Peña	Irrigación	Doctor	Hidrociencias	✓ Métodos Estadísticos ✓ Programación Orientada a Objetos ✓ Electrónica Analógica y Digital ✓ Sensores e Instrumentación
5590	José Armando Ramírez Arias	Preparatoria Agrícola	Doctor	Biosistemas	✓ Programación ✓ Estructura de Datos y Algoritmos ✓ Electrónica Analógica y Digital ✓ Sistemas de comunicación ✓ Sistemas Digitales Embebidos
9673	Jonás Torres Montealbán	Preparatoria Agrícola	Doctor	Física	✓ Termodinámica ✓ Electricidad y Magnetismo ✓ Termofluidos ✓ Circuitos Eléctricos ✓ Ingeniería y Tecnologías de las Energías Renovables ✓ Proyecto Integrador de Ingeniería I, II y III
11440	Igmar Cedrell Rosas López	Preparatoria Agrícola	Doctor	Física	✓ Estática ✓ Análisis Matemático ✓ Álgebra Lineal

					✓ Dinámica ✓ Cálculo Vectorial ✓ Ecuaciones Diferenciales ✓ Métodos Numéricos ✓ Electricidad y Magnetismo ✓ Termodinámica ✓ Matemática Avanzada
12175	Jorge Aguilar García	Preparatoria Agrícola	Ingeniero	Mecánica Agrícola	✓ Estática ✓ Ingeniería Agrícola ✓ Termodinámica ✓ Dibujo en Ingeniería ✓ Circuitos Eléctricos
9580	Abiel Aguilar Reyna	DICEA	Ingeniero	Administración y Contabilidad	✓ Administración ✓ Comercialización y Mercadotecnia ✓ Liderazgo e Imagen Empresarial
10602	Vicente López Bautista	Ingeniería Agroindustrial	Doctor	Biosistemas	✓ Álgebra Lineal ✓ Estática ✓ Electricidad y Magnetismo ✓ Materiales y Manufactura ✓ Diseño de Elementos de Máquinas

Fuente: Elaboración propia

V. METODOLOGÍA

a. Procedimientos empleados en la elaboración del Plan de Estudio

Los procedimientos utilizados durante todo el proceso de investigación que condujeron a la necesidad de creación del Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola fueron:

- a) La observación y análisis documental.
- b) La entrevista individual.
- c) La realización y análisis de cuestionarios a empleadores.
- d) La entrevista colectiva y su análisis entre profesores.

Así mismo, la metodología general para el diseño curricular del plan de estudios de Ingeniería Mecatrónica Agrícola se muestra en el Cuadro 18 y es de carácter participativa. Para trabajar las diferentes etapas se integraron dos comisiones que tienen funciones diferentes obteniendo como resultado:

a) Comisión curricular pequeña: Integrada por profesores de diferentes áreas académicas del DIMA y de la Universidad, cuya función es elaborar los apartados de: diagnóstico, justificación, fundamentos curriculares, perfiles curriculares, mapa curricular, propuesta operativa y evaluación curricular, que integran el curriculum de dicha ingeniería.

b) Comisión curricular ampliada: Integrada por todos los docentes expertos de cada una de las líneas curriculares que forman la malla curricular. La función de dicha comisión será, elaborar todos los programas de estudio por competencias, que forman el plan de estudios.

Cuadro 18. Objetivos que deben cumplirse en cada etapa del diseño curricular

Etapas	Objetivos	Aspectos considerados	Resultados	Responsable
Diagnóstico	Identificar los criterios que son punto de partida para la elaboración del diagnóstico y justificación en el diseño curricular	✓ Campo científico-técnico de la carrera. ✓ Desarrollo histórico de la carrera. ✓ Avances científicos que impactan en el desempeño de la profesión. ✓ Servicios que ofrece a los diferentes sectores de la población. ✓ Oferta y demanda. ✓ Normas legales de la educación superior del país. ✓ Políticas de desarrollo educativo nacional.	Fundamentación del diseño curricular	Comisión curricular pequeña

		✓ Políticas de desarrollo educativo institucional. ✓ Necesidades sociales y productivas en el campo de trabajo real. ✓ Demanda del ejercicio profesional. ✓ Prácticas profesionales comunes, emergentes y de innovación. ✓ Producción significativa y potencialidades de desarrollo profesional. ✓ Programas y proyectos de desarrollo en instancias gubernamentales regionales y estatales en las que se pueda insertar el profesionista. ✓ Necesidad social y económica de este profesionista. ✓ Concentración y dispersión en actividades económicas de los egresados.		
Justificación		✓ Impulsar ejercicio profesional con alto sentido humanista. ✓ Impulsar un ejercicio profesional que promueva el cuidado del medio ambiente. ✓ Plus de la carrera en esta institución. ✓ De qué manera atenderá los problemas sociales a futuro. ✓ Importancia y trascendencia del profesionista. ✓ Impulsar un ejercicio profesional con alto sentido social.	Fundamentación del diseño curricular y elementos para el ámbito del profesional	
Fundamentos curriculares (Institucionales y epistemológicos)	Diseñar los fundamentos curriculares que se integrarán en la propuesta formativa	✓ Fundamentos institucionales a) Misión y Visión de la Institución b) Misión y Visión del Departamento c) Misión y Visión del Plan de Estudios d) Reglamentos que permitirán la operatividad de la propuesta formativa. e) Consistencia interna entre los objetivos, la Misión y Visión del Plan de Estudios y la Misión y	Fundamentos y operación del plan de estudios	Comisión curricular pequeña

		Visión de la dependencia o institución. ✓ Fundamentos epistemológicos a) Concepción de aprendizaje. b) Concepción de enseñanza. c) Concepción de competencia. d) Concepción de competencia genérica. e) Concepción de competencia profesional. ✓ Fundamentos filosóficos a) Referencia en los valores. b) Referencia en su participación social. c) Referencia al tipo de problemas (referidos al quehacer profesional) que solucionará. d) Tipo de Ser Humano que se quiere formar. ✓ Fundamentos sociológicos a) Identificar relación con el Modelo Universitario y la misión y visión de la UACH. b) Retomar lo que los empleadores dicen acerca de la aportación de este tipo de profesionista. c) Describir la relación entre la institución educativa y la sociedad.		
Perfiles curriculares (Ingreso, egreso y planta docente)	Diseñar los perfiles que integran la propuesta curricular del Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola	✓ Determinar las competencias genéricas y profesionales para el ingreso y egreso de los estudiantes.	Perfiles basados en competencias	Comisión curricular pequeña

Mapa curricular	Diseñar el mapa curricular (determinación de créditos y carga horaria) para la propuesta formativa	✓ Considerar la flexibilidad curricular bajo las normas institucionales y que permita el intercambio académico dentro y fuera de la Institución. ✓ Determinar las unidades de aprendizaje y su relación. ✓ Determinar la carga horaria y créditos por unidad de aprendizaje.	Estructura y organización curricular	Comisión curricular pequeña
Programas de estudio por competencias	Elaborar los programas de estudio por competencias de las diferentes unidades de aprendizaje que integran la propuesta formativa	✓ Identificar los criterios para la elaboración de los programas por competencias ✓ Aplicar los conceptos y criterios adoptados por la UACH para la elaboración de los programas.	Programas de las unidades de aprendizaje que forman el mapa curricular	Comisión curricular ampliada
Propuesta operativa	Identificar los aspectos a integrar para la adecuada operación de la carrera	✓ Definir los criterios y aspectos a considerar para que el programa educativo se pueda llevar a cabo.	Lineamientos de organización para la implementación del plan de estudios	Comisión curricular pequeña
Evaluación de la propuesta curricular	Identificar los criterios para la elaboración de la propuesta de evaluación curricular	✓ Definir el procedimiento a seguir para la evaluación de la propuesta curricular, que permita tomar decisiones en torno a las modificaciones a realizar en el curriculum vigente.	Elementos para la evaluación y seguimiento del plan de estudios	Comisión curricular pequeña

Fuente: Elaboración propia

VI. ÁMBITO DEL PROFESIONAL Y ELEMENTOS DEL PLAN DE ESTUDIOS

a. Campos de acción

Los **campos de acción** del(de la) Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola están definido por las prácticas básicas, comunes, innovadoras y emergentes que se enlistan a continuación:

Prácticas profesionales básicas

1. Aplica los conocimientos de las ciencias básicas para analizar sistemas reales y resolverlos mediante computación, a fin de solucionar problemas contextualizados y significativos de la ingeniería mecatrónica agrícola.
2. Aplica los conocimientos sobre programación, bases de datos, sistemas metroológicos, minería de datos y software especializados en situaciones concretas de la ingeniería.
3. Aplica los conocimientos de la ingeniería sobre mecánica, termodinámica, termofluidos, electricidad, electrónica, automatización, hidráulica, neumática, control, entre otras, para solucionar problemas situados y significativos de la ingeniería.
4. Desarrolla proyectos interdisciplinarios de investigación o desarrollo tecnológico para la innovación de procesos, sistemas y productos mecatrónicos en el medio rural.
5. Aplica los conocimientos relacionados con las ciencias sociales, humanísticas y administrativas en la solución de problemas que requieren soluciones ingenieriles.

Prácticas profesionales comunes

1. Integra la mecánica, el diseño mecánico, la automatización de procesos y la manufactura durante el desarrollo de proyectos mecatrónicos.
2. Analiza y planifica procesos de manufactura utilizando máquinas de control numérico (CNC), diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD-CAM) para la fabricación de productos de alta precisión.
3. Selecciona la instrumentación requerida para la automatización de máquinas y procesos continuos y discretos.
4. Diseña y aplica circuitos y dispositivos mecatrónicos, para optimizar y adaptar nuevas tecnologías de instrumentación y control en los procesos tecnológicos agrícolas y agroindustriales.
5. Implementa elementos mecatrónicos para la automatización de sistemas o procesos con base al resultado del diagnóstico del funcionamiento del sistema o proceso.
6. Diseña elementos mecatrónicos y los integra en proyectos complejos de ensamble de equipos y máquinas especializadas para los diferentes sistemas de producción.

7. Diseña, construye y programa sistemas robóticos inteligentes para su operación en sistemas de producción relacionados con la agricultura y la industria.
8. Asesora sobre la implantación e integración de los diversos sistemas electrónicos, mecánicos y de cómputo acorde a las necesidades de la empresa.
9. Diseña sistemas autónomos y propone la configuración para la adquisición y el procesamiento digital de señales e imágenes y en caso de ser necesario sistemas de visión artificial.
10. Diseña y aplica los sistemas sensor-controlador-actuador en la automatización de ambientes controlados.
11. Desarrolla y aplica software de simulación y control para el análisis e integración de los sistemas mecatrónicos en los procesos productivos.
12. Aplica y evalúa procesos de normalización en el área de mecatrónica para el desarrollo de sistemas y productos certificados satisfaciendo especificaciones de confiabilidad, seguridad y sustentabilidad.
13. Aplica las tecnologías de la información y comunicación, el control, entre otras áreas de la ingeniería para el desarrollo de la agricultura inteligente.
14. Aplica y gestiona el uso de la energía en la producción agropecuaria y agroindustrial eficiente y sustentable, incluyendo las energías alternativas.
15. Programa y gestiona el mantenimiento y la reparación de los sistemas mecatrónicos y robóticos utilizados en la producción agropecuaria y agroindustrial.

Prácticas profesionales innovadoras y emergentes

1. Aplica los conocimientos fundamentales sobre las propiedades y comportamiento de los materiales, así como el conjunto de procedimientos, técnicas y métodos para la selección, caracterización y aplicación de nuevos materiales para el diseño de modelos óptimos de producción.
2. Diseña e integra sistemas de redes de computadoras en ambientes de servicio.
3. Aplica los conocimientos básicos de la ingeniería de los materiales y nanomateriales metálicos, cerámicos y poliméricos durante el desarrollo de nuevos materiales para la agricultura y la agroindustria.
4. Aplica conocimientos básicos de microtecnología y nanotecnología para el desarrollo de microactuadores, sistemas micro electromecánico, sistemas nano electromecánico.
5. Diseño de elementos de interfaces "haptics" (elementos de realimentación de variables físicas como fuerza en ambientes virtuales) aplicados a la ingeniería.
6. Aplica la inteligencia artificial en el control de sistemas, procesos y productos mecatrónicos para la agricultura y la agroindustria.

7. Diseña, construye y programa robots que se conectan a través de la “nube” y la posibilidad de acceder a instrucciones e información de manera remota para resolver problemas situados de la ingeniería.
8. Aplica los conocimientos para la transformación de los sistemas de producción modulares a sistemas de producción flexibles y adaptables en la agroindustria.
9. Gestiona, opera y administra la mecanización de las tecnologías de producción agropecuaria y agroindustrial.
10. Diseña, aplica y evalúa el impacto ambiental en los proyectos de ingeniería mecatrónica agrícola.
11. Selecciona, aplica y diseña normas, regulaciones y procedimientos para garantizar la seguridad y salud en el trabajo.

b. Objeto de estudio y esferas de actuación de la carrera

El **objeto de estudio** de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola consiste en saber conocer y aplicar la combinación perfecta de la mecánica de precisión, instrumentación electrónica, ingeniería de control y diseño computarizado para crear nuevos productos o procesos inteligentes que se requieren para hacer más eficiente y eficaz las distintas Tecnologías de la Producción Agrícola, Pecuaria, Agroindustrial e Industrial y liderar equipos de proyectos conformados por diferentes tipos de ingenieros, aprovechando las ventajas de conocimientos especializados de cada uno de ellos para realizar complejos sistemas que un sólo tipo de ingenieros no podría hacer, pues se tiene el conocimiento clave de cómo integrar cada uno de ellos de forma eficaz y eficiente.

El objeto de estudio está conformado por el objeto de trabajo de este profesional y por el modo de actuación en que éste actúa sobre dicho objeto. Esto define el modelo del profesional que se forma en esta carrera.

El problema principal que debe resolver este profesional es: ¿Cómo automatizar, robotizar y/o controlar de manera eficiente, eficaz y con calidad, los diferentes procesos que se utilizan en la agricultura, la ganadería, la agroindustria y la industria; utilizando los métodos ingenieriles apropiados, teniendo presente la diversidad del entorno; la disminución de los costos; la sustentabilidad y la equidad social?

Las esferas de actuación constituyen las distintas formas en que se manifiesta el objeto de estudio de la carrera. Es decir, conforman los campos de trabajo del egresado, en donde se aplicarán los contenidos de las ciencias de la ingeniería aplicada, en forma integrada. Para el Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola, las **esferas de actuación** son:

La automatización, instrumentación y control de:

1. Los procesos de producción agrícola.

2. Los procesos de producción pecuarios.
3. Los procesos agroindustriales.
4. Los procesos industriales.

Este ingeniero puede trabajar en industrias donde se emplee alta tecnología de manufactura; tal es el caso de las compañías manufactureras de productos electrónicos; de ensamble y diseño de maquinaria agrícola y automotriz y, en general, toda industria que haga uso o diseñe equipos mecánicos de alta precisión en el que se integre el uso de nuevas tecnologías de control automático. También puede trabajar en empresas donde se requiera optimizar el proceso de producción mediante el uso de tecnología avanzada, o en áreas de diseño de producto donde se requiera de integración de tecnologías de automatización, robótica, electrónica y mecánica.

El mercado de trabajo de quienes cursen esta especialidad incluye centros de diseño, así como empresas que requieran de los servicios de un ingeniero especializado en el uso de sistemas mecánicos controlados por sistemas de control avanzado. Más concretamente, existe un número importante de empresas basadas en equipos mecatrónicos que requieren de individuos con esta especialidad para puesta en marcha de plantas, ajuste de equipos, programas de desarrollo de nuevos productos, automatización de plantas y procesos, etc.

El campo de trabajo actual y potencial del ingeniero mecatrónico agrícola es muy amplio, ya que va desde la automatización de operaciones en microempresas hasta la completa automatización y control de líneas de producción en grandes empresas, desde el diseño de productos sencillos de uso cotidiano hasta el diseño de sofisticados equipos con tecnología de punta.

El ingeniero mecatrónico agrícola trabaja en ámbitos relacionados con la mecánica de precisión, los sistemas de control electrónicos y los sistemas de información computarizados, tanto en el sector público como en el privado, de producción y de servicios, diseñando, controlando e implantando dichos sistemas.

Otras áreas laborales se ubican en las industrias manufacturera, petrolera, de generación de energía eléctrica, minera, siderúrgica, agroindustrial, de alimentación y salud, así como en los servicios de transporte.

También es posible el ejercicio independiente de la profesión; la formación de su propia empresa; el trabajo en centros de investigación y en instituciones de educación superior.

c. Sistema de objetivos generales de la carrera: misión y visión

El Programa Educativo de la carrera Ingeniería Mecatrónica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo tiene como Misión, Visión y Objetivos, los siguientes:

Misión:

Formar recursos humanos competentes en el campo de la Mecatrónica Agrícola, sustentado en la gestión del conocimiento a través de la optimización del capital intelectual y de las herramientas de la gestión tecnológica sostenible que, unido a un sólido sistema de valores y actitudes pertinentes, garantiza que los egresados poseen los conocimientos y habilidades para que resuelvan problemas de su profesión, participando activamente en el desarrollo humano sostenible, con calidad ambiental.

Visión:

Ser un Programa Educativo reconocido por su calidad y pertinencia social en el área de ingeniería mecatrónica agrícola, a nivel regional, nacional e internacional, que contribuye al desarrollo sostenible de la agricultura, mediante la generación, investigación, desarrollo, difusión y transferencia de tecnologías y sistemas mecatrónicos, que favorezcan la competitividad, la eficacia y la eficiencia en el campo mexicano con calidad.

Objetivos generales:

Los objetivos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola son los propósitos y aspiraciones que, durante el proceso educativo, se van conformando en el modo de pensar y actuar del futuro ingeniero mecatrónico agrícola. Constituyen el modelo pedagógico que responde a las necesidades de la sociedad.

Estos objetivos concretan y precisan las acciones principales en la dirección del proceso enseñanza-aprendizaje, que tiene como resultados principales la asimilación de conocimientos y el desarrollo de habilidades, actitudes y valores en los estudiantes. Los objetivos pueden clasificarse en educativos e instructivos.

Sistema de objetivos generales educativos:

Los objetivos educativos son aquellos que están dirigidos a los aspectos más trascendentes en la educación de los individuos. Estos objetivos contienen la visión hacia la formación y/o reforzamiento en los estudiantes de convicciones, facultades, actitudes, valores y virtudes; es decir, contribuyen a formar y desarrollar su personalidad. Estos objetivos son:

- a) **Desempeño científico y profesional:** Aplicar las competencias profesionales en las esferas de actuación de la profesión, para desarrollar el medio rural y la sociedad, mediante la automatización, instrumentación y control de los procesos productivos y el uso racional de los recursos naturales, utilizando la investigación con un espíritu de servicio, en apoyo al bienestar y desarrollo sustentable de la sociedad.

- b) **Visión holística:** Evaluar las condiciones y factores presentes en el medio rural, a fin de aplicar acciones de mejora para el desarrollo de la agricultura a nivel global, nacional y local, mediante el diseño, rediseño y construcción de tecnologías apropiadas a cada contexto, integrándose en equipos interdisciplinarios de trabajo.
- c) **Sentido emprendedor:** Aplicar el sistema de conocimientos, habilidades y valores a fin de crear o adaptar tecnologías, procedimientos y sistemas que permitan enfrentar con éxito las exigencias del desarrollo económico, tecnológico y social, mediante la solución de problemas concretos y prácticos existentes en las esferas de actuación del profesional.
- d) **Conciencia de sustentabilidad:** Aplicar las tecnologías existentes y en desarrollo para conservar y mejorar el medio ambiente, mediante la utilización de fuentes alternas de energía y técnicas que conserven y/o mejoren la calidad del suelo, del agua y del aire.
- e) **Capacidad de gestión:** Aplicar los conocimientos, habilidades y actitudes de gestión empresarial, para la organización, dirección e integración de los recursos de una organización, a fin de resolver los problemas de la agricultura y el sector rural, mediante la búsqueda de acceso al crédito, la gestión de los recursos humanos y de proyectos de inversión, la comercialización de productos y servicios y la transferencia de tecnologías.
- f) **Cualidades humanas:** Aplicar el sistema de valores profesionales pertinentes, basado en la responsabilidad, honestidad, disciplina, respeto, liderazgo, compromiso, honradez, servicio e integridad, a fin de contribuir al desarrollo de la sociedad y los agricultores en particular, mediante la comprensión y aceptación de la cultura, los valores y las necesidades de las comunidades, regiones y el mundo contemporáneo y futuro que garanticen una vida digna.
- g) **Aprecio por la cultura:** Comprender los valores culturales de cada comunidad, región, y nación, a fin de alcanzar la equidad, la igualdad y el desarrollo humano establecido por la ONU para el siglo XXI, mediante la apreciación de la belleza artística y los sentimientos que se manifiestan en las diversas formas del arte y la cultura.
- h) **Cuidado por la salud:** Considerar el desarrollo físico y mental como una necesidad básica para la conservación y mejoramiento de la salud, a fin de garantizar la formación de personas con alto aprovechamiento intelectual, creativos y emprendedores, mediante la práctica del deporte, la educación física y otras prácticas que garanticen el desarrollo integral multifacético del profesional durante toda la vida.

Los objetivos educativos se concretan durante todo el ciclo educativo del estudiante; especialmente durante el proceso enseñanza-aprendizaje de cada asignatura o unidad de aprendizaje, aplicando el concepto “educar durante la instrucción” en las propias clases y demás formas de enseñanza y aprendizaje.

Sistema de objetivos generales instructivos:

Los objetivos instructivos están vinculados a la adquisición de los núcleos de conocimientos y de habilidades básicas que le permitan al estudiante realizar las funciones profesionales que tendrá que emprender para resolver, de manera independiente y creativa, los problemas generales que se presentan en las diferentes esferas de actuación de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, durante el desempeño de su profesión. Estos objetivos son:

1. Diseñar, desarrollar, mantener e implementar sistemas, procesos y productos mecatrónicos utilizados en los procesos tecnológicos convencionales y automatizados, a fin de garantizar rendimientos óptimos agrícolas, elevada calidad del producto, la optimización de los recursos y la protección del medio ambiente, mediante la integración sinérgica de elementos mecánicos, electrónicos, informática y de control.
2. Automatizar y robotizar procesos de producción en el sector industrial, agroindustrial y alimentario, a fin de satisfacer necesidades emergentes, bajo el compromiso ético de su impacto económico, social y ambiental mediante la aplicación de señales y sistemas analógicos y digitales, microprocesadores, microcontroladores, computadores digitales, control electrónico, control inteligente, tecnologías de automatización, control numérico computarizado, diseño asistido por computadora, manufactura asistida por computadora, sistemas integrados de fabricación, entre otros.
3. Diseñar, desarrollar e implementar tecnologías de control y automatización de sistemas inteligentes para mejorar la productividad de las empresas agropecuarias y agroindustriales, a costos accesibles y con un enfoque sustentable, así como la calidad de vida de las personas, mediante la modelación, simulación y control de sistemas físicos.
4. Innovar y desarrollar sistemas de energía, principalmente de energía alternativa, altamente eficientes, para el aprovechamiento óptimo de las fuentes de energía, con costos accesibles, amigables con el medio ambiente y la mejora de la rentabilidad de las empresas agropecuarias y agroindustriales, mediante la utilización de métodos, procedimientos y técnicas ingenieriles competitivas de acuerdo al contexto socioeconómico global, nacional o regional.
5. Aplicar el control, la instrumentación y la automatización, para el continuo mejoramiento de los procesos agrícolas, agroindustriales e industriales, mediante la integración de dispositivos eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, sensores e interfases computacionales programables.
6. Desarrollar y utilizar tecnologías de la información y comunicación para aplicaciones en automatización de equipos, máquinas y procesos en las empresas que permitan incrementar la productividad, mejorar la calidad, reducir los costos y aumentar la confiabilidad de los mismos, mediante la programación y manejo de software, bases de

datos, sistemas de comunicación, procesamiento de señales, procesamiento de datos y sistemas de control.

7. Desarrollar proyectos multidisciplinarios mecatrónicos que permitan la automatización de equipos y procesos, el control de sistemas flexibles de manufactura y el desarrollo de nuevos dispositivos con el fin de innovar, mejorar e impulsar tecnológicamente las micro, pequeñas y medianas empresas agrícolas y agroindustriales, mediante la administración de recursos humanos, materiales y energéticos.

d. Denominación del programa y título que se otorga

El Programa Educativo o Carrera lleva por nombre:

INGENIERÍA MECATRÓNICA AGRÍCOLA

El título que se otorga es el de:

INGENIERA MECATRÓNICA AGRÍCOLA

o

INGENIERO MECATRÓNICO AGRÍCOLA

e. Estructuración de perfiles basado en competencias

-. Perfil del aspirante

El aspirante a la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola deberá haber aprobado la Preparatoria Agrícola o el nivel propedéutico de la Universidad Autónoma Chapingo, o; solicitar su ingreso a la carrera en los términos previstos en el Reglamento Académico de Alumnos de la UACh vigente. Además deben tener las siguientes competencias genéricas y específicas:

Competencias Genéricas

- a) Identifica la situación actual de los recursos naturales del país, considerando las diversas formas de uso, manejo y aprovechamiento para orientar una gestión acorde a principios de sustentabilidad y manifestar una visión ética al intervenir como profesional y ciudadano.
- b) Contextualiza los problemas del medio rural en su complejidad, identificando los componentes políticos, históricos, económicos, culturales, científicos, ecológicos y tecnológicos que requieren una atención integral, sostenible y sustentable y una visión ética para intervenir en el ámbito académico y social.
- c) Analiza situaciones del medio rural utilizando marcos referenciales de las ciencias formales experimentales y sociales para construir hipótesis, y explicaciones e interpretaciones acerca de sus causas, resultados e impacto en distintos contextos.

- d) Emplea los lenguajes científicos, técnicos, informáticos, así como la lengua española y autóctona como recursos fundamentales de la comunicación en la vida cotidiana, la lengua inglesa como medio para el acceso a la información y reforzar en el ámbito de sus posibilidades la comunicación en lenguas autóctonas tanto en la actividad académica como en la vida cotidiana con el objeto de manifestarse de manera crítica y reflexiva.
- e) Selecciona la información proveniente de los ámbitos científicos, tecnológicos y sociales y, sistematizar ésta utilizando fuentes convencionales y las derivadas de las nuevas tecnologías de la información y comunicación para identificar su origen y naturaleza que permita construir nuevos conceptos de manera autóctona en el ámbito académico y a lo largo de la vida.
- f) Participa en procesos de aprendizaje colaborativo mediante su incorporación en actividades de investigación interdisciplinaria, producción, extensión, servicio y difusión de la cultura para fortalecer su compromiso de atender la problemática agropecuaria y forestal nacional, así como obtener una visión del contexto en el marco del desarrollo sustentable dentro de su ejercicio profesional.
- g) Utiliza las herramientas teórico-metodológicas de los diferentes campos de la ciencia para identificar alternativas de aprovechamiento en los distintos contextos ecológicos, agronómicos y socioeconómicos relacionados con la producción agropecuaria y forestal, además de valorar su impacto en los distintos territorios.
- h) Practica conductas conscientes y congruentes en su cotidianidad y frente a las diversidades de género, sexuales, étnicas, religiosas, culturales y políticas bajo principios y valores de solidaridad, reciprocidad, responsabilidad, reconocimiento al trabajo y tolerancia para generar un ambiente de convivencia y de respeto al interactuar de manera efectiva con los demás.

Competencias Específicas

- a) Aplica los conceptos y las herramientas básicas de la Matemática, la Física, la Biología y la Química con habilidades de razonamiento lógico para emplear estos en la solución de problemas de manejo de recursos y del ámbito productivo desde un enfoque sustentable.
- b) Explica las transformaciones de la materia y la energía, involucrados en los fenómenos naturales y procesos productivos, aplicando las leyes, teorías y principios de la Química, la Física y la Biología, para proyectar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- c) Explica el funcionamiento de máquinas o dispositivos de uso tecnológico a partir del conocimiento de los principios de la Física, Química y Matemáticas, para aplicar éstos sistemas de importancia en la agricultura.

- d) Utiliza los métodos y las técnicas experimentales de laboratorio y campo en el análisis de procesos naturales y tecnológicos para valorar los factores que inciden en los procesos de producción y aprovechamiento de los recursos agropecuarios y forestales, congruente con el enfoque sustentable, así como formular las conclusiones pertinentes y lógicas del caso en estudio.
- e) Aplica normas de seguridad en actividades académicas y de su vida cotidiana, manejando sustancias químicas, material biológico, operando instrumentos, equipo electromecánico y tecnología computacional, de manera correcta, segura y responsable con el medio ambiente.
- f) Analiza la interdependencia de distintos fenómenos naturales, procesos productivos y del manejo racional y sustentable de los recursos naturales para planear la producción agrícola, así como valorar las acciones humanas que lo transforman y su impacto sobre el medio ambiente.

Los estudiantes que ingresen al programa, en cuarto grado, realizarán un examen diagnóstico con el objetivo de conocer sus fortalezas y debilidades en su formación y trazar estrategias pedagógicas correctivas y/o de mejora en el proceso docente educativo.

- Perfil del egresado

Para definir las competencias del egresado del Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica Agrícola es necesario distinguir entre las funciones de un(una) ingeniero(a), esto es, las finalidades de su labor, y las actividades que desarrolla para cumplirlas, que son mucho más numerosas.

El(La) ingeniero(a) tiene dos funciones principales: en primer lugar, analizar y entender ciertos problemas que alguien le plantea, y luego concebir las soluciones más apropiadas para los mismos. A la primera etapa se le llama *diagnóstico* y a la segunda *diseño*. El ingeniero diagnostica problemas que tienen relación con *necesidades* materiales de la sociedad y sus integrantes individuales; luego diseña con todo detalle cómo resolverlos mejor y vierte ese diseño en especificaciones detalladas necesarias para que se *fabrique o construya* la solución respectiva. (Reséndiz, 2008)

Por lo anterior, para los fines del presente diseño curricular, se adopta como **competencia dominante o rectora**:

Aplica su práctica profesional, diagnostica problemas en el ámbito de la ingeniería mecatrónica agrícola y gestiona su solución innovadora.

En cuanto a las actividades que puede desarrollar un(una) ingeniero(a) en todos los sectores de la economía: el primario, que produce insumos básicos minerales y agropecuarios; el secundario,

que transforma esos insumos en productos diversos, y el terciario, que presta servicios de todo tipo. A su vez, en cualesquiera de tales sectores los ingenieros pueden ocuparse de: a) la identificación, evaluación y programación de inversiones (recursos materiales y humanos), que abreviadamente se denomina *planificación*, b) la concepción y especificación de nuevos procesos, estructuras y máquinas, que por antonomasia se llama *diseño*; c) la *construcción* de estructuras y máquinas diseñadas, d) la ejecución de procesos y la *operación* de las instalaciones o sistemas que resultan de las actividades anteriores, y e) el *control y evaluación* de procesos y sistemas.

Las principales prácticas a las que se enfrenta el profesional en Ingeniería Mecatrónica Agrícola son: a) Selección, b) Operación, c) Diseño, d) Pruebas y evaluación, e) Mantenimiento, f) Administración de los recursos materiales, económicos, técnicos y humanos de forma sostenible, g) Comercialización y transferencia de tecnología, y h) Capacitación a productores y usuarios en general.

Competencias Genéricas (CG)

CG1: Aplica los conocimientos, habilidades y actitudes de la ingeniería en mecatrónica agrícola con capacidad crítica y de síntesis para resolver problemas prácticos con honradez, responsabilidad, compromiso ético, espíritu solidario y de servicio, y respeto al medioambiente.

CG2: Demuestra una comunicación oral y escrita efectiva, en su idioma y al menos en una lengua extranjera, relacionado con su profesión.

CG3: Organiza y planifica los recursos materiales, económicos y humanos, incluyendo el tiempo, en situaciones reales, con información pertinente, para tomar decisiones con juicios de valor sobre temas sociales, científicos y éticos.

CG4: Aplica herramientas de aprendizaje autónomo y en equipo como estrategia para continuar aprendiendo, que le permita adaptarse a nuevas situaciones.

CG5: Demuestra capacidad para trabajar en equipo con grupos heterogéneos y multidisciplinarios y colabora en proyectos inter y multidisciplinarios, y multiculturales.

CG6: Demuestra tolerancia a las ideas diversas provenientes de distintos grupos sociales.

CG7: Demuestra compromiso con la calidad, mediante su desempeño profesional en términos de creatividad, liderazgo, innovación y espíritu emprendedor.

Competencias Profesionales

A partir de las prácticas profesionales básicas, comunes, innovadoras y emergentes del(de la) ingeniero(a) mecatrónico(a) agrícola, se identificaron las competencias profesionales del

egresado, que para un mejor análisis se agruparon en competencias profesionales básicas (**CB**) y competencias profesionales específicas (**CE**), las que se enlistan a continuación:

CB1: Aplica los conocimientos de las ciencias básicas para solucionar problemas contextualizados y significativos de la Ingeniería en Mecatrónica Agrícola.

CB2: Aplica los conceptos fundamentales de la mecánica, la hidráulica, la neumática, la electrónica, el control, la computación y la informática, entre otras, para solucionar problemas situados y significativos de la Ingeniería en Mecatrónica Agrícola.

CB3: Desarrolla, programa, selecciona y aplica hardware y software especializado para la solución de problemas concretos en la Ingeniería en Mecatrónica Agrícola.

CB4: Aplica los conocimientos sobre las organizaciones, su marco legal y jurídico, su organización y gestión con base a los principios de la sustentabilidad, la equidad, el compromiso ético y social.

CB5: Modela, simula e interpreta sistemas y procesos en la agricultura.

CE1: Identifica, formula, diseña, construye, selecciona, integra, supervisa, opera, mantiene y evalúa productos y sistemas mecatrónicos para satisfacer necesidades en la agricultura, bajo el compromiso ético de su impacto económico, social, ambiental y político.

CE2: Automatiza procesos agrícolas que incrementen la productividad, el mejoramiento de la calidad, la reducción de costos y la fiabilidad de los mismos.

CE3: Aplica la ingeniería asistida por computadora, en el diseño, el análisis y la manufactura de mecanismos y componentes de sistemas mecatrónicos.

CE4: Aplica tecnologías de ingeniería mecatrónica para desarrollar y programar sistemas y equipos automatizados, incluyendo robots, para la agricultura.

CE5: Selecciona y utiliza protocolos de comunicación de datos para aplicaciones agropecuarias, forestales, agroindustriales y de servicio.

CE6: Instrumenta sistemas de producción agropecuarios, forestales y agroindustriales para el monitoreo y/o control de variables que permitan aumentar la eficiencia de sus procesos.

CE7: Identifica, analiza e interpreta datos de funcionamiento de procesos y sistemas que permitan la toma de decisiones en la agricultura.

CE8: Diseña, selecciona y aplica las herramientas de la agricultura de precisión, como son: los sistemas de información geográfica, las bases de datos, la percepción remota, los sistemas de posicionamiento global, telemática, vehículos no tripulados, sistemas de navegación autónomas, entre otros, para mejorar sistemas y procesos de producción agropecuario.

CE9: Diseña, desarrolla, implementa y adapta sistemas mecatrónicos aplicando tecnologías de energías alternativas para su uso eficaz y eficiente en la agricultura.

VII. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA CURRICULAR

a. Organización por disciplinas y asignaturas

Las carreras en las distintas licenciaturas que ofrece la Universidad Autónoma Chapingo, se realizan en cuatro años (ocho semestres). La carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, está estructurada en 60 asignaturas más una muy **particular y especial** que es la **Estancia Preprofesional**, ubicadas para su estudio en cinco áreas disciplinares, a saber:

Área disciplinar de ciencias básicas. Comprende al conjunto de asignaturas que tiene por objetivo proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza, incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de uso del método científico.

Área disciplinar de ciencias de la ingeniería. Tiene como fundamento las ciencias básicas y las matemáticas, pero desde el punto de vista de la aplicación creativa del conocimiento. Las asignaturas de esta área son la conexión entre las ciencias básicas y la aplicación de la ingeniería.

Área disciplinar de la ingeniería aplicada. Tiene como base la aplicación de las ciencias básicas y de la ingeniería para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. Incluye los elementos fundamentales del diseño de la ingeniería, abarcando aspectos tales como: desarrollo de la creatividad, empleo de problemas abiertos, metodologías de diseño, factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos y de seguridad, estética e impacto social y ambiental, a partir de la formulación de los problemas.

Área disciplinar de ciencias sociales y humanidades. Las asignaturas que pertenecen a esta área contribuyen en la formación de ingenieros con responsabilidad social, capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones en el campo de la ingeniería.

Otras asignaturas complementarias. Estas asignaturas se refieren a una formación complementaria, pero necesaria para el desempeño eficiente del profesional.

En el Cuadro 19 se exponen las disciplinas y sus correspondientes asignaturas que integran el plan de estudios, por competencias y créditos académicos, de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

Cuadro 19. Distribución de asignaturas por disciplinas en el plan de estudios.

<u>DISCIPLINA DE CIENCIAS BÁSICAS</u>
1. ANÁLISIS MATEMÁTICO
2. ÁLGEBRA LINEAL
3. ESTÁTICA

4. ECUACIONES DIFERENCIALES
5. CÁLCULO VECTORIAL
6. DINÁMICA
7. MÉTODOS NUMÉRICOS
8. MÉTODOS ESTADÍSTICOS
9. ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
10. TERMODINÁMICA
11. MECÁNICA DE MATERIALES
12. TERMOFLUIDOS

DISCIPLINA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

1. PROGRAMACIÓN
2. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS
3. ESTRUCTURA DE DATOS Y ALGORITMOS
4. DIBUJO EN INGENIERÍA
5. OPTIMIZACIÓN
6. CIRCUITOS ELÉCTRICOS
7. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
8. ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE MECANISMOS
9. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS
10. ELECTRÓNICA ANALÓGICA Y DIGITAL
11. MODELACIÓN DE SISTEMAS
12. DINÁMICA DE SISTEMAS MECATRÓNICOS
13. CONTROL CLÁSICO
14. CONTROL MODERNO

DISCIPLINA DE INGENIERÍA APLICADA

1. FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN AGRÍCOLA
2. TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
3. INGENIERÍA AGRÍCOLA
4. MATERIALES Y MANUFACTURA
5. MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA
6. SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS
7. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN
8. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

9. ELECTRÓNICA DE POTENCIA
10. SISTEMAS DIGITALES EMBEBIDOS
11. MOTORES Y TRACTORES AGRÍCOLAS
12. VISIÓN POR COMPUTADORA
13. AGRICULTURA DE PRECISIÓN
14. MÁQUINAS AGRÍCOLAS AUTOMATIZADAS
15. AUTOMATIZACIÓN DE BIOSISTEMAS
16. DISEÑO DE SISTEMAS MECATRÓNICOS
17. PROYECTO INTEGRADOR I
18. PROYECTO INTEGRADOR II
19. PROYECTO INTEGRADOR III
20. ESTANCIA PREPROFESIONAL
21. OPTATIVA I
22. OPTATIVA II
23. OPTATIVA III
24. OPTATIVA IV
25. OPTATIVA V
26. OPTATIVA VI

DISCIPLINA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

1. COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA
2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA
3. INGLÉS I
4. INGLÉS II
5. INGLÉS III
6. INGLÉS IV

OTRAS ASIGNATURAS COMPLEMENTARIAS

1. INGENIERÍA ECONÓMICA
2. ADMINISTRACIÓN
3. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Fuente: Elaboración propia.

b. Organización de las asignaturas por áreas académicas

La existencia de áreas académicas en el DIMA obedece a necesidades administrativas y operativas de las funciones sustantivas del Departamento; en ellas se agrupa al personal académico por disciplinas. En las áreas se planifica, organiza, ejecuta y controla el trabajo, fundamentalmente, docente-educativo. Además se consideraron los criterios del organismo acreditador (CACEI) que agrupa las asignaturas por disciplinas académicas.

En el Cuadro 20 se muestra la estructura de las áreas, teniendo como principio la integración de las áreas académicas por disciplinas.

c. Mapa curricular

En el Cuadro 21 se presenta el mapa curricular de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

En el Cuadro 22 se presentan las asignaturas optativas de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola que se imparten en sexto, séptimo y octavo semestre.

Cuadro 20. Áreas, disciplinas y asignaturas que integran el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, por competencias y créditos académicos.

ÁREAS ACADÉMICAS	DISCIPLINAS	ASIGNATURAS
CIENCIAS BÁSICAS (12 ASIGNATURAS, 20 %)	CIENCIAS BÁSICAS (12 ASIGNATURAS, 20 %)	Análisis Matemático; Álgebra Lineal; Estática; Ecuaciones Diferenciales; Cálculo Vectorial; Dinámica; Métodos Numéricos; Métodos Estadísticos; Electricidad y Magnetismo; Termodinámica; Mecánica de Materiales; Termofluidos
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (14 ASIGNATURAS, 23 %)	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (14 ASIGNATURAS, 23 %)	Programación; Programación Orientada a Objetos; Estructura de Datos y Algoritmos; Dibujo en Ingeniería; Optimización; Circuitos Eléctricos; Sistemas de Comunicación; Análisis Y Síntesis de Mecanismos; Diseño de Elementos de Máquinas; Electrónica Analógica y Digital; Modelación de Sistemas; Dinámica de Sistemas Mecatrónicos; Control Clásico; Control Moderno

INGENIERÍA APLICADA (26 ASIGNATURAS, 42 %)	INGENIERÍA APLICADA (26 ASIGNATURAS, 42 %)	Fundamentos de la Automatización Agrícola; Tecnologías de la Producción Agrícola; Ingeniería Agrícola; Materiales y Manufactura; Manufactura Asistida por Computadora; Sistemas Hidráulicos y Neumáticos; Sensores e Instrumentación; Ingeniería y Tecnología de las Energías Renovables; Electrónica de Potencia; Sistemas Digitales Embebidos; Motores y Tractores Agrícolas; Visión por Computadora; Agricultura de Precisión; Máquinas Agrícolas Automatizadas; Automatización de Biosistemas; Diseño de Sistemas Mecatrónicos; Proyecto Integrador I; Proyecto Integrador II; Proyecto Integrador III; Estancia Preprofesional; Optativa I; Optativa II; Optativa III; Optativa IV; Optativa V; Optativa VI
CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES, HUMANIDADES Y OTROS CURSOS (9 ASIGNATURAS, 15 %)	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES (6 ASIGNATURAS, 10 %)	Comunicación Oral y Escrita; Metodología de la Investigación en Ingeniería; Inglés I; Inglés II; Inglés III; Inglés IV
	OTRAS ASIGNATURAS COMPLEMENTARIAS (3 ASIGNATURAS, 5 %)	Ingeniería Económica; Administración; Formulación y Evaluación de Proyectos

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 21. Mapa curricular de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola, por competencias y créditos académicos.

GRADOS	SEMESTRES	ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS							
CUARTO	PRIMERO	Comunicación Oral y Escrita (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Análisis Matemático (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Estática (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Métodos Estadísticos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Programación (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75	Fundamentos de la Automatización Agrícola (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Algebra Lineal (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés I (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
	SEGUNDO	Metodología de la Investigación en Ingeniería (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Ecuaciones Diferenciales (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Dinámica (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Programación Orientada a Objetos (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75	Métodos Numéricos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Tecnologías de la Producción Agrícola (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 14.25 (V.E. 1)	Cálculo Vectorial (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés II (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
QUINTO	PRIMERO	Termodinámica (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Electricidad y Magnetismo (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Mecánica de Materiales (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Estructura de Datos y Algoritmos (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75	Dibujo en Ingeniería (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Optimización (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Ingeniería Agrícola (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés III (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
	SEGUNDO	Termofluidos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Circuitos Eléctricos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Materiales y Manufactura (T= 3.0 H; P= 3.0 H) C= 16.5 (V.E. 2)	Sistemas de Comunicación (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Análisis y Síntesis de Mecanismos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Diseño de Elementos de Máquinas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Electrónica Analógica y Digital (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés IV (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
SEXTO	PRIMERO	Administración (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Modelación de Sistemas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Manufactura Asistida por Computadora (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Sistemas Hidráulicos y Neumáticos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Dinámica de Sistemas Mecatrónicos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Control Clásico (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Sensores e Instrumentación (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Ingeniería y Tecnología de las Energías Renovables (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75
	SEGUNDO	Electrónica de Potencia (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Sistemas Digitales Embebidos (T= 3.0 H; P= 3.0 H) C= 16.5 (V.E. 3)	Ingeniería Económica (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Motores y Tractores Agrícolas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Visión por Computadora (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Control Moderno (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Optativa I (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Proyecto Integrador de Ingeniería I (P= 3.0 H) C= 4.5
SÉPTIMO	PRIMERO	Agricultura de Precisión (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Máquinas Agrícolas Automatizadas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Formulación y Evaluación de Proyectos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Automatización de Biosistemas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Diseño de Sistemas Mecatrónicos (T= 3.0 H; P= 3.0 H) C= 9.0	Optativa II (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Optativa III (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Proyecto Integrador de Ingeniería II (P= 3.0 H) C= 4.5
	SEGUNDO	Estancia Preprofesional (P = 480 H) C= 30.0				Optativa IV (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 4.22	Optativa V (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 4.22	Optativa VI (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 4.22	Proyecto Integrador de Ingeniería III (P= 3.0 H) C= 2.81

Código	Tipos de Asignaturas	Cantidad de Asignaturas	% Cantidad de Cursos	Créditos	% Número de Créditos	Semestre	Horas Teoría		Horas Práctica		Horas Totales	Créditos
							H/Semana	H/Semestre	H/Semana	H/Semestre		
	Ciencias Básicas	12	20	81.0	19	I	18.0	288	15.0	240	528	49.5
	Ciencias de la Ingeniería	14	23	94.5	22	II	19.5	312	15.0 + (V.E. - 120 H)	360	672	59.25
	Ingeniería Aplicada	26	42	207.47	47	III	21.0	336	15.0	240	576	54
						IV	22.5	360	15.0 + (V.E. - 120 H)	360	720	63.75
	Ciencias Sociales y Humanidades	6	10	36.0	8	V	22.5	360	12.0	192	552	54
						VI	19.5	312	15.0 + (V.E. - 120 H)	360	672	57
	Otras Asignaturas Complementarias	3	5	18.0	4	VII	21.0	336	15.0	240	576	54
						VIII	9.0	144	7.5 + E.P. (480 H)	600	744	45.47
TOTALES		61	100	436.97				2448		2592	5040	436.97

V. E. - Viaje de Estudio

P.E. - Estancia Preprofesional

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 22. Asignaturas optativas de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola, por competencias y créditos académicos.

Sexto Semestre	Séptimo Semestre	Octavo Semestre
OPTATIVAS I	OPTATIVAS II y III	OPTATIVAS IV, V y VI
1. Cinemática de Robots	1. Dinámica y Control de Robots	1. Ética Profesional
2. Programación de Interfaz Hombre-Máquina	2. Programación y Control de Periféricos	2. Mantenimiento de Sistemas Mecatrónicos
3. Matemática avanzada	3. Inteligencia Artificial	3. Drones y nanosatélites en la Agricultura
4. Automatización Pecuaria	4. Robótica Probabilística	4. Automatización Agroindustrial
	5. Manufactura flexible	5. Comercialización y Mercadotecnia
	6. Análisis por Elementos Finitos	6. Liderazgo e Imagen Empresarial
	7. Acústica y Óptica	7. Estrategias Didácticas
	8. Mecánica de fluidos	8. Evaluación del Impacto Ambiental
	9. Control Óptimo	9. Base de Datos
		10. Control Inteligente

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

1. En el plan de estudios de la carrera existen seis asignaturas optativas, las cuales pueden ser seleccionadas de acuerdo al cuadro anterior.
2. Se abrirá un grupo académico para una determinada asignatura optativa, cuando al menos cinco estudiantes se hayan inscrito en ella.
3. En forma totalmente opcional, los estudiantes pueden asistir a otras asignaturas optativas que se estén impartiendo y que no sea las que haya elegido como optativa, siempre y cuando no interfiera sus actividades obligatorias.

VIII. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL POSGRADO

El Programa Educativo de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, nivel licenciatura, tiene su continuidad en el Programa de Posgrado “Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua” (IAUIA), nivel Maestría y Doctorado.

Este programa de posgrado se imparte en la Universidad Autónoma Chapingo y está coordinado de forma alternada cada tres años, entre el DIMA y el Departamento de Irrigación.

El postgrado IAUIA posee tres orientaciones: 1) Mecanización Agrícola, 2) Uso Integral del Agua y, 3) Biosistemas. Las tres especialidades tienen ciertas características a fines, desde el punto de vista ingenieril.

La orientación de Mecanización Agrícola tiene tres áreas de especialización:

- **Diseño de Maquinaria Agrícola.**
- **Administración de la Maquinaria Agrícola.**
- **Automatización de procesos.**

La orientación de Biosistemas solo tiene un área de especialidad que responde al propio nombre.

Las líneas de investigación prioritarias de este postgrado, relacionadas con la orientación de Mecanización Agrícolas y de Biosistemas, son:

- a) Diseño, desarrollo y evaluación de sistemas, máquinas y procesos tecnológicos en la agricultura**

Objetivos

- Diseñar sistemas y tecnologías que perfeccionen los procesos de la producción agrícola y de la agroindustria, bajo criterios técnico-económicos como: el aumento de la productividad, la fiabilidad, la disminución de los gastos financieros y el ahorro de fuerza de trabajo.
- Evaluar el diseño y la construcción de nuevas máquinas y las modificaciones de las ya existentes para mejorar la calidad del trabajo, aumentar su productividad y disminuir los gastos de producción de la maquinaria agropecuaria y agroindustrial.

Principales temáticas de investigación

- Diseño de sistemas (neumáticos, oleohidráulicos, eléctricos, electrónicos), máquinas, mecanismos, sistemas de máquinas, tecnologías, implementos, aperos, equipos, dispositivos y otros medios que incrementen la eficiencia o hagan posible la mecanización de un proceso de producción agrícola y agroindustrial.

- Diseño de tecnologías y medios de labranza de conservación para diferentes condiciones naturales y tipos de cultivos.
- Diseño de tecnologías y medios para el uso efectivo de la tracción animal y otras fuentes energéticas para los pequeños agricultores.
- Mecanización y automatización de las tecnologías de producción agropecuarias.

b) Administración de la mecanización de los procesos tecnológicos en la agricultura

Objetivos

- Seleccionar las máquinas y el parque de maquinaria sobre una base científica y bajo ciertos criterios de optimización para dirigir la explotación del parque de maquinaria, teniendo en cuenta las características de las diferentes regiones del país, empresas, Unión de Ejidos y otras formas productivas, considerando las particularidades naturales como el tipo de suelo, relieve, tipos de producciones, tipos de tractores y máquinas disponibles y su sustitución o introducción en caso necesario.
- Aportar soluciones científico-técnicas al Sistema de Mantenimiento Técnico y Reparaciones de Maquinaria, bajo criterios de optimización y teniendo en cuenta las particularidades regionales del país.

Principales temáticas de investigación

- Proyectos integrales de mecanización agrícola.
- Prueba y evaluación de maquinaria agropecuaria.
- El mantenimiento técnico y reparación de la maquinaria.
- Automatización en la administración de la mecanización agropecuaria.
- Sostenibilidad de la mecanización agrícola.

c) Sistemas y ambientes controlados en la agricultura

Objetivos

- Evaluar tecnologías, procesos, equipos, instalaciones, materiales y maquinarias que se utilizan en las producciones agrícolas, pecuarias, forestales y acuícola, bajo ambientes controlados a fin de optimizarlos y producir productos de alta calidad.
- Diseñar métodos, procesos, tecnologías y sistemas para el tratamiento de residuos agrícolas y biológicos fundamentados desde el punto de vista ecológico, económico y social.

- Diseñar procesos y sistemas automatizados para la ingeniería de Biosistemas a fin de incrementar los rendimientos y la calidad de los productos, disminuir los costos, y aumentar la seguridad en los sistemas ambientales controlados.
- Diseñar software acerca de las propiedades, características y parámetros de los diversos productos y materiales agrícolas y biológicos durante su almacenamiento y distribución, fundamentalmente, tomando como base las diferentes condiciones climatológicas de México.

Principales temáticas de investigación

- Diseño de invernaderos, diseño de ambientes controlados para plantas y animales.
- Almacenamiento y manejo de granos y productos agrícolas.
- Diseño y evaluación de sistemas y proceso utilizados en la acuicultura.
- Diseño de áreas para el manejo y almacenamiento de abonos naturales.
- Diseño y aplicación de nueva maquinaria y robots para la bioproducción.
- Desarrollo de productos biológicos reusables.
- Reciclaje de la basura y de las aguas.
- Procesos de transformación del estiércol de los animales y subproductos agrícolas en fertilizantes orgánicos.
- Producción de software y hardware para la automatización de procesos y sistemas.

d) Fuentes de energía en los sistemas biológicos

Objetivos

- Evaluar la utilización y aprovechamiento de las diferentes fuentes de energía que se emplean en los sistemas biológicos.
- Proponer soluciones y diseñar procesos y tecnologías que optimicen el uso de la energía, bajo un enfoque medioambientalista, ecológico y de sostenibilidad, con un criterio técnico-económico y social.

Principales temáticas de investigación

- Diseño y evaluación de procesos y tecnologías para la transformación y utilización de las diferentes formas de la energía en los biosistemas.
- Nuevas fuentes energéticas en agricultura.
- Automatización de los procesos de transformación y utilización de la energía.
- Optimización en la transformación y utilización de la energía.
- Proyectos integrales energéticos en los biosistemas.

IX. REQUISITOS DE PERMANENCIA Y FORMAS DE OBTENER EL TÍTULO

a. Requisitos de permanencia

Los requisitos para la permanencia de los estudiantes en este programa educativo están relacionados en los siguientes reglamentos:

- ✓ Reglamento Disciplinario para Alumnos de la UACH.
- ✓ Reglamento Académico de Alumnos, UACH.
- ✓ Reglamento Académico del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola para alumnos.

b. Requisitos para obtener el título

Para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola, el egresado debe cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Haber aprobado en su totalidad el plan de estudios del programa académico.
- ✓ Haber concluido el servicio social y presentado ante la Oficina de Exámenes Profesionales la carta de liberación expedida por el Departamento de Servicio Social de la Universidad Autónoma Chapingo.
- ✓ Que en el archivo general de la institución se encuentren en original los documentos de: Acta de nacimiento, Certificado de estudios de secundaria y de bachillerato según corresponda a su nivel de ingreso a la UACH, necesarios para el trámite del título y la cédula profesional.
- ✓ Haber presentado en la Dirección General Académica constancia de no adeudo a la institución, mediante el formato establecido para ello.
- ✓ Pagar por derechos de Titulación en la Tesorería de la Dirección de Patronato Universitario, el equivalente a diez días de salario mínimo vigente para el Distrito Federal.
- ✓ Haber cubierto en el DIMA todos los trámites de titulación y presentar ante la Dirección General Académica los documentos correspondientes que demuestren que éstos se cumplieron.
- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, haber realizado el trámite de donación de derechos de autor a favor de la Universidad Autónoma Chapingo, ante la Dirección General de Patronato Universitario.
- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, haber entregado un ejemplar impreso del documento escrito de titulación en la Biblioteca del DIMA, cinco días antes del examen profesional como mínimo. Además, entregarán el documento grabado en archivo electrónico en un disco compacto, distribuyéndolo como sigue: cinco se entregarán al jurado, dos a la Biblioteca Central, dos a la Biblioteca del DIMA y uno a la Subdirección de Investigación de ésta última también se le entregará un disco con el archivo electrónico del artículo científico y el cartel extraído del documento de Titulación.
- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, el documento escrito

deberá estar firmado por el comité revisor para certificar que las correcciones, que pudieran tener lugar, fueron efectuadas.

- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, entregar el artículo correspondiente al documento de titulación, revisado por el director del mismo y aprobado por un árbitro que no esté incluido en el comité revisor.

Una vez cubiertos los requisitos por el egresado, existen 10 opciones de titulación, las que se enlistan a continuación:

1. **Elaboración de Tesis Profesional:** Consiste en realizar un trabajo de investigación que puede ser de naturaleza experimental, observacional, de desarrollo teórico, tecnológico, bibliográfico o de campo. En todos los tipos de investigación, el documento escrito, resultado del trabajo de investigación, debe ser original y aplicar un conocimiento tendiente a resolver un problema existente.
2. **Formulación y Evaluación de Proyectos:** Consiste en presentar un documento escrito, como resultado de la elaboración y evaluación de un proyecto de inversión en el campo profesional del egresado, que abarque y analice los elementos necesarios para resolver un problema determinado.
3. **Desarrollo de un Proyecto de Servicio Universitario:** Consiste en presentar un documento escrito, como resultado de la incorporación del estudiante a un proyecto productivo o de servicio registrado en la Universidad donde participe en su ejecución, con la finalidad de resolver un problema determinado.
4. **Informe de Estancia Preprofesional:** Consiste en presentar un informe analítico de la Estancia Preprofesional, que desarrolla el alumno en un espacio laboral que guarda vinculación expresa con el perfil académico profesional de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.
5. **Memoria de Experiencia Profesional:** Consiste en presentar un informe analítico de una experiencia profesional sobre el estudio de un problema relacionado con el perfil de egreso del DIMA.
6. **Seminario de Titulación:** Consiste en acreditar un curso intensivo o semestral de actualización que integre el desarrollo y presentación de resultados de investigación, sobre un tema relacionado con el área de conocimiento de su carrera. El programa del seminario, debe contemplar 120 horas de sesiones presenciales o su equivalente en modalidad a distancia.
7. **Titulación por Diplomado:** Consiste en acreditar un programa de diplomado, relacionado con el área de conocimiento integrada al programa educativo del DIMA. El programa del diplomado debe contemplar 200 horas y desarrollarse en un plazo no mayor de seis meses.

8. **Titulación por Especialidad:** Consiste en cursar y aprobar dos cursos de posgrado a nivel de Especialidad que ofrezca la UACH, con un mínimo de 64 horas-clase cada uno o el equivalente en créditos.
9. **Titulación por Mérito Académico:** Consiste en la obtención del título profesional, cuando el pasante haya obtenido un promedio mínimo de noventa en la escala de cero a cien, durante sus estudios profesionales en la Universidad (de 4º a 7º año), aprobando la totalidad de las asignaturas del plan de estudios correspondiente, sin haber presentado ningún examen extraordinario.
10. **Titulación por examen de conocimientos:** Consiste en la presentación de un examen escrito por parte del pasante, que permita la valoración de los conocimientos generales que adquieren los alumnos en su formación académica, de conformidad con el plan de estudios del DIMA, así como su capacidad y criterio profesional para aplicarlos.

X. PROPUESTA DE EVALUACIÓN CURRICULAR

La evaluación curricular es el seguimiento continuo sistemático que se le hace al objeto de evaluación curricular seleccionado, para identificar los logros y las dificultades presentadas en el proceso y poder tomar decisiones que lleven a un mejoramiento de la calidad educativa.

La evaluación del plan de estudios de la carrera de Ingeniero Mecatrónico Agrícola se encuentra relacionada con el nivel de alcance de los propósitos curriculares, perfiles de competencias y la calidad en la educación.

Debido a lo descrito con anterioridad, es indispensable la existencia de un proceso de mejora continua que se logre a través de la evaluación del desempeño docente, del estudiante y administrativo, la pertinencia y congruencia interna del currículo, funcionamiento adecuado de las instalaciones educativas, el impacto que tienen nuestros egresados con el sector productivo y social. Para ello, es necesario contar con un adecuado sistema de evaluación que sirva de retroalimentación y corrección encaminadas a detectar las deficiencias y aplicar de manera oportuna las posibles soluciones que permitan tener actualizados los contenidos del plan de estudios y llegar al cumplimiento de los propósitos curriculares.

Será importante que el plan de estudios de ingeniero mecatrónico agrícola sea sometido a una revisión minuciosa y contar con una aplicación piloto que permita el constante monitoreo y al término de la primera generación bajo la supervisión cercana de los especialistas para que realicen una evaluación y sugieran los ajustes necesarios para el debido cumplimiento de los objetivos del programa de estudios. También se aplicarán encuestas a los estudiantes que están por egresar, así como a empleadores y a los egresados. Esta evaluación deberá presentarse tanto en las áreas académicas, como con los alumnos y debe hacerse una autoevaluación a través de una comisión interna.

Todo proceso educativo debe de contar con un sistema medible, de evaluación y contamos con el CACEI que es una instancia externa, y es periódica; siendo necesaria en el sistema actual la evaluación continua del programa de estudios de Ingeniero Mecatrónico Agrícola, por lo cual es útil formar un comité o comisión interna, integrada por docentes, especialistas, alumnos, y representantes del sector productivo, para la autoevaluación que sea coadyuvante en el proceso de mejora de nuestro plan de estudio dando seguimiento a las observaciones del CACEI, en forma oportuna a cualquier cambio o situación emergente que sea motivo de actualización curricular.

Para la valoración de la propuesta curricular es necesario elaborar instrumentos de evaluación, tales como:

- ✓ Encuestas a docentes, alumnos, egresados y empleadores.
- ✓ Listas de cotejo y/o escalas de apreciación a aplicar a los programas del módulo o asignatura, a las unidades didácticas diseñadas por los docentes a guías y fichas de enseñanza aprendizaje, a instrumentos de evaluación entre otras evidencias.
- ✓ *Focus group* con académicos, empleadores, alumnos, egresados.

- ✓ Exámenes de media y término de la carrera.
- ✓ Anexos para fundamentar evidencias: actas, minutos, fotos, entre otras.

La aplicación de estos instrumentos en diversas instancias del proceso de desarrollo curricular, entrega información que al ser analizada por el cuerpo académico y/o grupos expertos, permite tomar decisiones durante la implementación, en busca del mejoramiento de las estructuras que orientan la acción formadora. Esta práctica evaluativa genera la flexibilidad curricular requerida para garantizar los procesos educativos de calidad.

Las instalaciones educativas físicas en la modalidad presencial son esenciales para la impartición de las clases, es por ello que la Universidad debe contar con las instalaciones adecuadas destinadas a aulas, laboratorios, talleres, ambientes de trabajo académico, administrativo, equipo de cómputo, mobiliario e instalaciones sanitarias suficientes que sean funcionalmente diseñadas, incluyendo facilidades para estudiantes con capacidades diferentes; ventiladas, iluminadas, limpias y presenten buen estado de mantenimiento interior y exterior para el desarrollo eficiente de las actividades académicas de investigación y administrativas de acuerdo al número de usuarios.

Las bibliotecas presenten características apropiadas de ubicación, iluminación, espacio, tranquilidad, higiene y seguridad adecuadas para el estudio y la investigación, cubículos de estudio y área de fotocopiado.

Que se cuente con comedores, áreas verdes y locales destinados a recreación, educación física y o deporte, mismas que serán evaluadas por organismos acreditadores externos e internos.

Asimismo, se recomienda la existencia de planes de contingencia (desastres naturales, salud) al interior de la institución y planes de seguridad institucional en ejecución, (protección civil, desastre, inundación, falla eléctrica, evacuación, zonas de seguridad, caso de bomba)

Para determinar la congruencia interna, se analizará la correspondencia entre los fines que persigue la Universidad y los requerimientos de la sociedad y si los distintos quehaceres de la institución son coherentes con sus propósitos declarados, se deberá analizar el grado de influencia interna y externa de la institución. Se requiere establecer la pertinencia de cada uno de los componentes del programa, a la luz de los objetivos que se persiguen, una vez que ha sido establecida su congruencia externa y relevancia social. De ahí que es necesario evaluar la pertinencia y congruencia interna del curriculum y plan de estudios; indagar entre otras cosas, si los recursos humanos, físicos y financieros, así como normativos, administrativos y organizacionales con que cuenta la unidad académica son adecuados para lograr los objetivos, atender los contenidos y operar los procesos que se proponen. Además, se necesita analizar el grado de correspondencia entre ellos, determinar si los contenidos y procesos, tanto académicos como administrativos, son los más acertados para lograr los objetivos, así como evaluar el grado en que realmente se pone en práctica lo programado.

El desempeño docente es parte medular en el proceso enseñanza-aprendizaje, por tanto es indispensable que la institución evidencie el cumplimiento de actualización constante y tenga programas de educación continua en ejecución, orientados a la actualización permanente de los docentes en el campo de su especialidad profesional y en docencia universitaria, aplicando un sistema de evaluación y seguimiento permanente, para el desempeño docente en función de logro de competencias genéricas y profesionales que incluyan la promoción de incentivos.

Con el fin de poder establecer la eficacia externa o impacto social se requiere investigar el nivel de logro de los objetivos, esto es, la medida en que los productos de los programas de docencia, investigación, vinculación y extensión satisfacen o contribuyen a la solución de los problemas sociales, políticos, económicos, culturales, científicos o tecnológicos para los que fueron establecidos. Para tal efecto, se requiere realizar estudios sobre el seguimiento de egresados y el impacto de la investigación, la vinculación y la extensión, que estos a su vez sean evaluados para determinar el impacto de la formación profesional con el sector productivo y social.

La consecuencia del impacto social será la dirección de un proceso consciente, intencional teleológico para transformar la realidad mediata e inmediata tanto a nivel material como social de los jóvenes universitarios y la ciudadanía.

Que la institución llevé a cabo estrategias mediante la disposición de políticas, medidas y acciones concretas que apoyen la inserción de sus egresados en el mercado laboral, así como el seguimiento de los mismos en el ámbito que se desempeñen para obtener información tal como ocupación, ingresos, calidad de la educación, sugerencias, puntos débiles y fortalezas de los egresados, con esta información efectuar los ajustes convenientes sin menoscabo en el modelo universitario.

Es necesario evaluar el proceso de transición a través de la comisión interna constituida para este efecto. Se deberá construir mecanismos innovadores de evaluación medibles y variados pues cada competencia tiene componentes muy distintos que necesitan procedimientos diversos para ser evaluados correctamente, como pueden ser entrevistas, cuestionarios, pruebas (orales, escritas, prácticas), informes, observación, juego de roles, estudio de casos, diarios, debates, discusiones, portafolios entre otros, a través de los cuales se evaluarán las competencias de los estudiantes para que estén en posibilidad de demostrar sus capacidades aprendidas, después de que hayan adquirido una combinación de conocimientos, habilidades y destrezas para incorporarse en el proceso productivo, con una actitud positiva y trabajo en equipo con el fin de lograr un cambio positivo en nuestros egresados. Esto es, darle lugar al aprendizaje significativo, que el alumno sea capaz de desarrollar actividades en su área profesional, aprender en diferentes contextos, actuar de manera autónoma y reflexiva, así como transferir si es necesario sus conocimientos, habilidades y actitudes. Estos mecanismos deberán ser evaluados por instituciones internas y externas.

SEGUNDA PARTE: PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA

I. INTRODUCCIÓN

El plan de estudios para la carrera de Ingeniero Mecatrónica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo, que se presenta en este documento, es el resultado de la implementación de una metodología que permitió la participación conjunta de la comunidad departamental, con apoyo de la administración central y miembros de otros departamentos de la Institución, así como de la recepción de las recomendaciones tanto del sector público como de la iniciativa privada; esto con la finalidad de precisar los objetivos, las características, los perfiles y las políticas a seguir para su puesta en marcha y durante los próximos años.

Este documento resume los resultados de los trabajos realizados por el Comité para la creación del Plan de Estudios para la carrera de Ingeniero Mecatrónico Agrícola, apoyados por las áreas academias y por profesores invitados de la Universidad, en las cuales se analizaron y discutieron cada una de las unidades de aprendizaje basadas en el enfoque por competencias. En este plan de estudios, se ven reflejadas las normas establecidas en la Normatividad Universitaria vigente, en el Modelo Universitario, en los Planes de Desarrollo tanto Institucional como Departamental y en el Reglamento General para la Autorización, Aprobación y Registro de Planes y Programas de Estudio (2009) de la UACH.

Es importante mencionar que el diseño curricular está centrado en los estudiantes, para ofertarles una educación integral con responsabilidad social y ética profesional, con la finalidad de que cuenten con los conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan incorporarse al ámbito profesional.

El marco teórico en el que se desarrolló el diseño de este plan de estudios consideró los siguientes elementos: estudiante, docente, perfil profesional y entorno social.

El presente plan de estudios está conformado por catorce capítulos, los cuales a continuación se describen brevemente:

En el segundo capítulo, referente a los antecedentes del programa educativo y del plan de estudios, se mencionan las razones por las que se propuso la creación de la carrera de ingeniero mecatrónico agrícola, considerándose que es una carrera innovadora y con pertinencia social.

En el capítulo tres se presentan los fundamentos referentes a la vinculación de la propuesta curricular con las políticas educativas, del sector agropecuario y agroindustrial, el plan institucional y departamental de desarrollo educativo.

En el cuarto capítulo se establece la misión, visión y los objetivos educativos e instructivos del plan de estudios.

En el capítulo quinto se menciona la denominación del programa educativo, así como el título que se otorga al egresado que cumple con los requisitos de titulación.

En los capítulos del sexto al noveno se desarrollan los perfiles curriculares, tanto de ingreso como de egreso de los sujetos en formación, estableciendo las competencias comunes, de innovación y emergentes, así como, el campo de trabajo del ingeniero mecatrónico agrícola.

En el décimo y onceavo capítulo se presenta la organización y estructura curricular, así como el mapa curricular y sus características generales, por disciplinas, asignaturas y áreas académicas.

En el capítulo doceavo se exponen los requisitos tanto para la permanencia en el programa educativo como para obtener el título de ingeniero, además se mencionan las formas de obtener el título por un egresado.

En el treceavo capítulo se presenta la propuesta operativa que permite la funcionalidad del presente diseño curricular y en el capítulo catorceavo se hace referencia a las líneas de investigación del programa educativo, considerando las orientaciones de mecanización agrícola y biosistemas del posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua.

II. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA EDUCATIVO Y DEL PLAN DE ESTUDIOS

El plan de estudios es el documento oficial y obligatorio que establece la planificación y organización de la carrera; contiene el modelo y perfil del profesional, las asignaturas y sus relaciones, los tiempos y las formas de enseñanza, las asignaturas optativas, entre otros aspectos.

El presente plan de estudios se elabora en el marco del Plan de Desarrollo Estratégico del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA), para el periodo 2015–2025. Este Plan considera el marco de referencia, el contexto institucional y departamental, los principios para la planeación estratégica así como la visión, misión, objetivos, políticas, estrategias y la matriz programática para el desarrollo continuo del DIMA.

La carrera de Ingeniería en Mecatrónica Agrícola cuenta con importantes antecedentes institucionales. Durante 1992 y 1996 se proponen dos iniciativas que postulan la necesidad de crear en la Universidad Autónoma Chapingo una carrera de Ingeniería ligada con la Cibernética, con el fin de afrontar los problemas de la agricultura desde un punto de vista de la Ingeniería de Sistemas utilizando el alto grado de desarrollo de la tecnología informática. En un principio se pensó en una Ingeniería en Computación, pero esto no resuelve los problemas de la modernización en la producción agrícola en el siglo XXI.

Posteriormente, en el año 2000, se elaboró un proyecto educativo para la creación de la carrera en “Sistemas de Control y Automatización en Agricultura” que buscaba integrar el alto desarrollo de la tecnología informática, los grandes avances de la instrumentación electrónica y la aplicación de las técnicas modernas de la teoría de sistemas en la producción agrícola. Este proyecto moderno que pretendía atender las problemáticas agrícolas donde interviene la informática, la electrónica y la teoría de sistemas, tampoco prosperó.

En la Universidad Autónoma Chapingo existen Programas Educativos que integran conocimientos de la Mecatrónica como:

- La instrumentación electrónica, mediante cursos básicos de circuitos eléctricos, en los Departamentos de Agroindustrias y de Ingeniería Mecánica Agrícola.
- La cibernética de los sistemas de control y automatización, se imparten cursos opcionales de automatización de riego, en el Departamento de Irrigación; cursos de ingeniería de procesos y de instrumentación industrial, en el Departamento de Agroindustrias; y cursos sobre los sistemas hidráulicos y neumáticos, el control y la automatización de procesos, en el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola.

Se observan intentos por implementar una licenciatura relacionada con la informática y la electrónica y de hecho, muchas asignaturas relacionadas con la Mecatrónica están incluidas como optativas en varios programas educativos de manera aisladas, un ejemplo lo constituye la materia agricultura de precisión en el programa educativo de ingeniería mecánica agrícola que

combina aspectos agrícolas con sistemas autónomos y tecnologías de la información y comunicación.

En la actualidad, se requiere en la Universidad una carrera en ingeniería mecatrónica agrícola, que es una ingeniería emergente y que incide de forma innovadora en la ingeniería rural, va más allá de los conceptos convencionales de mecanización, y se basa en la sinergia obtenida con la combinación de distintas áreas tecnológicas: ingeniería de mecanización agrícola, instrumentación, control y tecnologías de sistemas (inteligencia artificial, tecnologías de la información). Además incorpora conocimientos de las áreas de mecánica de precisión, electrónica e informática que unido a los sistemas de comunicación permiten desarrollar nuevas tecnologías de control y automatización de sistemas inteligentes con una sólida base científica y tecnológica, que contribuyan al desarrollo de satisfactores para el medio rural y una relación inteligente con el medio ambiente.

III. FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR

a. Fundamentos científico-tecnológicos

La mecatrónica, considerada una de las “diez tecnologías emergentes que cambiarán el mundo” (MIT, Technology Review, 2003), es una de las principales estrategias de desarrollo que se han venido difundiendo en los países industrializados, estrategia que deberán adoptar las empresas a nivel mundial para mantener altos estándares de competitividad frente a las demandas actuales de productividad, calidad, seguridad y eficiencia en las empresas.

La mecatrónica nace para suplir tres necesidades latentes; la primera, encaminada a automatizar la maquinaria y lograr así procesos productivos ágiles y confiables; la segunda crear productos inteligentes, que respondan a las necesidades del mundo moderno; y la tercera, por cierto muy importante, armonizar entre los componentes mecánicos y electrónicos. (Ruiz, 2010).

La mecatrónica ha evolucionado en la medida que se han podido integrar los avances logrados por sus diversos componentes (mecánica de precisión, electrónica, control e informática). Según Ruiz (2010) el crecimiento de la mecatrónica ha sido evidente y se puede dividir en tres etapas básicas que son:

- ✓ Primera etapa: Finales de 1978 –comienzo de 1980. Fue el periodo en el cual se introdujo el término en el medio industrial, y se buscó su aceptación. En esta etapa, cada una de las ingenierías que ahora abarca la mecatrónica se desarrollaba independientemente.
- ✓ Segunda etapa: Década de 1980. Inicia la integración sinérgica de los componentes actuales (mecánica, electrónica, informática), se consolida la interdisciplinariedad de la nueva ciencia y se acuña el término a partir de la experiencia inicial en Japón.
- ✓ Tercera etapa: Finales de la década de 1980 – Década 1990. Dicho periodo puede considerarse como el que inicia la era de la mecatrónica, y se basa en el desarrollo de la inteligencia computacional y los sistemas de información. Una característica importante de esta última etapa es la miniaturización de los componentes en forma de micro procesadores y micro sensores, integrados en sistemas micro electromecánicos o en micro mecatrónica.

Hoy, la Mecatrónica se asocia a los “sistemas mecánicos inteligentes”, caracterizados por (Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2012):

- ✓ Nuevas concepciones en el diseño de productos y procesos, para lo cual, las herramientas CAD permiten mayor globalización de los requerimientos mecánicos, electrónicos y de procesamiento de datos.
- ✓ Un nuevo concepto de la producción con base en la integración de elementos mecánicos y electrónicos para lograr procesos productivos más flexibles.
- ✓ Una nueva definición de las condiciones de operación con criterios de seguridad, eficiencia, calidad y confiabilidad.

- ✓ Una nueva forma de interacción entre las industrias, basada en la colaboración y en la conformación de redes científicas.

Actualmente la era digital dirige el rumbo de la mecatrónica, aplicada al desarrollo de software y hardware para computadores, de máquinas y sistemas inteligentes, y de automatizaciones industriales. Hay todo un mundo de aplicaciones: en vehículos automotores (operación del motor, mecanismos de dirección, sistemas de suspensión activa y de frenos (ABS)); en aviación (simuladores de vuelo, sistemas de navegación y comunicaciones); en la industria manufacturera (robots, celdas de manufactura, máquinas de control numérico); en agricultura (guiado automático, mapeo de cosecha y demás labores agrícolas en tiempo real, sensado de propiedades de cultivos en tiempo real, robots de poda y cosecha), en agroindustria (selección y clasificación de producto, instrumentación de la calidad de los productos), entre otros.

Según Bragachini y Ustarroz (2016), las tendencias técnicas del sector metalmecánico destinado a la agroindustria con miras al 2025 estará en los avances revolucionarios en electrónica, software, comunicaciones y conectividad, robotización, revolucionarios sensores capaces de identificar objetos, plantas, estado de humedad y nutricional de suelo (micro variabilidad de suelo y cultivo), variables climáticas como humedad relativa, temperatura, velocidad del viento, lluvia, evapotranspiración actual y potencial, entre otras. Por lo que las máquinas para el año 2025 serán:

- ✓ Precisas, inteligentes, automatizadas, robotizadas con inteligencia precargada.
- ✓ Automatismo de funcionamiento programable (robótica / sensorizada).
- ✓ Máquinas interconectadas a través de una plataforma web y otros sistemas de comunicación en tiempo real, objetivo de adaptar y guiar las máquinas respetando todo tipo de variabilidad de suelo, de cultivo, de clima, y las variables que se puedan detectar y segregar en cada m² de la unidad productiva.
- ✓ Las máquinas del 2025 serán robotizadas en un 90%, no serán conducidas sino programadas y asistidas con potentes software sobre la máquina y/o virtuales en la plataforma web.
- ✓ Las máquinas robotizadas permitirán más productividad, menos consumo de energía, serán más amigable con el suelo, el ambiente y el operario, y no sólo serán inteligentes para producir granos y forrajes sino en cultivos regionales e industriales, producciones pecuarias, todos con procesos y productos trazados y certificados.
- ✓ Los fabricantes del sector diversificarán al 2025 su producción hacia máquinas de procesos agroalimentarios con fuerte crecimiento tecnológico que le otorgará una buena competitividad sistémica incrementando la demanda de puestos de trabajo calificados.

- ✓ Las máquinas tendrán como energía primaria motores endotérmicos muy eficientes de muy baja emisión de gases contaminantes (gas-oil, biodiesel, etanol, metano, hidrógeno), accionarán generadores de electricidad 12 y 24 voltios y bombas hidráulicas; los actuadores serán eléctricos e hidráulicos (sólo cables y mangueras).
- ✓ Serán máquinas más grandes y eficientes para producir granos y quizás robot más chicos (muchos) en fruti-horticultura y cultivos especiales. Los minirobots podrán trabajar con energía eléctrica (baterías recargables), o bien directamente con energía solar. Se dispondrá del servicio de muchos satélites, redes de radares y un buen servicio de sensoramiento remoto portable sobre satélites, aviones, drones, nanosatélites para optimizar el manejo de insumos variables.
- ✓ Las máquinas serán fabricadas con materiales aleados o materiales compuestos de alta resistencia y bajo peso, muchos biomateriales y sistemas de traslados que no agredan el suelo, de muy baja presión específica, o sea, casi sin huellas (materiales de mayor resistencia y menor peso).
- ✓ Como el agua dulce será una limitante, el riego evolucionará en eficiencia, desapareciendo el riego por gravedad por el de aspersión inteligente; gran futuro del riego por goteo y riego por goteo subterráneo.
- ✓ En cada campo y lote habrá más máquinas que operarios, 3 o 4 “volantes” y 1 o 2 operarios, la era de la robótica y las máquinas programables como hace año ya ocurrió en la industria y los robots industriales.
- ✓ Las máquinas ofrecerán una total trazabilidad del proceso realizado y cada movimiento será controlado en tiempo real; sus operaciones serán comunicadas al celular del interesado (la robótica y las TICs en la máxima expresión).

La nueva era mecatrónica ha logrado generar mediante la fusión acertada de los principios que la rigen, máquinas herramientas computarizadas, sistemas flexibles de producción y robots aptos para intervenir en los diferentes procesos productivos industrializados. Los principales aportes y adelantos en automatización y robótica han permitido que los procesos de fabricación industrial alcancen diferentes niveles y grados. De hecho los robots son buenos ejemplos del aporte de la mecatrónica a la industria, ya que gracias a su integración en varias áreas se agilizan los procesos y se desarrolla una más eficiente producción en serie.

b. Fundamentos filosóficos

A continuación se relacionan los fundamentos filosóficos del plan de estudios de la carrera en ingeniería mecatrónica agrícola:

- ✓ El Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica Agrícola propone la formación integral de sus estudiantes, de tal forma que se asuman como profesionistas competentes y con un amplio sentido de compromiso social.
- ✓ La formación que ofrece este proyecto se sitúa en el paradigma educativo centrado en el aprendizaje del estudiante y la construcción de competencias, lo que implica el compromiso individual en la construcción del conocimiento, el aprendizaje en y a lo largo de la vida.
- ✓ A través del programa educativo se busca contribuir al incremento de la cobertura de la Educación Superior en México con equidad, calidad y pertinencia, a través del binomio educación-tecnología, así como en el trabajo colaborativo.
- ✓ En el plan de estudios del Ingeniero Mecatrónico Agrícola asume la responsabilidad de formar profesionales con un alto sentido ético y humanista; que sean competentes para proponer alternativas creativas de solución a las necesidades y problemáticas de su entorno local y global, al mismo tiempo que se construyen valores sociales, desde una perspectiva de interculturalidad que permite fortalecer el respeto, la comprensión y el aprecio de la diversidad cultural; la responsabilidad social y el desarrollo sustentable como requisitos indispensables para contribuir a propiciar una cultura de paz.
- ✓ Asimismo este proyecto acata lo establecido en la Carta Declaración Universal de Derechos Humanos de la ONU, donde se expresa que se debe “respetar, proteger y promover los derechos humanos y las libertades fundamentales de todos, sin distinción alguna por motivos de raza, color, sexo, idioma, religión, opinión política o de otra índole, origen nacional o social, posición económica, nacimiento, discapacidad u otra condición” (ONU, 1948). Este programa educativo reconoce y asume el llamado de la ONU en el sentido de que los gobiernos “creen marcos que fomenten la tecnología, la investigación y el desarrollo ambientalmente racionales y la innovación, particularmente en apoyo de una economía verde en el contexto del desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza” (ONU, 2012).
- ✓ También se reconoce y reafirma “la necesidad de promover, potenciar y apoyar una agricultura más sustentable, comprendidos los cultivos, el ganado, la silvicultura, la pesca y la acuicultura, que mejore la seguridad alimentaria, erradique el hambre y sea económicamente viable, al tiempo que conserva las tierras, el agua, los recursos genéticos vegetales y animales, la diversidad biológica y los ecosistemas y aumenta la resiliencia al cambio climático y a los desastres naturales. Igualmente se reconoce la necesidad de mantener los procesos ecológicos naturales que sustentan los sistemas de producción de alimentos (ONU, 2012).
- ✓ Otra cuestión de suma importancia es lo que plantea la ONU en su documento “El futuro que queremos”, donde exprese que se deben “adoptar medidas para mejorar la investigación agrícola, los servicios de extensión, la capacitación y la educación con el fin

de aumentar la productividad agrícola y la sostenibilidad de la agricultura mediante el intercambio voluntario de conocimientos y buenas prácticas. Resolvemos también mejorar el acceso a la información y a los conocimientos técnicos y prácticos, incluso mediante las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, que ofrecen a los agricultores, pescadores y silvicultores la posibilidad de elegir entre diversos métodos de lograr una producción agrícola sostenible” (ONU, 2012).

c. Fundamentos epistemológicos

Los fundamentos epistemológicos que se consideraron para el diseño del plan de estudios de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola se mencionan a continuación:

- ✓ El proceso de enseñanza-aprendizaje se aborda desde una perspectiva constructivista, garantizando con ello la participación activa de sus estudiantes, mientras que el docente se convierte en un facilitador del proceso de aprendizaje. Se concibe que el conocimiento como una construcción personal, a través de la interacción con el contexto social, histórico y político. Durante su trayectoria formativa el “estudiante construye y reconstruye saberes que le permiten aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a ser, aprender a vivir con los otros y aprender a emprender”. Los saberes mencionados y que fueron propuestos por Delors (1994) como los pilares de la educación se describen a continuación:
 1. **Aprender a conocer.** Hace énfasis en los métodos que se deben utilizar para conocer –porque no todos los métodos que se utilizan sirven para aprender a conocer- y asegura que, en el fondo, debe haber el placer de conocer, comprender y descubrir.
 2. **Aprender a hacer.** Aprendemos para hacer cosas. Las personas se forman para hacer un trabajo, aunque muchas veces no puedan ejercerlo. En lugar de conseguir una calificación personal (habilidades), cada vez es más necesario adquirir competencias personales como trabajar en grupo, tomar decisiones, relacionarse, crear sinergias, etc. Aquí importa el grado de creatividad que aportamos.
 3. **Aprender a convivir y a trabajar en proyectos comunes.** Debemos aprender a descubrir progresivamente al otro; debemos ver que tenemos diferencias con los otros, pero sobre todo tenemos interdependencias, dependemos los unos de los otros. Y para descubrir al otro debemos conocernos a nosotros: cuando sepa quién soy yo sabré plantearme la cuestión de la empatía, entenderé que el otro piense diferente de mí y que tiene razones tan justas como las mías para discrepar.
 4. **Aprender a ser.** Es el desarrollo total y máximo posible de cada persona, comprometiendo patrones valóricos y el pensamiento autónomo con responsabilidad personal.

5. **Aprender a emprender.** Es tener la capacidad de pensar cosas nuevas para llevarlas a la acción. Implica transformar una idea en realidad; la aptitud para buscar los recursos; la fuerza necesaria para crear, inventar y descubrir nuevas formas de hacer las cosas; el compromiso empeñado en encontrar soluciones sencillas a problemas complejos; la actitud de plantearse desafíos en los distintos ámbitos de la vida social, económica, política, cultural y tecnológica.
- ✓ El planteamiento constructivista pondera la relación teoría-práctica, enfatizando la conceptualización científica y su aplicación en tareas concretas y situadas, desde una perspectiva holística que considere el contexto y la cultura, por lo que las actividades de aprendizaje deberán ser diseñadas para facilitar aproximaciones sucesivas y ordenadas que propicien la construcción, validación y apropiación de los conocimientos de este campo disciplinario.
 - ✓ El diseño del plan de estudios se fundamenta en el paradigma educativo centrado en la construcción de competencias, desde esta perspectiva educativa se incorpora a la formación profesional un conjunto de estrategias que permiten la construcción de un aprendizaje significativo, autónomo y situado. Por lo anterior, es indispensable que la educación formal responda a las problemáticas de la sociedad, ofreciendo alternativas de solución a través de la formación de profesionales de alto nivel que colaboren de manera activa con la comunidad local y global.
 - ✓ Para hacer posible que el alumno se convierta en el protagonista de su proceso de formación, es indispensable concebir el aprendizaje como una construcción de conocimientos en ambientes complejos, realistas y pertinentes, así como su implementación en el desarrollo de tareas auténticas.
 - ✓ En la actualidad la Universidad enfrenta un gran reto: abandonar el modelo educativo centrado en el profesor para adoptar un modelo centrado en el aprendizaje por competencias, cuya finalidad sea proveer a los educandos de las herramientas que les permitan construir su propio aprendizaje.
 - ✓ Las exigencias que impone la globalización en materia de comunicación y conocimiento, y la extraordinaria competitividad que se requiere de las empresas de producción de bienes y de servicios, hace que cada vez sean mayores las exigencias en cuanto a la disposición de profesionistas altamente calificados y actualizados, sin olvidar que el conocimiento actualizado tiene poca vigencia.
 - ✓ La Educación Superior, especialmente la Educación Superior Tecnológica, tiene como meta la transformación del proceso de enseñanza y aprendizaje hacia una mayor vinculación con las necesidades reales de la vida productiva y social del país, de forma tal que la apropiación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores estén de acuerdo a las exigencias concretas de las empresas e instituciones.

d. Fundamentos sociológicos

La educación debe estar vinculada estrechamente con las necesidades sociales y económicas del país, para ello, es necesario innovar el sistema educativo para formular nuevas opciones y modalidades que usen las nuevas tecnologías de información y de la comunicación, con modalidades de educación abierta y a distancia. A su vez es importante fomentar las carreras técnicas y vocacionales que permitan la inmediata incorporación al trabajo, propiciando la especialización, así como la capacitación en el trabajo.

Es preciso hacer del conocimiento un activo que sea palanca para lograr el progreso individual y colectivo, que permita conducir al país hacia una nueva etapa de desarrollo sustentada en una economía y en una sociedad más incluyente. Para lograrlo se requiere una política que articule la educación, la cultura y el deporte con el conocimiento científico, el desarrollo tecnológico y la innovación.

Para ampliar el acceso a la cultura como un medio para la formación integral de los ciudadanos, es imprescindible situar la cultura entre los servicios básicos brindados a la población. Esto implica contar con la infraestructura adecuada y preservar el patrimonio cultural del país. Asimismo, se debe vincular la inversión en el sector con otras actividades productivas, así como desarrollar una agenda digital en la materia.

Con el objeto de promover el deporte de manera incluyente para fomentar una cultura de salud, se propone fomentar que la mayoría de la población tenga acceso a la práctica de actividades físicas y deportivas en instalaciones adecuadas, con la asesoría de personal capacitado. Además, es necesario procurar que los niños y jóvenes deportistas con cualidades y talentos específicos cuenten con entrenamiento y servicios especializados, estímulos adecuados y un sistema de competencia estructurado. Asimismo, se debe promover el aprovechamiento total de la infraestructura deportiva nacional existente, recuperar espacios públicos para la actividad física y garantizar la adecuada planeación de la infraestructura del sector.

Adicionalmente, una de las vías para fomentar que la juventud participe del desarrollo nacional es impulsando una mayor vinculación de las necesidades económicas y sociales de cada región con los programas educativos. Para ello, se debe asegurar su pertinencia y permitir que, a través de carreras de nivel profesional técnico y licenciatura, los estudiantes se inserten de manera directa al sector productivo.

Por otro lado, se deben impulsar políticas activas de capacitación para el trabajo de manera que se fomente la actualización y vigencia de las capacidades y competencias de la fuerza laboral. Al respecto, es necesario lograr una mayor articulación entre el Sistema Educativo Formal y el Sistema de Capacitación para el Trabajo, con el propósito de facilitar la movilidad entre ambos sistemas.

Finalmente, para hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible, se requiere una sólida vinculación entre escuelas, universidades, centros de investigación y el sector privado. Además, se debe incrementar la inversión pública y promover la inversión privada en actividades de innovación y desarrollo. Los esfuerzos encaminados hacia la transferencia y aprovechamiento del conocimiento agregarán valor a los productos y servicios mexicanos, además de potenciar la competitividad de la mano de obra nacional.

e. Fundamentaciones pedagógicas

En la educación, las tendencias en el desarrollo tecnológico han impactado la formación del profesionista en un sentido más práctico acentuando e incrementando la presión en la educación superior para generar profesiones fuertemente vinculadas al empleo, espacio mismo que se pretende, sea una estrategia directa para adquirir y complementar la formación académica del alumno convirtiéndola en una modalidad para la obtención de competencias a través de la simulación y solución de casos en unidades problemáticas.

En los últimos años se ha insistido en la necesidad de replantear los procesos de enseñanza y aprendizaje. El enfoque del trabajo docente debe ahora privilegiar el aprendizaje de los estudiantes, sobre la enseñanza; el estudiante debe contar con las condiciones adecuadas para adquirir la competencia de aprender a aprender y el profesor debe enseñar a los estudiantes a aprender y a pensar.

En este sentido, el eje estructurador del Modelo Educativo, educación centrada en el aprendizaje, hace notar la importancia del aprendizaje significativo, así como la transformación real de las prácticas institucionales. Los primeros involucrados deben ser los profesores, los que tienen la responsabilidad de facilitar que el aprendizaje efectivamente se dé, en el entorno y las características en las que se desarrolla el plan de estudios. La tarea del profesor es intervenir para que esas prácticas sean mejores y para que aquellos estudiantes que no poseen las habilidades de estudio adecuadas, o que las practican deficientemente, las adquieran o desarrollen aún más.

En la actualidad la Universidad enfrenta un gran reto: abandonar el modelo educativo centrado en el profesor para adoptar un modelo centrado en el aprendizaje, cuya finalidad sea proveer a los educandos de las herramientas que les permitan construir su propio aprendizaje.

Para enfrentar este reto institucional referente a la transformación del modelo educativo, el DIMA plantea como estrategia la puesta en marcha de un plan de estudios basado en el enfoque por competencias, y que sirven de base para el diseño del presente plan de estudios.

Con base en las consideraciones y fundamentaciones anteriores, se adoptan las siguientes estrategias:

- ✓ Se adopta el enfoque por competencia profesionales para lograr en los estudiantes el aprendizaje significativo.
- ✓ Se incorpora el sistema de créditos académicos al plan de estudios para facilitar los procesos de aprendizaje, procesos de homologación y convalidación de estudios a nivel nacional o internacional.
- ✓ El modelo educativo adoptado se centra en el aprendizaje del estudiante.
- ✓ Se elaboró e implementó un programa de cursos de capacitación para la preparación de los docentes en el tema de educación por competencias y su aplicación a la carrera en Ingeniería Mecatrónica Agrícola.
- ✓ Se incorporó en los cursos el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, incluyendo software y herramientas para la solución de problemas ingenieriles.
- ✓ La malla curricular considera el número de horas del grupo de asignaturas de ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada, ciencias sociales y humanidades y ciencias económicas en atención al marco de referencia para la acreditación de las carreras de ingeniería (CACEI, 2014).
- ✓ Se incluyen el trabajo en proyecto mediante tres materias obligatorias denominadas “proyectos integradores de ingeniería” que le permitirá al estudiante desarrollar un proyecto de investigación, aplicando sus conocimientos y habilidades a casos reales y contextualizados.
- ✓ La formación integral de los estudiantes es parte de su preparación académica, mediante la implementación de los programas de cultura, deporte y salud aprobados por el H. Consejo Departamental.
- ✓ Se incluyen materias optativas, lo que permitirá la flexibilidad curricular y que los alumnos puedan seleccionar las asignaturas de profundización, especializándose en un área del conocimiento relacionado con la ingeniería mecatrónica agrícola o egresar con un perfil amplio.
- ✓ Las materias que forman la malla curricular son teórico-prácticas, para lograr las competencias que debe tener el egresado de este programa educativo.
- ✓ Fortalecer la movilidad de estudiantes para lograr los aprendizajes previstos en el plan de estudios.
- ✓ El plan de estudios considera tres viajes de estudio generacionales; los de 4º y 5º año son nacionales y el de 6º año es internacional, la finalidad es que se puedan adquirir los conocimientos teórico-prácticos de temas que por su complejidad no pueden ser abordados en el Departamento, además de complementar los conocimientos adquiridos en los cursos.
- ✓ Se incluye la materia estancia preprofesional, misma que puede realizarse en empresas e instituciones nacionales o internacionales, con la finalidad de que el estudiante pueda aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas en clases para la solución de problemas

reales relacionados con el perfil de egreso, así como vincularse con su entorno profesional.

- ✓ Se incluyen un enfoque mixto en el 7º año segundo semestre es decir, los estudiantes pueden tomar sus materias optativas a distancia o presenciales, lográndose que los estudiantes puedan realizar estancias preprofesionales de 3 hasta 6 meses, según las exigencias de las empresas donde desarrollarán los proyectos.
- ✓ Se pretende tener una eficiencia de titulación alta con la incorporación de materias obligatorias que le permitirán al estudiante adquirir las competencias para realizar una investigación real y contextualizada, titulándose por alguna de las opciones de titulación vigente.
- ✓ Para apoyar el plan de estudios de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola, se desarrollaron 19 programas que incluyen aspectos relacionados con la vinculación de los estudiantes con el entorno social, ambiental, profesional, el contexto familiar e institucional, las tutorías, asesorías académicas, entre otros aspectos necesarios para lograr las competencias de los egresados.

IV. SISTEMA DE OBJETIVOS GENERALES DE LA CARRERA: MISIÓN Y VISIÓN

El Programa Educativo de la carrera Ingeniería Mecatrónica Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo tiene como Misión, Visión y Objetivos, los siguientes:

Misión:

Formar recursos humanos competentes en el campo de la Mecatrónica Agrícola, sustentado en la gestión del conocimiento a través de la optimización del capital intelectual y de las herramientas de la gestión tecnológica sostenible que, unido a un sólido sistema de valores y actitudes pertinentes, garantiza que los egresados poseen los conocimientos y habilidades para que resuelvan problemas de su profesión, participando activamente en el desarrollo humano sostenible, con calidad ambiental.

Visión:

Ser un Programa Educativo reconocido por su calidad y pertinencia social en el área de ingeniería mecatrónica agrícola, a nivel regional, nacional e internacional, que contribuye al desarrollo sostenible de la agricultura, mediante la generación, investigación, desarrollo, difusión y transferencia de tecnologías y sistemas mecatrónicos, que favorezcan la competitividad, la eficacia y la eficiencia en el campo mexicano con calidad.

Objetivos generales:

Los objetivos de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola son los propósitos y aspiraciones que, durante el proceso educativo, se van conformando en el modo de pensar y actuar del futuro ingeniero mecatrónico agrícola. Constituyen el modelo pedagógico que responde a las necesidades de la sociedad.

Estos objetivos concretan y precisan las acciones principales en la dirección del proceso enseñanza-aprendizaje, que tiene como resultados principales la asimilación de conocimientos y el desarrollo de habilidades, actitudes y valores en los estudiantes. Los objetivos pueden clasificarse en educativos e instructivos.

Sistema de objetivos generales educativos:

Los objetivos educativos son aquellos que están dirigidos a los aspectos más trascendentes en la educación de los individuos. Estos objetivos contienen la visión hacia la formación y/o reforzamiento en los estudiantes de convicciones, facultades, actitudes, valores y virtudes; es decir, contribuyen a formar y desarrollar su personalidad. Estos objetivos son:

- a) **Desempeño científico y profesional:** Aplicar las competencias profesionales en las esferas de actuación de la profesión, para desarrollar el medio rural y la sociedad, mediante la automatización, instrumentación y control de los procesos productivos y el uso racional de los recursos naturales, utilizando la investigación con un espíritu de servicio, en apoyo al bienestar y desarrollo sustentable de la sociedad.
- b) **Visión holística:** Evaluar las condiciones y factores presentes en el medio rural, a fin de aplicar acciones de mejora para el desarrollo de la agricultura a nivel global, nacional y local, mediante el diseño, rediseño y construcción de tecnologías apropiadas a cada contexto, integrándose en equipos interdisciplinarios de trabajo.
- c) **Sentido emprendedor:** Aplicar el sistema de conocimientos, habilidades y valores a fin de crear o adaptar tecnologías, procedimientos y sistemas que permitan enfrentar con éxito las exigencias del desarrollo económico, tecnológico y social, mediante la solución de problemas concretos y prácticos existentes en las esferas de actuación del profesional.
- d) **Conciencia de sustentabilidad:** Aplicar las tecnologías existentes y en desarrollo para conservar y mejorar el medio ambiente, mediante la utilización de fuentes alternas de energía y técnicas que conserven y/o mejoren la calidad del suelo, del agua y del aire.
- e) **Capacidad de gestión:** Aplicar los conocimientos, habilidades y actitudes de gestión empresarial, para la organización, dirección e integración de los recursos de una organización, a fin de resolver los problemas de la agricultura y el sector rural, mediante la búsqueda de acceso al crédito, la gestión de los recursos humanos y de proyectos de inversión, la comercialización de productos y servicios y la transferencia de tecnologías.
- f) **Cualidades humanas:** Aplicar el sistema de valores profesionales pertinentes, basado en la responsabilidad, honestidad, disciplina, respeto, liderazgo, compromiso, honradez, servicio e integridad, a fin de contribuir al desarrollo de la sociedad y los agricultores en particular, mediante la comprensión y aceptación de la cultura, los valores y las necesidades de las comunidades, regiones y el mundo contemporáneo y futuro que garanticen una vida digna.
- g) **Aprecio por la cultura:** Comprender los valores culturales de cada comunidad, región, y nación, a fin de alcanzar la equidad, la igualdad y el desarrollo humano establecido por la ONU para el siglo XXI, mediante la apreciación de la belleza artística y los sentimientos que se manifiestan en las diversas formas del arte y la cultura.
- h) **Cuidado por la salud:** Considerar el desarrollo físico y mental como una necesidad básica para la conservación y mejoramiento de la salud, a fin de garantizar la formación de personas con alto aprovechamiento intelectual, creativos y emprendedores, mediante la práctica del deporte, la educación física y otras prácticas que garanticen el desarrollo integral multifacético del profesional durante toda la vida.

Los objetivos educativos se concretan durante todo el ciclo educativo del estudiante; especialmente durante el proceso enseñanza-aprendizaje de cada asignatura o unidad de

aprendizaje, aplicando el concepto “educar durante la instrucción” en las propias clases y demás formas de enseñanza y aprendizaje.

Sistema de objetivos generales instructivos:

Los objetivos instructivos están vinculados a la adquisición de los núcleos de conocimientos y de habilidades básicas que le permitan al estudiante realizar las funciones profesionales que tendrá que emprender para resolver, de manera independiente y creativa, los problemas generales que se presentan en las diferentes esferas de actuación de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, durante el desempeño de su profesión. Estos objetivos son:

1. Diseñar, desarrollar, mantener e implementar sistemas, procesos y productos mecatrónicos utilizados en los procesos tecnológicos convencionales y automatizados, a fin de garantizar rendimientos óptimos agrícolas, elevada calidad del producto, la optimización de los recursos y la protección del medio ambiente, mediante la integración sinérgica de elementos mecánicos, electrónicos, informática y de control.
2. Automatizar y robotizar procesos de producción en el sector industrial, agroindustrial y alimentario, a fin de satisfacer necesidades emergentes, bajo el compromiso ético de su impacto económico, social y ambiental mediante la aplicación de señales y sistemas analógicos y digitales, microprocesadores, microcontroladores, computadores digitales, control electrónico, control inteligente, tecnologías de automatización, control numérico computarizado, diseño asistido por computadora, manufactura asistida por computadora, sistemas integrados de fabricación, entre otros.
3. Diseñar, desarrollar e implementar tecnologías de control y automatización de sistemas inteligentes para mejorar la productividad de las empresas agropecuarias y agroindustriales, a costos accesibles y con un enfoque sustentable, así como la calidad de vida de las personas, mediante la modelación, simulación y control de sistemas físicos.
4. Innovar y desarrollar sistemas de energía, principalmente de energía alternativa, altamente eficientes, para el aprovechamiento óptimo de las fuentes de energía, con costos accesibles, amigables con el medio ambiente y la mejora de la rentabilidad de las empresas agropecuarias y agroindustriales, mediante la utilización de métodos, procedimientos y técnicas ingenieriles competitivas de acuerdo al contexto socioeconómico global, nacional o regional.
5. Aplicar el control, la instrumentación y la automatización, para el continuo mejoramiento de los procesos agrícolas, agroindustriales e industriales, mediante la integración de dispositivos eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos, sensores e interfases computacionales programables.

6. Desarrollar y utilizar tecnologías de la información y comunicación para aplicaciones en automatización de equipos, máquinas y procesos en las empresas que permitan incrementar la productividad, mejorar la calidad, reducir los costos y aumentar la confiabilidad de los mismos, mediante la programación y manejo de software, bases de datos, sistemas de comunicación, procesamiento de señales, procesamiento de datos y sistemas de control.
7. Desarrollar proyectos multidisciplinarios mecatrónicos que permitan la automatización de equipos y procesos, el control de sistemas flexibles de manufactura y el desarrollo de nuevos dispositivos con el fin de innovar, mejorar e impulsar tecnológicamente las micro, pequeñas y medianas empresas agrícolas y agroindustriales, mediante la administración de recursos humanos, materiales y energéticos.

V. DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA Y TÍTULO QUE SE OTORGA

El Programa Educativo o Carrera lleva por nombre:

INGENIERÍA MECATRÓNICA AGRÍCOLA

El título que se otorga es el de:

INGENIERA MECATRÓNICA AGRÍCOLA

o

INGENIERO MECATRÓNICO AGRÍCOLA

VI. PERFIL DEL ASPIRANTE

El aspirante a la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola deberá haber aprobado la Preparatoria Agrícola o el nivel propedéutico de la Universidad Autónoma Chapingo, o; solicitar su ingreso a la carrera en los términos previstos en el Reglamento Académico de Alumnos de la UACH vigente. Además deben tener las siguientes competencias genéricas y específicas:

Competencias Genéricas

- a) Identifica la situación actual de los recursos naturales del país, considerando las diversas formas de uso, manejo y aprovechamiento para orientar una gestión acorde a principios de sustentabilidad y manifestar una visión ética al intervenir como profesional y ciudadano.
- b) Contextualiza los problemas del medio rural en su complejidad, identificando los componentes políticos, históricos, económicos, culturales, científicos, ecológicos y tecnológicos que requieren una atención integral, sostenible y sustentable y una visión ética para intervenir en el ámbito académico y social.
- c) Analiza situaciones del medio rural utilizando marcos referenciales de las ciencias formales experimentales y sociales para construir hipótesis, y explicaciones e interpretaciones acerca de sus causas, resultados e impacto en distintos contextos.
- d) Emplea los lenguajes científicos, técnicos, informáticos, así como la lengua española y autóctona como recursos fundamentales de la comunicación en la vida cotidiana, la lengua inglesa como medio para el acceso a la información y reforzar en el ámbito de sus posibilidades la comunicación en lenguas autóctonas tanto en la actividad académica como en la vida cotidiana con el objeto de manifestarse de manera crítica y reflexiva.
- e) Selecciona la información proveniente de los ámbitos científicos, tecnológicos y sociales y, sistematizar ésta utilizando fuentes convencionales y las derivadas de las nuevas tecnologías de la información y comunicación para identificar su origen y naturaleza que permita construir nuevos conceptos de manera autóctona en el ámbito académico y a lo largo de la vida.
- f) Participa en procesos de aprendizaje colaborativo mediante su incorporación en actividades de investigación interdisciplinaria, producción, extensión, servicio y difusión de la cultura para fortalecer su compromiso de atender la problemática agropecuaria y forestal nacional, así como obtener una visión del contexto en el marco del desarrollo sustentable dentro de su ejercicio profesional.
- g) Utiliza las herramientas teórico-metodológicas de los diferentes campos de la ciencia para identificar alternativas de aprovechamiento en los distintos contextos ecológicos, agronómicos y socioeconómicos relacionados con la producción agropecuaria y forestal, además de valorar su impacto en los distintos territorios.

- h) Practica conductas conscientes y congruentes en su cotidianidad y frente a las diversidades de género, sexuales, étnicas, religiosas, culturales y políticas bajo principios y valores de solidaridad, reciprocidad, responsabilidad, reconocimiento al trabajo y tolerancia para generar un ambiente de convivencia y de respeto al interactuar de manera efectiva con los demás.

Competencias Específicas

- a) Aplica los conceptos y las herramientas básicas de la Matemática, la Física, la Biología y la Química con habilidades de razonamiento lógico para emplear estos en la solución de problemas de manejo de recursos y del ámbito productivo desde un enfoque sustentable.
- b) Explica las transformaciones de la materia y la energía, involucrados en los fenómenos naturales y procesos productivos, aplicando las leyes, teorías y principios de la Química, la Física y la Biología, para proyectar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- c) Explica el funcionamiento de máquinas o dispositivos de uso tecnológico a partir del conocimiento de los principios de la Física, Química y Matemáticas, para aplicar éstos sistemas de importancia en la agricultura.
- d) Utiliza los métodos y las técnicas experimentales de laboratorio y campo en el análisis de procesos naturales y tecnológicos para valorar los factores que inciden en los procesos de producción y aprovechamiento de los recursos agropecuarios y forestales, congruente con el enfoque sustentable, así como formular las conclusiones pertinentes y lógicas del caso en estudio.
- e) Aplica normas de seguridad en actividades académicas y de su vida cotidiana, manejando sustancias químicas, material biológico, operando instrumentos, equipo electromecánico y tecnología computacional, de manera correcta, segura y responsable con el medio ambiente.
- f) Analiza la interdependencia de distintos fenómenos naturales, procesos productivos y del manejo racional y sustentable de los recursos naturales para planear la producción agrícola, así como valorar las acciones humanas que lo transforman y su impacto sobre el medio ambiente.

Los estudiantes que ingresen al programa, en cuarto grado, realizarán un examen diagnóstico con el objetivo de conocer sus fortalezas y debilidades en su formación y trazar estrategias pedagógicas correctivas y/o de mejora en el proceso docente educativo.

VII. CAMPO DE TRABAJO DEL (DE LA) INGENIERO(A) MECATRÓNICO(A) AGRÍCOLA

Las perspectivas para el o la Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola son muy amplias y constituyen un reto en la medida en que se incrementa la población del país, y con ello, las necesidades del sector agropecuario y agroindustrial referente a la producción de alimentos, en cantidad y con calidad y esto solo se puede lograr mediante la aplicación del control, la automatización y la robotización de los procesos productivos.

El o la Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola trabaja en ámbitos relacionados con la mecánica de precisión, los sistemas de control electrónicos y los sistemas de información y comunicación, tanto en el sector público como en el privado, de producción y de servicios, diseñando, controlando y desarrollando dichos sistemas.

Los posibles **campos de trabajo** de los egresados son los siguientes:

- ✓ Sector industrial, que van desde el diseño, producción y mantenimiento de sistemas automáticos de procesos en microempresas hasta la completa automatización y control de líneas de producción en grandes empresas.
- ✓ Industria metal-mecánica y manufactureras en la que se utilizan procesos de manufactura asistidos por computadora, manufactura flexible o donde se automaticen y controlen los procesos de producción.
- ✓ Instituciones estatales, empresas paraestatales y privadas, organizaciones y comunidades agrícolas, para realizar proyectos multidisciplinarios e innovadores que solucionen problemas en el sector productivo y dirigir los programas de operación, administración y mantenimiento de los sistemas mecatrónicos.
- ✓ Institutos y centros de investigación y desarrollo tecnológico que trabajan en el campo de la mecanización, automatización y control de las tecnologías de producción agropecuarias y agroindustriales o en el campo de las tecnologías para el uso eficiente de nuevas fuentes de energía.
- ✓ Instituciones de crédito para la evaluación económica y financiera de proyectos de desarrollo rural, productivos y de mecanización, para sustentar las líneas de crédito para la adquisición de maquinaria y equipo.
- ✓ Instituciones públicas y privadas relacionadas con el sector agropecuario y agroindustrial donde puede participar en la formulación de proyectos de desarrollo, asistencia técnica y trabajos de investigación, en el campo de la mecanización y automatización.
- ✓ Sectores públicos y privados que se dedican a proporcionar servicios relacionados con la mecánica de precisión, los sistemas de control electrónicos y los sistemas de información computarizados.
- ✓ Establecimientos y empresas que se ocupan de la promoción, distribución y comercialización de maquinaria y equipo agropecuario y agroindustrial, que incorporan diferentes niveles de automatización.

- ✓ Instituciones de enseñanza media superior y superior para el desempeño de actividades docentes en el campo de la Ingeniería Rural que integre aspectos de la Mecatrónica.
- ✓ Empresas de consultoría o como profesional independiente en el diseño y desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos o proyectos industriales relacionados con la manufactura y automatización de procesos y/o sistemas de producción agropecuarios e industriales.

VIII. CARACTERÍSTICAS DEL PROFESIONAL

El término mecatrónica se ha venido utilizando desde hace varios años para hacer referencia a un profesional integral en varias disciplinas de las ingenierías mecánica, electrónica, de control e informática, capaces de diseñar, desarrollar, optimizar y automatizar equipos, procesos o productos, de alta tecnología, dotados de un nivel de “inteligencia” que les permita adaptarse y preservar el medio ambiente en el que operan, para mejorar la productividad y competitividad de las empresas.

La mecatrónica es una ciencia capaz de aplicar y administrar novedosos sistemas de alta calidad para dar soluciones a las necesidades de México y contribuir con el desarrollo de la humanidad.

El(La) Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola es el profesional que debe desarrollar proyectos de innovación multidisciplinarios para automatizar, controlar, robotizar y crear productos y procesos inteligentes para las diferentes tecnologías de producción en la agricultura y la agroindustria.

En la agricultura existen procesos tecnológicos para la producción agrícola, pecuaria y agroindustrial, que están mecanizados, semimecanizados o no mecanizados, que constituyen áreas de oportunidad para este egresado.

Debido a lo anterior, las características del profesional de ingeniería mecatrónica agrícola son las prácticas básicas, comunes, innovadoras y emergentes, y a la vez retos, que se mencionan a continuación:

Prácticas profesionales básicas

1. Aplica los conocimientos de las ciencias básicas para analizar sistemas reales y resolverlos mediante computación, a fin de solucionar problemas contextualizados y significativos de la ingeniería mecatrónica agrícola.
2. Aplica los conocimientos sobre programación, bases de datos, minería de datos, sistemas metrológicos y software especializados en situaciones concretas de la ingeniería.
3. Aplica los conocimientos de la ingeniería sobre mecánica, termodinámica, termofluidos, electricidad, electrónica, automatización, hidráulica, neumática, control, entre otras, para solucionar problemas situados y significativos de la ingeniería.
4. Desarrolla proyectos interdisciplinarios de investigación o desarrollo tecnológico para la innovación de procesos, sistemas y productos mecatrónicos en el medio rural.
5. Aplica los conocimientos relacionados con las ciencias sociales, humanísticas y administrativas en la solución de problemas que requieren soluciones ingenieriles.

Prácticas profesionales comunes

1. Integra la mecánica, el diseño mecánico, la automatización de procesos y la manufactura durante el desarrollo de proyectos mecatrónicos.
2. Analiza y planifica procesos de manufactura utilizando máquinas de control numérico (CNC), diseño y manufactura asistidos por computadora (CAD-CAM) para la fabricación de productos de alta precisión.
3. Selecciona la instrumentación requerida para la automatización de máquinas y procesos continuos y discretos.
4. Diseña y aplica circuitos y dispositivos mecatrónicos, para optimizar y adaptar nuevas tecnologías de instrumentación y control en los procesos tecnológicos agrícolas y agroindustriales.
5. Implementa elementos mecatrónicos para la automatización de sistemas o procesos con base al resultado del diagnóstico del funcionamiento del sistema o proceso.
6. Diseña elementos mecatrónicos y los integra en proyectos complejos de ensamble de equipos y máquinas especializadas para los diferentes sistemas de producción.
7. Diseña, construye y programa sistemas robóticos inteligentes para su operación en sistemas de producción relacionados con la agricultura y la industria.
8. Asesora sobre la implantación e integración de los diversos sistemas electrónicos, mecánicos y de cómputo acorde a las necesidades de la empresa.
9. Diseña sistemas autónomos y propone la configuración para la adquisición y el procesamiento digital de señales e imágenes y en caso de ser necesario sistemas de visión artificial.
10. Diseña y aplica los sistemas sensor-controlador-actuador en la automatización de ambientes controlados.
11. Desarrolla y aplica software de simulación y control para el análisis e integración de los sistemas mecatrónicos en los procesos productivos.
12. Aplica y evalúa procesos de normalización en el área de mecatrónica para el desarrollo de sistemas y productos certificados satisfaciendo especificaciones de confiabilidad, seguridad y sustentabilidad.
13. Aplica las tecnologías de la información y comunicación, el control, entre otras áreas de la ingeniería para el desarrollo de la agricultura inteligente.
14. Aplica y gestiona el uso de la energía en la producción agropecuaria y agroindustrial eficiente y sustentable, incluyendo las energías alternativas.
15. Programa y gestiona el mantenimiento y la reparación de los sistemas mecatrónicos y robóticos utilizados en la producción agropecuaria y agroindustrial.

Prácticas profesionales innovadoras y emergentes

1. Aplica los conocimientos fundamentales sobre las propiedades y comportamiento de los materiales, así como el conjunto de procedimientos, técnicas y métodos para la selección, caracterización y aplicación de nuevos materiales para el diseño de modelos óptimos de producción.
2. Diseña e integra sistemas de redes de computadoras en ambientes de servicio.
3. Aplica los conocimientos básicos de la ingeniería de los materiales y nanomateriales metálicos, cerámicos y poliméricos durante el desarrollo de nuevos materiales para la agricultura y la agroindustria.
4. Aplica conocimientos básicos de microtecnología y nanotecnología para el desarrollo de microactuadores, sistemas micro electromecánico, sistemas nano electromecánico.
5. Diseño de elementos de interfaces "haptics" (elementos de realimentación de variables físicas como fuerza en ambientes virtuales) aplicados a la ingeniería.
6. Aplica la inteligencia artificial en el control de sistemas, procesos y productos mecatrónicos para la agricultura y la agroindustria.
7. Diseña, construye y programa robots que se conectan a través de la "nube" y la posibilidad de acceder a instrucciones e información de manera remota para resolver problemas situados de la ingeniería.
8. Aplica los conocimientos para la transformación de los sistemas de producción modulares a sistemas de producción flexibles y adaptables en la agroindustria.
9. Gestiona, opera y administra la mecanización de las tecnologías de producción agropecuaria y agroindustrial.
10. Diseña, aplica y evalúa el impacto ambiental en los proyectos de ingeniería mecatrónica agrícola.
11. Selecciona, aplica y diseña normas, regulaciones y procedimientos para garantizar la seguridad y salud en el trabajo.

Estas características generan un perfil amplio de este profesional, con una preparación multidisciplinaria en los campos del saber de la Mecánica, la Electrónica, el Control y la Informática, además de otras áreas del conocimiento suplementarias y necesarias para su formación integral. Además; complementado con valores, afectos, sentimientos y capacidades que lo identifican plenamente con los problemas reales de su país, de su gente, muy especialmente con el campo mexicano.

IX. PERFIL DEL EGRESADO

Para definir las competencias del egresado del Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica Agrícola es necesario distinguir entre las funciones de un(una) ingeniero(a), esto es, las finalidades de su labor, y las actividades que desarrolla para cumplirlas, que son mucho más numerosas.

El(La) ingeniero(a) tiene dos funciones principales: en primer lugar, analizar y entender ciertos problemas que alguien le plantea, y luego concebir las soluciones más apropiadas para los mismos. A la primera etapa se le llama *diagnóstico* y a la segunda *diseño*. El ingeniero diagnostica problemas que tienen relación con *necesidades* materiales de la sociedad y sus integrantes individuales; luego diseña con todo detalle cómo resolverlos mejor y vierte ese diseño en especificaciones detalladas necesarias para que se *fabrique o construya* la solución respectiva. (Reséndiz, 2008)

Por lo anterior, para los fines del presente diseño curricular, se adopta como **competencia dominante o rectora**:

Aplica su práctica profesional, diagnostica problemas en el ámbito de la ingeniería mecatrónica agrícola y gestiona su solución innovadora.

En cuanto a las actividades que puede desarrollar un(una) ingeniero(a) en todos los sectores de la economía: el primario, que produce insumos básicos minerales y agropecuarios; el secundario, que transforma esos insumos en productos diversos, y el terciario, que presta servicios de todo tipo. A su vez, en cualesquiera de tales sectores los ingenieros pueden ocuparse de: a) la identificación, evaluación y programación de inversiones (recursos materiales y humanos), que abreviadamente se denomina *planificación*, b) la concepción y especificación de nuevos procesos, estructuras y máquinas, que por antonomasia se llama *diseño*; c) la *construcción* de estructuras y máquinas diseñadas, d) la ejecución de procesos y la *operación* de las instalaciones o sistemas que resultan de las actividades anteriores, y e) el *control y evaluación* de procesos y sistemas.

Las principales prácticas a las que se enfrenta el profesional en Ingeniería Mecatrónica Agrícola son: a) Selección, b) Operación, c) Diseño, d) Pruebas y evaluación, e) Mantenimiento, f) Administración de los recursos materiales, económicos, técnicos y humanos de forma sostenible, g) Comercialización y transferencia de tecnología, y h) Capacitación a productores y usuarios en general.

Competencias Genéricas (CG)

CG1: Aplica los conocimientos, habilidades y actitudes de la ingeniería en mecatrónica agrícola con capacidad crítica y de síntesis para resolver problemas prácticos con honradez, responsabilidad, compromiso ético, espíritu solidario y de servicio, y respeto al medioambiente.

CG2: Demuestra una comunicación oral y escrita efectiva, en su idioma y al menos en una lengua extranjera, relacionado con su profesión.

CG3: Organiza y planifica los recursos materiales, económicos y humanos, incluyendo el tiempo, en situaciones reales, con información pertinente, para tomar decisiones con juicios de valor sobre temas sociales, científicos y éticos.

CG4: Aplica herramientas de aprendizaje autónomo y en equipo como estrategia para continuar aprendiendo, que le permita adaptarse a nuevas situaciones.

CG5: Demuestra capacidad para trabajar en equipo con grupos heterogéneos y multidisciplinarios y colabora en proyectos inter y multidisciplinarios, y multiculturales.

CG6: Demuestra tolerancia a las ideas diversas provenientes de distintos grupos sociales.

CG7: Demuestra compromiso con la calidad, mediante su desempeño profesional en términos de creatividad, liderazgo, innovación y espíritu emprendedor.

Competencias Profesionales

A partir de las prácticas profesionales básicas, comunes, innovadoras y emergentes del(de la) ingeniero(a) mecatrónico(a) agrícola, se identificaron las competencias profesionales del egresado, que para un mejor análisis se agruparon en competencias profesionales básicas (**CB**) y competencias profesionales específicas (**CE**), las que se enlistan a continuación:

CB1: Aplica los conocimientos de las ciencias básicas para solucionar problemas contextualizados y significativos de la Ingeniería en Mecatrónica Agrícola.

CB2: Aplica los conceptos fundamentales de la mecánica, la hidráulica, la neumática, la electrónica, el control, la computación y la informática, entre otras, para solucionar problemas situados y significativos de la Ingeniería en Mecatrónica Agrícola.

CB3: Desarrolla, programa, selecciona y aplica hardware y software especializado para la solución de problemas concretos en la Ingeniería en Mecatrónica Agrícola.

CB4: Aplica los conocimientos sobre las organizaciones, su marco legal y jurídico, su organización y gestión con base a los principios de la sustentabilidad, la equidad, el compromiso ético y social.

CB5: Modela, simula e interpreta sistemas y procesos en la agricultura.

CE1: Identifica, formula, diseña, construye, selecciona, integra, supervisa, opera, mantiene y evalúa productos y sistemas mecatrónicos para satisfacer necesidades en la agricultura, bajo el compromiso ético de su impacto económico, social, ambiental y político.

CE2: Automatiza procesos agrícolas que incrementen la productividad, el mejoramiento de la calidad, la reducción de costos y la fiabilidad de los mismos.

CE3: Aplica la ingeniería asistida por computadora, en el diseño, el análisis y la manufactura de mecanismos y componentes de sistemas mecatrónicos.

CE4: Aplica tecnologías de ingeniería mecatrónica para desarrollar y programar sistemas y equipos automatizados, incluyendo robots, para la agricultura.

CE5: Selecciona y utiliza protocolos de comunicación de datos para aplicaciones agropecuarias, forestales, agroindustriales y de servicio.

CE6: Instrumenta sistemas de producción agropecuarios, forestales y agroindustriales para el monitoreo y/o control de variables que permitan aumentar la eficiencia de sus procesos.

CE7: Identifica, analiza e interpreta datos de funcionamiento de procesos y sistemas que permitan la toma de decisiones en la agricultura.

CE8: Diseña, selecciona y aplica las herramientas de la agricultura de precisión, como son: los sistemas de información geográfica, las bases de datos, la percepción remota, los sistemas de posicionamiento global, telemática, vehículos no tripulados, sistemas de navegación autónomas, entre otros, para mejorar sistemas y procesos de producción agropecuario.

CE9: Diseña, desarrolla, implementa y adapta sistemas mecatrónicos aplicando tecnologías de energías alternativas para su uso eficaz y eficiente en la agricultura.

X. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DEL PLAN DE ESTUDIOS

a. Organización por disciplinas y asignaturas

Las carreras en las distintas licenciaturas que ofrece la Universidad Autónoma Chapingo, se realizan en cuatro años (ocho semestres). La carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, está estructurada en 60 asignaturas más una muy **particular y especial** que es la **Estancia Preprofesional**, ubicadas para su estudio en cinco áreas disciplinares, a saber:

Área disciplinar de ciencias básicas. Comprende al conjunto de asignaturas que tiene por objetivo proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza, incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de uso del método científico.

Área disciplinar de ciencias de la ingeniería. Tiene como fundamento las ciencias básicas y las matemáticas, pero desde el punto de vista de la aplicación creativa del conocimiento. Las asignaturas de esta área son la conexión entre las ciencias básicas y la aplicación de la ingeniería.

Área disciplinar de la ingeniería aplicada. Tiene como base la aplicación de las ciencias básicas y de la ingeniería para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. Incluye los elementos fundamentales del diseño de la ingeniería, abarcando aspectos tales como: desarrollo de la creatividad, empleo de problemas abiertos, metodologías de diseño, factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos y de seguridad, estética e impacto social y ambiental, a partir de la formulación de los problemas.

Área disciplinar de ciencias sociales y humanidades. Las asignaturas que pertenecen a esta área contribuyen en la formación de ingenieros con responsabilidad social, capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones en el campo de la ingeniería.

Otras asignaturas complementarias. Estas asignaturas se refieren a una formación complementaria, pero necesaria para el desempeño eficiente del profesional.

En el Cuadro 23 se exponen las disciplinas y sus correspondientes asignaturas que integran el plan de estudios, por competencias y créditos académicos, de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

Cuadro 23. Distribución de asignaturas por disciplinas en el plan de estudios.

<u>DISCIPLINA DE CIENCIAS BÁSICAS</u>
13. ANÁLISIS MATEMÁTICO
14. ÁLGEBRA LINEAL
15. ESTÁTICA

16. ECUACIONES DIFERENCIALES
17. CÁLCULO VECTORIAL
18. DINÁMICA
19. MÉTODOS NUMÉRICOS
20. MÉTODOS ESTADÍSTICOS
21. ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO
22. TERMODINÁMICA
23. MECÁNICA DE MATERIALES
24. TERMOFLUIDOS

DISCIPLINA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

15. PROGRAMACIÓN
16. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS
17. ESTRUCTURA DE DATOS Y ALGORITMOS
18. DIBUJO EN INGENIERÍA
19. OPTIMIZACIÓN
20. CIRCUITOS ELÉCTRICOS
21. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN
22. ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE MECANISMOS
23. DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS
24. ELECTRÓNICA ANALÓGICA Y DIGITAL
25. MODELACIÓN DE SISTEMAS
26. DINÁMICA DE SISTEMAS MECATRÓNICOS
27. CONTROL CLÁSICO
28. CONTROL MODERNO

DISCIPLINA DE INGENIERÍA APLICADA

27. FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN AGRÍCOLA
28. TECNOLOGÍAS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
29. INGENIERÍA AGRÍCOLA
30. MATERIALES Y MANUFACTURA
31. MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA
32. SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS
33. SENSORES E INSTRUMENTACIÓN
34. INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

35. ELECTRÓNICA DE POTENCIA
36. SISTEMAS DIGITALES EMBEBIDOS
37. MOTORES Y TRACTORES AGRÍCOLAS
38. VISIÓN POR COMPUTADORA
39. AGRICULTURA DE PRECISIÓN
40. MÁQUINAS AGRÍCOLAS AUTOMATIZADAS
41. AUTOMATIZACIÓN DE BIOSISTEMAS
42. DISEÑO DE SISTEMAS MECATRÓNICOS
43. PROYECTO INTEGRADOR I
44. PROYECTO INTEGRADOR II
45. PROYECTO INTEGRADOR III
46. ESTANCIA PREPROFESIONAL
47. OPTATIVA I
48. OPTATIVA II
49. OPTATIVA III
50. OPTATIVA IV
51. OPTATIVA V
52. OPTATIVA VI

DISCIPLINA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

7. COMUNICACIÓN ORAL Y ESCRITA
8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA
9. INGLÉS I
10. INGLÉS II
11. INGLÉS III
12. INGLÉS IV

OTRAS ASIGNATURAS COMPLEMENTARIAS

4. INGENIERÍA ECONÓMICA
5. ADMINISTRACIÓN
6. FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Fuente: Elaboración propia.

b. Organización de las asignaturas por áreas académicas

La existencia de áreas académicas en el DIMA obedece a necesidades administrativas y operativas de las funciones sustantivas del Departamento; en ellas se agrupa al personal académico por disciplinas. En las áreas se planifica, organiza, ejecuta y controla el trabajo, fundamentalmente, docente-educativo. Además se consideraron los criterios del organismo acreditador (CACEI) que agrupa las asignaturas por disciplinas académicas.

En el Cuadro 24 se muestra la estructura de las áreas, teniendo como principio la integración de las áreas académicas por disciplinas.

Cuadro 24. Áreas, disciplinas y asignaturas que integran el plan de estudios de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, por competencias y créditos académicos.

ÁREAS ACADÉMICAS	DISCIPLINAS	ASIGNATURAS
CIENCIAS BÁSICAS (12 ASIGNATURAS, 20 %)	CIENCIAS BÁSICAS (12 ASIGNATURAS, 20 %)	Análisis Matemático; Álgebra Lineal; Estática; Ecuaciones Diferenciales; Cálculo Vectorial; Dinámica; Métodos Numéricos; Métodos Estadísticos; Electricidad y Magnetismo; Termodinámica; Mecánica de Materiales; Termofluidos
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (14 ASIGNATURAS, 23 %)	CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (14 ASIGNATURAS, 23 %)	Programación; Programación Orientada a Objetos; Estructura de Datos y Algoritmos; Dibujo en Ingeniería; Optimización; Circuitos Eléctricos; Sistemas de Comunicación; Análisis Y Síntesis de Mecanismos; Diseño de Elementos de Máquinas; Electrónica Analógica y Digital; Modelación de Sistemas; Dinámica de Sistemas Mecatrónicos; Control Clásico; Control Moderno
INGENIERÍA APLICADA (26 ASIGNATURAS, 42 %)	INGENIERÍA APLICADA (26 ASIGNATURAS, 42 %)	Fundamentos de la Automatización Agrícola; Tecnologías de la Producción Agrícola; Ingeniería Agrícola; Materiales y Manufactura; Manufactura Asistida por Computadora; Sistemas Hidráulicos y

		Neumáticos; Sensores e Instrumentación; Ingeniería y Tecnología de las Energías Renovables; Electrónica de Potencia; Sistemas Digitales Embebidos; Motores y Tractores Agrícolas; Visión por Computadora; Agricultura de Precisión; Máquinas Agrícolas Automatizadas; Automatización de Biosistemas; Diseño de Sistemas Mecatrónicos; Proyecto Integrador I; Proyecto Integrador II; Proyecto Integrador III; Estancia Preprofesional; Optativa I; Optativa II; Optativa III; Optativa IV; Optativa V; Optativa VI
CIENCIAS ECONÓMICAS, SOCIALES, HUMANIDADES Y OTROS CURSOS (9 ASIGNATURAS, 15 %)	CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES (6 ASIGNATURAS, 10 %)	Comunicación Oral y Escrita; Metodología de la Investigación en Ingeniería; Inglés I; Inglés II; Inglés III; Inglés IV
	OTRAS ASIGNATURAS COMPLEMENTARIAS (3 ASIGNATURAS, 5 %)	Ingeniería Económica; Administración; Formulación y Evaluación de Proyectos

Fuente: Elaboración propia

XI. MAPA CURRICULAR

En el Cuadro 25 se presenta el mapa curricular de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

En el Cuadro 26 se presentan las asignaturas optativas de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola que se imparten en sexto, séptimo y octavo semestre.

Cuadro 25. Mapa curricular de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola, por competencias y créditos académicos.

GRADOS	SEMESTRES	ASIGNATURAS DEL PLAN DE ESTUDIOS							
CUARTO	PRIMERO	Comunicación Oral y Escrita (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Análisis Matemático (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Estática (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Métodos Estadísticos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Programación (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75	Fundamentos de la Automatización Agrícola (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Algebra Lineal (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés I (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
	SEGUNDO	Metodología de la Investigación en Ingeniería (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Ecuaciones Diferenciales (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Dinámica (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Programación Orientada a Objetos (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75	Métodos Numéricos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Tecnologías de la Producción Agrícola (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 14.25 (V.E. 1)	Cálculo Vectorial (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés II (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
QUINTO	PRIMERO	Termodinámica (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Electricidad y Magnetismo (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Mecánica de Materiales (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Estructura de Datos y Algoritmos (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75	Dibujo en Ingeniería (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Optimización (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Ingeniería Agrícola (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés III (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
	SEGUNDO	Termofluidos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Circuitos Eléctricos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Materiales y Manufactura (T= 3.0 H; P= 3.0 H) C= 16.5 (V.E. 2)	Sistemas de Comunicación (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Análisis y Síntesis de Mecanismos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Diseño de Elementos de Máquinas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Electrónica Analógica y Digital (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Inglés IV (T= 1.5 H; P= 3.0 H) C= 6.75
SEXTO	PRIMERO	Administración (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Modelación de Sistemas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Manufactura Asistida por Computadora (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Sistemas Hidráulicos y Neumáticos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Dinámica de Sistemas Mecatrónicos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Control Clásico (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Sensores e Instrumentación (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Ingeniería y Tecnología de las Energías Renovables (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75
	SEGUNDO	Electrónica de Potencia (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Sistemas Digitales Embebidos (T= 3.0 H; P= 3.0 H) C= 16.5 (V.E. 3)	Ingeniería Económica (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Motores y Tractores Agrícolas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Visión por Computadora (T= 1.5 H; P= 1.5 H) C= 4.5	Control Moderno (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Optativa I (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Proyecto Integrador de Ingeniería I (P= 3.0 H) C= 4.5
SÉPTIMO	PRIMERO	Agricultura de Precisión (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Máquinas Agrícolas Automatizadas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Formulación y Evaluación de Proyectos (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Automatización de Biosistemas (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Diseño de Sistemas Mecatrónicos (T= 3.0 H; P= 3.0 H) C= 9.0	Optativa II (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Optativa III (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 6.75	Proyecto Integrador de Ingeniería II (P= 3.0 H) C= 4.5
	SEGUNDO	Estancia Preprofesional (P = 480 H) C= 30.0				Optativa IV (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 4.22	Optativa V (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 4.22	Optativa VI (T= 3.0 H; P= 1.5 H) C= 4.22	Proyecto Integrador de Ingeniería III (P= 3.0 H) C= 2.81

Código	Tipos de Asignaturas	Cantidad de Asignaturas	% Cantidad de Cursos	Créditos	% Número de Créditos	Semestre	Horas Teoría		Horas Práctica		Horas Totales	Créditos
							H/Semana	H/Semestre	H/Semana	H/Semestre		
	Ciencias Básicas	12	20	81.0	19	I	18.0	288	15.0	240	528	49.5
	Ciencias de la Ingeniería	14	23	94.5	22	II	19.5	312	15.0 + (V.E. - 120 H)	360	672	59.25
	Ingeniería Aplicada	26	42	207.47	47	III	21.0	336	15.0	240	576	54
						IV	22.5	360	15.0 + (V.E. - 120 H)	360	720	63.75
	Ciencias Sociales y Humanidades	6	10	36.0	8	V	22.5	360	12.0	192	552	54
						VI	19.5	312	15.0 + (V.E. - 120 H)	360	672	57
	Otras Asignaturas Complementarias	3	5	18.0	4	VII	21.0	336	15.0	240	576	54
						VIII	9.0	144	7.5 + E.P. (480 H)	600	744	45.47
TOTALES		61	100	436.97				2448		2592	5040	436.97

V. E. - Viaje de Estudio

P.E. - Estancia Preprofesional

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 26. Asignaturas optativas de la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola, por competencias y créditos académicos.

Sexto Semestre	Séptimo Semestre	Octavo Semestre
OPTATIVAS I	OPTATIVAS II y III	OPTATIVAS IV, V y VI
1. Cinemática de Robots	1. Dinámica y Control de Robots	1. Ética Profesional
2. Programación de Interfaz Hombre-Máquina	2. Programación y Control de Periféricos	2. Mantenimiento de Sistemas Mecatrónicos
3. Matemática avanzada	3. Inteligencia Artificial	3. Drones y nanosatélites en la Agricultura
4. Automatización Pecuaria	4. Robótica Probabilística	4. Automatización Agroindustrial
	5. Manufactura flexible	5. Comercialización y Mercadotecnia
	6. Análisis por Elementos Finitos	6. Liderazgo e Imagen Empresarial
	7. Acústica y Óptica	7. Estrategias Didácticas
	8. Mecánica de fluidos	8. Evaluación del Impacto Ambiental
	9. Control Óptimo	9. Base de Datos
		10. Control Inteligente

Fuente: Elaboración propia.

Nota:

1. En el plan de estudios de la carrera existen seis asignaturas optativas, las cuales pueden ser seleccionadas de acuerdo al cuadro anterior.
2. Se abrirá un grupo académico para una determinada asignatura optativa, cuando al menos cinco estudiantes se hayan inscrito en ella.
3. En forma totalmente opcional, los estudiantes pueden asistir a otras asignaturas optativas que se estén impartiendo y que no sea las que haya elegido como optativa, siempre y cuando no interfiera sus actividades obligatorias.

XII. REQUISITOS DE PERMANENCIA Y FORMAS DE OBTENER EL TÍTULO

a. Requisitos de permanencia

Los requisitos para la permanencia de los estudiantes en este programa educativo están relacionados en los siguientes reglamentos:

- ✓ Reglamento Disciplinario para Alumnos de la UACH.
- ✓ Reglamento Académico de Alumnos, UACH.
- ✓ Reglamento Académico del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola para alumnos.

b. Requisitos para obtener el título

Para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola, el egresado debe cumplir los siguientes requisitos:

- ✓ Haber aprobado en su totalidad el plan de estudios del programa académico.
- ✓ Haber concluido el servicio social y presentado ante la Oficina de Exámenes Profesionales la carta de liberación expedida por el Departamento de Servicio Social de la Universidad Autónoma Chapingo.
- ✓ Que en el archivo general de la institución se encuentren en original los documentos de: Acta de nacimiento, Certificado de estudios de secundaria y de bachillerato según corresponda a su nivel de ingreso a la UACH, necesarios para el trámite del título y la cédula profesional.
- ✓ Haber presentado en la Dirección General Académica constancia de no adeudo a la institución, mediante el formato establecido para ello.
- ✓ Pagar por derechos de Titulación en la Tesorería de la Dirección de Patronato Universitario, el equivalente a diez días de salario mínimo vigente para el Distrito Federal.
- ✓ Haber cubierto en el DIMA todos los trámites de titulación y presentar ante la Dirección General Académica los documentos correspondientes que demuestren que éstos se cumplieron.
- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, haber realizado el trámite de donación de derechos de autor a favor de la Universidad Autónoma Chapingo, ante la Dirección General de Patronato Universitario.
- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, haber entregado un ejemplar impreso del documento escrito de titulación en la Biblioteca del DIMA, cinco días antes del examen profesional como mínimo. Además, entregarán el documento

grabado en archivo electrónico en un disco compacto, distribuyéndolo como sigue: cinco se entregarán al jurado, dos a la Biblioteca Central, dos a la Biblioteca del DIMA y uno a la Subdirección de Investigación de ésta última también se le entregará un disco con el archivo electrónico del artículo científico y el cartel extraído del documento de Titulación.

- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, el documento escrito deberá estar firmado por el comité revisor para certificar que las correcciones, que pudieran tener lugar, fueron efectuadas.
- ✓ En las opciones en donde se contemple Examen Profesional, entregar el artículo correspondiente al documento de titulación, revisado por el director del mismo y aprobado por un árbitro que no esté incluido en el comité revisor.

Una vez cubiertos los requisitos por el egresado, existen 10 opciones de titulación, las que se enlistan a continuación:

1. **Elaboración de Tesis Profesional:** Consiste en realizar un trabajo de investigación que puede ser de naturaleza experimental, observacional, de desarrollo teórico, tecnológico, bibliográfico o de campo. En todos los tipos de investigación, el documento escrito, resultado del trabajo de investigación, debe ser original y aplicar un conocimiento tendiente a resolver un problema existente.
2. **Formulación y Evaluación de Proyectos:** Consiste en presentar un documento escrito, como resultado de la elaboración y evaluación de un proyecto de inversión en el campo profesional del egresado, que abarque y analice los elementos necesarios para resolver un problema determinado.
3. **Desarrollo de un Proyecto de Servicio Universitario:** Consiste en presentar un documento escrito, como resultado de la incorporación del estudiante a un proyecto productivo o de servicio registrado en la Universidad donde participe en su ejecución, con la finalidad de resolver un problema determinado.
4. **Informe de Estancia Preprofesional:** Consiste en presentar un informe analítico de la Estancia Preprofesional, que desarrolla el alumno en un espacio laboral que guarda vinculación expresa con el perfil académico profesional de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.
5. **Memoria de Experiencia Profesional:** Consiste en presentar un informe analítico de una experiencia profesional sobre el estudio de un problema relacionado con el perfil de egreso del programa educativo del DIMA.
6. **Seminario de Titulación:** Consiste en acreditar un curso intensivo o semestral de actualización que integre el desarrollo y presentación de resultados de investigación, sobre un tema relacionado con el área de conocimiento de su carrera. El programa del seminario, debe contemplar 120 horas de sesiones presenciales o su equivalente en modalidad a distancia.

7. **Titulación por Diplomado:** Consiste en acreditar un programa de diplomado, relacionado con el área de conocimiento integrada al programa educativo del DIMA. El programa del diplomado debe contemplar 200 horas y desarrollarse en un plazo no mayor de seis meses.
8. **Titulación por Especialidad:** Consiste en cursar y aprobar dos cursos de posgrado a nivel de Especialidad que ofrezca la UACh, con un mínimo de 64 horas-clase cada uno o el equivalente en créditos.
9. **Titulación por Mérito Académico:** Consiste en la obtención del título profesional, cuando el pasante haya obtenido un promedio mínimo de noventa en la escala de cero a cien, durante sus estudios profesionales en la Universidad (de 4º a 7º año), aprobando la totalidad de las asignaturas del plan de estudios correspondiente, sin haber presentado ningún examen extraordinario.
10. **Titulación por examen de conocimientos:** Consiste en la presentación de un examen escrito por parte del pasante, que permita la valoración de los conocimientos generales que adquieren los alumnos en su formación académica, de conformidad con el plan de estudios del DIMA, así como su capacidad y criterio profesional para aplicarlos.

XIII. PLANTEAMIENTO PARA LA PROPUESTA OPERATIVA DEL CURRÍCULUM

Para la implementación y puesta en operación de este nuevo plan de estudios para la carrera de Ingeniero Mecatrónico Agrícola la Universidad y el Departamento cuentan con la normatividad necesaria, misma que en lo general se relaciona a continuación:

a. Lineamientos normativos

1. De la Universidad Autónoma Chapingo

A continuación se detalla la normatividad de la UACH que da sustento a la reglamentación de los procesos académico-administrativos del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola:

- ✓ ***Ley que crea la Universidad Autónoma Chapingo (1977).***
- ✓ ***Estatuto de la Universidad Autónoma Chapingo (1978).***
- ✓ ***Reglamento general para la autorización, aprobación y registro de planes y programas de estudio (2009).***

Dentro de sus apartados aparecen los siguientes: De las Equivalencias y la Revalidación de Estudios Bajo el Sistema de Créditos, Procedimientos para la Formulación y Aprobación de Planes de Regularización y de Movilidad de Alumnos.

- ✓ ***Proyecto de reglamento general para educación a distancia en la Universidad Autónoma Chapingo (2010).***

En este documento aparecen capítulos de interés para el plan de estudio, tales como: Del Personal Académico para la Modalidad a Distancia, De los Alumnos, Del Aprovechamiento de los Alumnos y de los Exámenes.

- ✓ ***Reglamento académico de alumnos (1981).***

Este reglamento es el documento de referencia académica obligada para los estudiantes e incluye los siguientes capítulos: Del concurso y admisión de los alumnos, De la categoría de los alumnos de nuevo ingreso, De las inscripciones de los alumnos de nuevo ingreso, De la admisión de alumnos extranjeros, De la admisión de alumnos especiales, De la conservación y recuperación de la categoría, Del reingreso, De los permisos para ausentarse del plantel y las justificaciones por faltas, De los derechos de los alumnos, De las obligaciones, De los exámenes, De las calificaciones, De la revalidación de materias, Del calendario académico.

- ✓ ***Reglamento de estancia pre profesional para el nivel licenciatura de la Universidad Autónoma Chapingo (s.f.).***

Dentro de los capítulos que deben considerarse en el presente documento, se encuentran: Del carácter curricular de la estancia pre profesional y de la participación de los profesores responsables y alumnos, De la evaluación y acreditación de las estancias pre profesionales.

- ✓ ***Reglamento de exámenes profesionales (1984).***

Se detallan los procedimientos para las diferentes opciones de titulación

- ✓ ***Reglamento de intercambio académico de estudiantes (2001).***

En esta normatividad de la UACH aparecen los Requisitos, Duración, Documentación, Apoyos económicos, Selección de candidatos, Obligación y sanción de los estudiantes, así como el capítulo de reincorporación a la Universidad.

- ✓ ***Reglamento para las prácticas de campo internacionales en el nivel de licenciatura de la Universidad Autónoma Chapingo (2016).***

Se presentan las normas que deben cumplirse para el financiamiento, programación, ejecución y evaluación de una práctica de campo internacional.

2. Del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola

Para su funcionamiento el DIMA tiene su propia reglamentación que, como se dijo anteriormente, está alineada a la normatividad institucional, misma que se relaciona a continuación:

- Reglamento del Honorable Consejo Departamental de Ingeniería Mecánica Agrícola (2012).
- Reglamento del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2012).
- Reglamento para el Funcionamiento de las Áreas Académicas del DIMA (2012).
- Reglamento de Viajes de Estudio y Prácticas de Campo Foráneas del DIMA (2015).
- Reglamento del Concurso de Oposición para el Ingreso de Personal Académico al DIMA (2015).
- Reglamento para la Evaluación del Desempeño del Personal Académico (2005).
- Reglamento de alumnos (2005).
- Reglamento de Titulación del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2015).
- Reglamento de Servicio Social del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (2015).
- Reglamento de Seguridad de los Laboratorios y Talleres (2004).
- Reglamento de Sala De Cómputo (2000).
- Reglamento de la Biblioteca (2004).

El Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica Agrícola también cuenta con 19 programas aprobados por el H. Consejo Departamental, que permiten orientar y darles seguimiento a las actividades académicas, de investigación, de vinculación y extensión, administrativas y definir estrategias de mejora continua. Los que se relacionan a continuación:

1. Programa de actividades culturales (2015).
2. Programa de actividades deportivas (2015).
3. Programa de asesoría académica (2015).
4. Programa de atención psicológica y prevención de actitudes de riesgo (2015).
5. Programa de inducción para estudiantes de nuevo ingreso (2015).
6. Programa de intercambio académico (2015).
7. Programa de orientación profesional y eventos científicos o tecnológicos (2015).
8. Programa de seguimiento de egresados (2015).
9. Programa de servicio social (2015).
10. Programa de servicios médicos (2015).
11. Programa de trayectorias escolares (2015).
12. Programa de vinculación escuela-familia (2015).
13. Programa de vinculación (2015).
14. Programa departamental de tutoría (2015).
15. Programa de inducción para docentes de nuevo ingreso (2015).
16. Programa de Titulación (2015).
17. Programa de formación docente y actualización profesional (2015).
18. Programa de emprendimiento e incubadora de empresas (2015).
19. Programa de extensión (2015).

b. Lineamientos de operación

En este apartado se presentan criterios que son de importancia en relación a los procedimientos a seguir por los académicos y directivos en el afán de alcanzar el perfil de egreso señalado en esta propuesta.

El Programa Académico de Ingeniería Mecatrónica Agrícola para cumplir con los objetivos planteados y lograr un impacto significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestros alumnos, además de contar con la normatividad vigente y los programas que orientan las actividades sustantivas del DIMA, es necesario incluir e implementar las siguientes propuestas operativas:

1. La propuesta curricular se ha diseñado con base en los principios de la flexibilidad curricular y el Modelo de Formación Universitaria Basado en Competencias Profesionales y Créditos Académicos.
2. Que la elaboración, modificación, actualización entre otros; de las unidades de aprendizaje sean avaladas por las academias respectivas, en cualquiera de las modalidades educativas ofertadas.
3. Quién imparta la unidad de aprendizaje cumpla con el perfil docente señalado en esta propuesta curricular.
4. Implementar cursos de regularización y de inducción de manera integral en la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola para su homogenización.
5. La forma en que se desarrollarán las unidades de aprendizaje será teniendo una relación teórica – práctica y respondiendo a una secuencia lógica, psicológica y pedagógica, lo que permitirá integrar las competencias profesionales con los escenarios reales en los que se desenvolverá el futuro profesionista.
6. La operación didáctica del Plan de Estudios está centrada en el aprendizaje del estudiante, donde el docente diseña estrategias de enseñanza y maneja técnicas de aprendizaje orientadas a la formación de competencias profesionales, considerando para ello (Pimienta, 2012):
 - a) *El Aprendizaje orientado a proyectos.* Es un aprendizaje eminentemente basado en la experiencia del ser humano, pues se aprende al hacer y al reflexionar sobre lo que se hace, es factible para la integración del conocimiento y la generación de un proyecto específico.
 - b) *El Aprendizaje basado en problemas.* Consiste en el planteamiento de una situación problema, su construcción, análisis y/o solución constituye el tema central de la experiencia donde la enseñanza promueve deliberadamente el proceso de indagación y resolución del problema en cuestión. Con una amplia aplicación para el desarrollo conceptual básico en las unidades de aprendizaje, de las etapas formativas básica general, disciplinar y de terminal. Dependiendo del diseño y complejidad del problema, puede ser implementado desde el inicio de los ciclos escolares de la carrera.
 - c) *El Aprendizaje situado.* Plantea una relación entre el aprendiz y el contexto con una connotación situacional; se centra en prácticas educativas reales con un impacto social del aprendizaje basado en la pertinencia, asume la responsabilidad de fortalecer la identidad significativa, motivada y auténtica de las prácticas educativas o en los intercambios colaborativos que se promueven entre los participantes. En dicha concepción se recaba una serie de metodologías documentadas con enfoques situados,

que se realizan en torno al desarrollo de proyectos, la solución de problemas, el estudio de casos que se encuentran dirigidos y al servicio de la comunidad.

- d) *El Aprendizaje en servicio.* Los estudiantes aprenden y se desarrollan por medio de su participación activa en experiencias de servicio organizadas y vinculadas con las necesidades de una comunidad.
- e) *El Aprendizaje colaborativo y cooperativo.* El aprendizaje colaborativo permite que los estudiantes aprendan a establecer objetivos y metas comunes para realizar un trabajo en equipo, donde se haga evidente el esfuerzo individual. El aprendizaje cooperativo está orientado al éxito o producto del trabajo en equipo.
- f) *El Aprendizaje basado en tareas.* Se entiende por tarea cuando el estudiante utiliza los conocimientos previos para construir nuevos conocimientos y/o aplicarlos en situaciones nuevas; las fases son: 1) trabajo previo a la tarea, 2) tarea propiamente dicha y 3) análisis, reflexión en el aula de los resultados de la tarea realizada.
- g) *El Aprendizaje por estudio de casos.* Plantea una situación-problema que se expone al estudiante para que éste desarrolle propuestas conducentes a su análisis o solución, en un formato con antecedentes simulados o reales, donde los estudiantes toman conciencia del contenido y su trascendencia en la realidad.

Lo anterior se realiza conforme a disposiciones normativas vigentes de la UACH, a través de cursos, seminarios, talleres, laboratorios, prácticas profesionales y estancias, en instituciones educativas y de asistencia social; además, se establecen las tutorías académicas y la movilidad académica, nacional e internacional, tanto de docentes como de estudiantes fomentando la internacionalización del currículum.

- 7. Se plantea que los docentes que participen en este nuevo plan de estudios, deberán ser capacitados en el tema de educación por competencias, por lo que acreditarán con constancia por la institución o avalada por la misma institución con un mínimo de 40 horas de capacitación. Así mismo, es necesario que se establezca por el DIMA un programa permanente semestral de capacitación a los docentes, tanto en aspectos técnicos como en aspectos pedagógicos-didácticos, mismo que será elaborado y realizado por dicha unidad académica, considerando las propuestas de las academias respectivas, quienes se reunirán al término de cada ciclo académico para este fin.
- 8. El Plan de Estudios de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola está diseñado para que el estudiante se vincule con su entorno social y profesional durante su formación, manteniendo desde el primer semestre una vinculación con el contexto familiar, social e institucional.

9. Durante las Etapas disciplinar y terminal, el estudiante establece una vinculación con: el entorno social y profesional, las familias, los integrantes de las comunidades, en las diferentes instituciones del sector privado y público, con las que se tiene convenios de colaboración o cartas de intención.
10. El DIMA implementará el programa de vinculación, programa de emprendimiento e incubadora de empresas que son los escenarios reales donde se desarrollan, fortalecen y aplican los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores que promueven el desarrollo de las competencias profesionales, el compromiso social en todos los ámbitos de intervención del profesional de la ingeniería mecatrónica agrícola, y se define su proyecto de vida y carrera.

Por lo tanto, los estudiantes realizarán conforme a disposiciones normativas institucionales y departamentales vigentes: viajes de estudio, prácticas de campo, prácticas preprofesionales, programas de emprendedores entre otras actividades en los sectores público, privado y social donde aplicará y desarrollará con sentido ético las competencias profesionales aprendidas. Así mismo realizarán su servicio social conforme a la reglamentación respectiva, en instituciones públicas en donde se integre a la sociedad, identificando su problemática y coadyuvando a su solución para que de esta forma, participe en el desarrollo del país.

11. Es menester que los docentes de este Departamento consideren que en la formación por competencias profesionales, la tutoría es considerada como una estrategia para la formación integral del estudiante, cuyo propósito es promover un acompañamiento y una orientación, por parte de los profesores de la unidad académica, por lo que se implementará el Programa Departamental de Tutorías en el que se plantea un acompañamiento individual o grupal según las necesidades de los estudiantes.

Previo al inicio del programa de tutorías será indispensable que los docentes sean capacitados por la institución respectiva, los cuales deberán comprobar un mínimo de 30 horas de capacitación en este programa. La tutoría será impartida por los profesores de la unidad académica a los estudiantes desde su ingreso al Departamento hasta su egreso y/o de acuerdo al programa departamental de tutorías y el programa de trayectoria escolar, con la finalidad de apoyar el éxito en su carrera, disminuir la deserción y el rezago escolar.

12. Integrar como parte de la formación integral del estudiante el deporte, la cultura y la salud mediante la implementación de los programas para este fin, aprobados por el H. Consejo Departamental. Para ello, el DIMA en coordinación con las instancias correspondientes de la Universidad y mediante convenios con instituciones externas, realizará las gestiones necesarias para el desarrollo y cumplimiento de las actividades programadas.

13. Para resolver los problemas de aprendizaje diferentes a las tutorías se implementarán los Programas de Trayectoria Escolar y de Asesoría Académica, mismos que incidirán directamente en el incremento del índice de aprobación de los estudiantes. Las asesorías se realizarán siguiendo dos líneas de acción: acciones preventivas, acciones remediales:

Acciones Preventivas:

- a) Asesorías grupales para la regularización en temas relacionados a los programas analíticos (asignaturas) con alto índice de reprobación. Estas asesorías se impartirán al inicio del semestre.
- b) Asesorías inter-semestrales para los estudiantes que han reprobado exámenes parciales o han demostrado un bajo rendimiento, con la finalidad de evitar que reprueben el examen global y obtengan una calificación final satisfactoria (periodo regular). Estas asesorías se impartirán una vez concluido el primer periodo de exámenes parciales y antes de que finalice el semestre.
- c) Apoyo académico a los estudiantes que no se encuentren en el caso de reprobación, pero que busquen mejorar sus habilidades y/o conocimientos sobre una temática particular. Estas asesorías son de carácter emergente y se impartirán a solicitud del estudiante a lo largo del semestre.

Acciones Remediales:

- a) Asesorías grupales a estudiantes que se encuentren con historial académico reprobatorio y que se encuentren en riesgo de deserción. Estas serán programadas para impartirse en el período previo a la presentación de exámenes extraordinarios con la finalidad de subsanar la falta de aprendizajes que permitan al estudiante solventar esta segunda oportunidad y apruebe satisfactoriamente para evitar que presente el examen a título de suficiencia y detener el posible riesgo de rezago.
14. El plan de estudio contempla cuatro cursos de inglés (Inglés I, Inglés II, Inglés III e Inglés IV), con carácter curricular, mismos que permitirán a los estudiantes tener las competencias necesarias para alcanzar un nivel de aprendizaje B1 correspondiente al Marco Común Europeo de referencia para las lenguas y para ello, el Departamento en colaboración con el Centro de Idiomas deben gestionar y aplicar un examen de certificación.
- El examen de acreditación servirá para evaluar si se están alcanzando las competencias referentes a un idioma extranjero, que es el inglés, y poder llevar a cabo acciones que permitan su mejora continua.
15. Para conocer si los estudiantes están adquiriendo las competencias propuestas en el perfil de egreso de la carrera de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola, se les aplicará un examen de conocimientos al concluir el quinto año y otro al finalizar el séptimo año. Los resultados

de estos exámenes servirán para definir acciones de mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje y están establecidos en el Manual de Referencia de CACEI.

16. El plan de estudios contempla la impartición de los cursos Proyecto Integrador de Ingeniería I, II y III con carácter curricular, mismos que deben acreditarse en el semestre que correspondan mediante la presentación de los trabajos y en caso que no cumpla con las expectativas marcadas en el Encuadre, el alumno deberá considerar los elementos que son enjuiciados a fin de hacer las correcciones pertinentes y presentar nuevamente el trabajo en la fecha señalada por el profesor titular del curso. Bajo ninguna circunstancia se suplirá el valor del Proyecto Integrador, por un examen oral o escrito. En todos los casos se respetará y aplicará la normatividad institucional y departamental vigente.
17. El plan de estudios contempla el curso Estancia Preprofesional con carácter curricular, mismo que debe acreditarse en el segundo semestre de séptimo año de la carrera y que no tiene examen extraordinario. En todos los casos se respetará y aplicará la normatividad institucional y departamental vigente.
18. El plan de estudios contempla la impartición de los cursos Optativa I, II, III, IV, V y VI con carácter curricular, mismos que pueden cursarse a través de las opciones que brinda el DIMA, tomando cualquier asignatura curricular que se imparta en otros Departamentos o División Académica de la UACH o asignaturas afines con el Programa Académico durante la movilidad o intercambio estudiantil en instituciones nacionales o extranjeras que tienen convenio con la UACH. En todos los casos se respetará y aplicará la normatividad institucional y departamental vigente.

Se abrirá un grupo académico para una determinada asignatura optativa, cuando al menos cinco estudiantes se hayan inscrito en ella.

19. La evaluación de las Unidades de Aprendizaje en examen extraordinario se realizará de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Académico de Alumnos y demás relativos.

En el caso de unidades de aprendizaje que contengan más del 50% de créditos prácticos, en el supuesto de no ser acreditadas por los estudiantes de manera ordinaria, deberán ser evaluados en el examen extraordinario y a título de suficiencia con los mismos criterios que se utilizaron en el examen ordinario. Respetando los derechos y obligaciones que marcan los reglamentos.

20. Los estudiantes del segundo semestre de séptimo año podrán cursar las unidades de aprendizaje, Optativa IV, V y VI, en la modalidad presencial o a distancia y en los horarios que oferta la unidad académica. Por lo que el área administrativa deberá permitir que los estudiantes de acuerdo a sus necesidades elijan la opción correspondiente.

21. Los proyectos semestrales incorporados en las asignaturas Fundamentos de la Automatización Agrícola, Programación Orientada a Objetos, Ingeniería Agrícola, Análisis y Síntesis de Mecanismos, Manufactura Asistida por Computadora, Sistemas Digitales Embebidos, Diseño de Sistemas Mecatrónicos deben integrar contenidos de las materias que se imparten durante el semestre correspondiente.
22. Los viajes de estudio generacionales incluyen contenidos de todas las materias del ciclo escolar correspondiente; para cuarto y quinto año de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola se realizará en el territorio nacional, mientras que para sexto año será internacional.
23. Los cursos que incluyan prácticas de campo fuera de la Institución, deben estar explícitamente en el programa sintético y en caso contrario, debe aprobarse por el área académica y el H. Consejo Departamental. Esta actividad se registrará por la normatividad institucional y departamental vigente.
24. Permitir la movilidad de los estudiantes hacia otras unidades académicas de la UACH, o hacia instituciones nacionales o extranjeras para cursar unidades de aprendizaje básicas, disciplinares y optativas a fin de favorecer aprendizajes y el desarrollo de competencias profesionales.
25. Los programas académicos de la licenciatura se reforzaran mediante la impartición de conferencias, coloquios, seminarios, mesas de debate por académicos de la misma unidad u otras unidades académicas, tanto internas como externas.
26. El servicio social tiene como finalidad contribuir a la formación académica y profesional del prestador de servicio social, vinculándolo con los problemas del entorno social de la región, brindarle la oportunidad de iniciar su desarrollo profesional, retribuir a la sociedad por los beneficios educativos recibidos, entre otros. Esta actividad se considera como un requisito de titulación.

Podrá ser iniciado una vez cubierto el 50% de los créditos que conforman el plan de estudios de la licenciatura. Para tales efectos los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola realizarán su trámite administrativo ante la Subdirección de Investigación del DIMA y el Departamento de Servicio Social, cubriendo un total de 480 horas.
27. Para obtener el título de Ingeniero(a) Mecatrónico(a) Agrícola, el estudiante deberá cumplir con lo establecido en el Reglamento de Titulación para nivel Licenciatura de la UACH y el DIMA. Para tales efectos los estudiantes una vez que han cumplido con todos los requisitos de egreso, deberán realizar su trámite en la Subdirección de Investigación del DIMA y en la Oficina de Exámenes Profesionales de la UACH.
28. En el cumplimiento del compromiso que la UACH tiene con la sociedad, el DIMA, realizarán nuevos convenios con organismos que permitirán al alumno estar en contacto con el campo

laboral real, y desarrollar rasgos de la personalidad compatible con su conducta ética para reforzar valores de autonomía, creatividad, autodisciplina, trabajo interdisciplinario y de equipo, además de conocer las necesidades que van a satisfacer a sus futuros empleadores.

Dichos convenios se realizarán a través de la Oficina de Convenios de la UACH, con el sector público, privado y social, que incluye en lo particular a instituciones, empresas, industrias, entre otras relacionadas con el campo de acción del Programa Educativo de Ingeniería Mecatrónica Agrícola.

XIV. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN PARA EL POSGRADO

El Programa Educativo de la carrera de Ingeniería Mecatrónica Agrícola, nivel licenciatura, tiene su continuidad en el Programa de Posgrado “Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua” (IAUIA), nivel Maestría y Doctorado.

Este programa de posgrado se imparte en la Universidad Autónoma Chapingo y está coordinado de forma alternada cada tres años, entre el DIMA y el Departamento de Irrigación.

El postgrado IAUIA posee tres orientaciones: 1) Mecanización Agrícola, 2) Uso Integral del Agua y, 3) Biosistemas. Las tres especialidades tienen ciertas características a fines, desde el punto de vista ingenieril.

La orientación de Mecanización Agrícola tiene tres áreas de especialización:

- **Diseño de Maquinaria Agrícola**
- **Administración de la Maquinaria Agrícola**
- **Automatización de procesos**

La orientación de Biosistemas solo tiene un área de especialidad que responde al propio nombre.

Las líneas de investigación prioritarias de este postgrado, relacionadas con la orientación de Mecanización Agrícolas y de Biosistemas, son:

- a) Diseño, desarrollo y evaluación de sistemas, máquinas y procesos tecnológicos en la agricultura**

Objetivos

- Diseñar sistemas y tecnologías que perfeccionen los procesos de la producción agrícola y de la agroindustria, bajo criterios técnico-económicos como: el aumento de la productividad, la fiabilidad, la disminución de los gastos financieros y el ahorro de fuerza de trabajo.
- Evaluar el diseño y la construcción de nuevas máquinas y las modificaciones de las ya existentes para mejorar la calidad del trabajo, aumentar su productividad y disminuir los gastos de producción de la maquinaria agropecuaria y agroindustrial.

Principales temáticas de investigación

- Diseño de sistemas (neumáticos, oleohidráulicos, eléctricos, electrónicos), máquinas, mecanismos, sistemas de máquinas, tecnologías, implementos, aperos, equipos, dispositivos y otros medios que incrementen la eficiencia o hagan posible la mecanización de un proceso de producción agrícola y agroindustrial.

- Diseño de tecnologías y medios de labranza de conservación para diferentes condiciones naturales y tipos de cultivos.
- Diseño de tecnologías y medios para el uso efectivo de la tracción animal y otras fuentes energéticas para los pequeños agricultores.
- Mecanización y automatización de las tecnologías de producción agropecuarias.

b) Administración de la mecanización de los procesos tecnológicos en la agricultura

Objetivos

- Seleccionar las máquinas y el parque de maquinaria sobre una base científica y bajo ciertos criterios de optimización para dirigir la explotación del parque de maquinaria, teniendo en cuenta las características de las diferentes regiones del país, empresas, Unión de Ejidos y otras formas productivas, considerando las particularidades naturales como el tipo de suelo, relieve, tipos de producciones, tipos de tractores y máquinas disponibles y su sustitución o introducción en caso necesario.
- Aportar soluciones científico-técnicas al Sistema de Mantenimiento Técnico y Reparaciones de Maquinaria, bajo criterios de optimización y teniendo en cuenta las particularidades regionales del país.

Principales temáticas de investigación

- Proyectos integrales de mecanización agrícola.
- Prueba y evaluación de maquinaria agropecuaria.
- El mantenimiento técnico y reparación de la maquinaria.
- Automatización en la administración de la mecanización agropecuaria.
- Sostenibilidad de la mecanización agrícola.

c) Sistemas y ambientes controlados en la agricultura

Objetivos

- Evaluar tecnologías, procesos, equipos, instalaciones, materiales y maquinarias que se utilizan en las producciones agrícolas, pecuarias, forestales y acuícola, bajo ambientes controlados a fin de optimizarlos y producir productos de alta calidad.
- Diseñar métodos, procesos, tecnologías y sistemas para el tratamiento de residuos agrícolas y biológicos fundamentados desde el punto de vista ecológico, económico y social.

- Diseñar procesos y sistemas automatizados para la ingeniería de Biosistemas a fin de incrementar los rendimientos y la calidad de los productos, disminuir los costos, y aumentar la seguridad en los sistemas ambientales controlados.
- Diseñar software acerca de las propiedades, características y parámetros de los diversos productos y materiales agrícolas y biológicos durante su almacenamiento y distribución, fundamentalmente, tomando como base las diferentes condiciones climatológicas de México.

Principales temáticas de investigación

- Diseño de invernaderos, diseño de ambientes controlados para plantas y animales.
- Almacenamiento y manejo de granos y productos agrícolas.
- Diseño y evaluación de sistemas y proceso utilizados en la acuicultura.
- Diseño de áreas para el manejo y almacenamiento de abonos naturales.
- Diseño y aplicación de nueva maquinaria y robots para la bioproducción.
- Desarrollo de productos biológicos reusables.
- Reciclaje de la basura y de las aguas.
- Procesos de transformación del estiércol de los animales y subproductos agrícolas en fertilizantes orgánicos.
- Producción de software y hardware para la automatización de procesos y sistemas.

d) Fuentes de energía en los sistemas biológicos

Objetivos

- Evaluar la utilización y aprovechamiento de las diferentes fuentes de energía que se emplean en los sistemas biológicos.
- Proponer soluciones y diseñar procesos y tecnologías que optimicen el uso de la energía, bajo un enfoque medioambientalista, ecológico y de sostenibilidad, con un criterio técnico-económico y social.

Principales temáticas de investigación

- Diseño y evaluación de procesos y tecnologías para la transformación y utilización de las diferentes formas de la energía en los biosistemas.
- Nuevas fuentes energéticas en agricultura.
- Automatización de los procesos de transformación y utilización de la energía.
- Optimización en la transformación y utilización de la energía.
- Proyectos integrales energéticos en los biosistemas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior). (2000). *La educación superior en el siglo XXI: líneas estratégicas de desarrollo: Una propuesta de la ANUIES*. D.F. México: ANUIES. p. 497.
2. Badilla, L. (2005). *Nociones sobre el concepto de competencias*. 18 de agosto de 2008, de Consorcio de Universidades Mexicanas. Sitio web: <http://www.cumex.org.mx/archivos/ACERVO/tuning.pdf>
3. Barrera, A. (2010). *¿Qué es lo más característico de la nueva revolución alimentaria?*. 30 de septiembre de 2012. Sitio web: www.arturobarrera.com
4. Barrera, A. (2011). *Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola*. En Revista COMUNICA, enero – julio 2011: pp 10-21. Sitio web: <http://repiica.iica.int/docs/b2144e/b2144e.pdf>
5. Bragachini, M. y Ustarroz, F. (2016). *El valor agregado de la maquinaria agrícola y agropartes de Argentina. Mercado interno y externo*. 15° Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión con Agregado de Valor de Origen. Manfredi, Argentina: INTA. p. 13.
6. CACEI (Consejo de Acreditación para la Enseñanza de la Ingeniería). (2014). *Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Licenciatura (versión 2014)*. D.F. México: CACEI. p. 167.
7. CIMAV (Centro de investigación en materiales avanzados). (2007). *Diagnóstico y Prospectiva de la Mecatrónica en México*. D.F., México: CIMAV. p.58.
8. CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2008). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades*. Santiago, CL. 3 de febrero de 2015. Sitio web: http://www.oei.es/historico/noticias/spip.php?article2997&debut_5ultimasOEI=10
9. CIEES-CA (Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior - Ciencias Agropecuarias). (2001). *Marco de referencia para la evaluación*. D.F. México: Comité de Ciencias Agropecuarias. Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior. SEP, ANUIES, CONAEVA, CONPES.
10. Cleantech Group (2016). *Quarterly Innovation Monitor. Agriculture & Food*. 25 de octubre de 2016. Sitio web: http://www.cleantech.com/wp-content/uploads/2015/02/i3QIM_AgricultureFood_4Q14.pdf
11. Comisión Europea. (2004). *Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies*. Bruselas. 25 de octubre de 2016. Sitio web: http://itlaw.wikia.com/wiki/Converging_Technologies-Shaping_the_Future_of_European_Societies

12. CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). (2010). *Estadísticas del agua en México*. D.F. México: Comisión Nacional de Agua. Gerencia de Distritos de Riego. p. 257.
13. CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2013). *Informe de pobreza en México 2012*. D.F., México: CONEVAL. p. 125.
14. De Souza S. J. (2005). *Proyecto Quo Vadis: El futuro de la investigación agrícola y la innovación institucional en América Latina y el Caribe*. Costa Rica: Red Nuevo Paradigma.
15. Delors, J. (1994). *Los cuatro pilares de la educación*. En La Educación Encierra un Tesoro. Informe de la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el siglo XXI. Madrid, España: UNESCO. p. 91-103
16. DIMA (Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola). (2015). *Plan de Desarrollo Estratégico del Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola 2015-2025*. Chapingo, México: DIMA. p. 27
17. DIMA. (2013). *Manual de organización del Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Ingeniería Mecánica Agrícola*. Chapingo, México: DIMA. p. 83
18. Escuela de Ingeniería de Antioquia (2012). Proyecto Educativo del Programa Ingeniería Mecatrónica. Colombia: Escuela de Ingeniería de Antioquia. p. 32
19. Fernández, G. J. M. (2016). *La cuarta revolución industrial. Industria 4.0*. Revista *Énfasis Alimentación*, marzo (2): 68-70. 25 de octubre de 2016. Sitio web: <http://www.evconsultoriaalimentaria.com/wp-content/uploads/2016/03/industria-4.0-%C3%89nfasis-Alimentaci%C3%B3n-marzo-2016.pdf>
20. FAO. (2009). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. Foro de expertos de alto nivel. 15 de enero de 2017. Sitio web: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf
21. FAO (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (1996). *Enseñanzas de la revolución verde: Hacia una nueva revolución verde Roma, IT. Documentos técnicos de referencia, Cumbre Mundial sobre la Alimentación*. 10 de marzo de 2015. Sitio web: <http://www.fao.org/docrep/003/W2612S/w2612s06.htm>
22. FAO. (1993). *Educación Agrícola Superior. La urgencia del cambio*. Serie Desarrollo Rural No. 10. Roma: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 98.
23. FAO-ALEAS. (1991). *Educación Agrícola Superior en América Latina; sus problemas y desafíos*. Santiago de Chile. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 61.
24. Gartner (2015). *What Is Industrie 4.0 and What Should CIOs Do About It?*. 23 de noviembre de 2015. Sitio web: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3054921>
25. Gobierno de la República (México). (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. D.F. México: Gobierno de la República. p. 184.

26. l'Escaille, T. (2015). *Objetivos para el Desarrollo Sostenible de la ONU: Un nuevo Momentum para la agricultura europea*. 23 de noviembre de 2015. Sitio web: <http://www.europeanlandowners.org/files/cside/156-mars-avril/113496%20CS%20156%20SPA.pdf>
27. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). *Indicador Mensual de la Actividad Industrial*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/ai/default.aspx>
28. INEGI. (2014). *Boletín de información oportuna del sector alimentario*. No. 347. Octubre de 2014. D.F., México: INEGI. 106 p.
29. INEGI. (2007). *VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007*. D.F., México: INEGI. 29 p.
30. IPN (Instituto Politécnico Nacional). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <https://www.upiita.ipn.mx/oferta-educativa/mecatronica/ingenier%C3%ADa-mecatr%C3%B3nica>
31. ITESM (Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://admision.itesm.mx/imt>
32. Lacki, P. (1995). *Buscando soluciones para la crisis del agro: ¿En la ventanilla del banco, o en el pupitre de la escuela?*. Santiago de Chile: Organización Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 48
33. Marúm, E. (1999). *Las Profesiones y la Educación Superior en el Marco de los Procesos de Integración Económica de América*. Revista de la Educación Superior, Vol. XXVIII (2), No. 110, Abril-Junio. México, ANUIES.
34. MIT (Massachusetts Institute of Technology). (2003 -2016). *Las 10 tecnologías que revolucionaran al mundo*. MIT: MIT Technology Review. 15 de enero de 2017. Sitio web: <https://www.technologyreview.com/lists/technologies/2016/>
35. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2015). *Datos de México*. 15 de enero de 2017. Sitio web: <http://www.oecd.org/mexico/>
36. OCDE. (2011). *Análisis del extensionismo agrícola en México*. París, Francia: OCDE. 72 p.
37. Ojeda, W.; Iñiguez, M.; Sifuentes, E.; Ontivero, R.; López, B. (2013). *Identificación de un portafolio de medidas de adaptación al cambio climático para el sector agrícola, mediante la evaluación del riesgo actual y proyectado a 2030. Informe final*. D.F., México: SEMARNAT-Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático-PNUD-IMTA. 319 p.
38. ONU (Organización de las Naciones Unidas). (2012). *El futuro que queremos*. En Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. 20 al 22 de junio de 2012(1-59). Río de Janeiro, Brasil: ONU.

39. ONU. (1948). *Declaración universal de los derechos humanos*. Asamblea General de las Naciones Unidas en su resolución 217 A (III) de 10 de diciembre de 1948. Paris, Francia: ONU. 9 p.
40. Pérez, C. (1998). *Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico*. Presentación en Seminario: Venezuela, desafíos y propuestas. Caracas, VE. 10 de marzo de 2015. Sitio web: <http://www.carlotaperez.org/downloads/pubs/Desafiosociopol.pdf>
41. Pimienta, J.H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje*. Docencia universitaria basada en competencias. Estado de México, México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V. p. 126-169.
42. PU (Purdue University). (2017). *Mechatronics Engineering Technology*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <https://polytechnic.purdue.edu/degrees/mechatronics-engineering-technology>
43. Reséndiz, D. (2008). *El rompecabezas de la ingeniería*. D.F. México: Fondo de Cultura Económica. p. 393.
44. Rodríguez, A. (2014). *Ingeniería Mecatrónica*. 15 de enero de 2017. Sitio web: <https://yourmecatronica.blogspot.mx/2014/07/ingenieria-mecatronica.html>
45. Ruiz, P.A. (2010). *Mecatrónica. Revolución para el siglo XXI*. Revista metal actual. Sección tecnología. No. 8: 46-53.
46. Saberes y Ciencias (2013). *Mecatrónica*. 15 de enero de 2017. Sitio web: <http://saberesyciencias.com.mx/2013/02/02/mecatronica/>
47. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2013). *Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario, Pesquero y Alimentario 2013-2018*. SAGARPA. D.F., México. 35 p.
48. Schwab, K. (2013). *The Global Competitiveness Report 2013-2014*. Geneva: World Economic Forum. p. 569.
49. SEP (Secretaría de Educación Pública). (2013). *Programa Sectorial de Educación 2013-2018*. D.F. México: SEP. p. 117.
50. UA (The University of Adelaide). (2017). *Bachelor of Engineering (Mechatronic)*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: http://www.adelaide.edu.au/degree-finder/beng_bemechs1.html
51. UACH (Universidad Autónoma Chapingo). (2016a). *Estadísticas. UACH – SAE*. 11 de abril de 2016, de Subdirección de Administración Escolar Sitio web: <http://saeweb.chapingo.mx/estadistic>
52. UACH. (2016b). *2015 Un año más*. Chapingo, México: UACH. p. 84
53. UACH. (2009). *Plan de Desarrollo Institucional 2009-2025*. Chapingo, México: UACH. p. 200.

54. UAG (Universidad Autónoma de Guadalajara). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://www.uag.mx/licenciatura/ingeniero-mecatronico/>
55. UAMS (Universidad Anáhuac México Sur). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://web.uas.mx/Ingenieria/index.php/inicio/ingenierias/ingenieria-mecatronica>
56. UI (Universidad Iberoamericana). (2017). *Ingeniería en Mecatrónica y Producción*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://www.ibero.mx/licenciaturas/licenciatura-en-ingenier-en-mecatr-nica-y-producci-n>
57. UM (The University of Manchester). (2017). *Mechatronic Engineering*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://www.manchester.ac.uk/study/undergraduate/courses/2017/03394/beng-mechatronic-engineering/course-details/#course-profile>
58. UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://oferta.unam.mx/carreras/54/ingenieria-mecatronica>
59. UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). (1998). *La Educación Superior en el Siglo XXI. Visión y acción. Conferencia Mundial sobre Educación Superior*. París, Francia: UNESCO. p. 226.
60. UNESCO. (2000). *Informe final. Foro Mundial sobre la Educación*. París, Francia: UNESCO. p.52.
61. UP (Universidad Panamericana). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. Campus Guadalajara. Sitio web: <http://www.up.edu.mx/es/licenciatura/gdl/ingenieria-mecatronica>
62. UPAEP (Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla). (2017). *Ingeniería en Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: http://www.upaep.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=208&Itemid=167
63. US (Universidad La Salle). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: <http://www.lasalle.mx/oferta-educativa/licenciaturas/facultad-de-ingenieria/mecatronica/>
64. UVM (Universidad del Valle de México). (2017). *Ingeniería Mecatrónica*. 1 de febrero de 2017. Sitio web: http://www.universidaduvm.mx/ingenieria-en-mecatronica/?trackid=goosrcaoninrmec&ads_cmpid=275115179&ads_adid=20446232339&ads_matchtype=b&ads_network=g&ads_creative=176027673324&utm_term=%2Bingenieria%20%2Bmecatronica%20%2Buvvm&ads_targetid=aud-178950711179:kwd-39131927815&utm_campaign=&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&ttv=2&gclid=CODW-Zm4l9lCFQa1wAodHVslJlw
65. Villa, M.R. (2011). *¿Qué hacemos con el campo mexicano?*. 2da Edición. D.F., México: BBA.. 429 p.

ANEXOS. Oficios firmados por profesores-investigadores de la Universidad Autónoma Chapingo que se comprometen a apoyar la carrera de ingeniería mecatrónica agrícola