



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

**INSTITUTO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Y DEL USO INTEGRAL DEL AGUA**



Departamento de Irrigación



**Departamento de Ingeniería Mecánica
Agrícola**

Mayo 2006

**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y POSGRADO
DEPARTAMENTOS DE IRRIGACION E INGENIERIA MECANICA AGRICOLA**

INSTITUTO DE INGENIERIA AGRICOLA Y DEL USO INTEGRAL DEL AGUA

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de la Agricultura para el bienestar y desarrollo de la sociedad se ha reconocido por los gobiernos de todos los países, toda vez que la producción de alimentos es una necesidad continua y creciente de la humanidad. El objetivo principal de las actividades agrícolas es conseguir la máxima productividad de los recursos de manera sostenible, esto es, obtener la mayor cantidad de productos útiles por unidad de superficie de terreno en explotación, por unidad animal y, en general, por unidad de insumos invertidos; todo con base en criterios tanto técnicos como económicos.

En su acepción amplia, la Agricultura es la actividad que aplica los conocimientos científicos y las habilidades del hombre en la transformación del medio físico y biótico, para la obtención de alimentos y productos útiles a partir del manejo de poblaciones vegetales y animales.

Sin embargo, es importante mencionar que la producción agrícola, está condicionada por factores de naturaleza social, económica, política, legal, del medio físico (clima, suelo, agua) y técnica.

Entre los factores técnicos de la producción agrícola se encuentran todos los aspectos relativos al manejo de las plantas y animales, suelos, el riego y el drenaje, la mecanización agrícola, el manejo y conservación de los productos agrícolas y las obras de infraestructura agrícola e hidráulica. Desde el punto de vista técnico, la producción agrícola en una región ó empresa no sólo está determinada por aspectos tan importantes como los químico-biológicos y de manejo de las especies, tales como el mejoramiento genético, labores culturales y los factores de nutrición y sanidad, sino también se requiere de la aplicación de los principios, métodos, técnicas y obras de la Ingeniería. El primer aspecto corresponde al ámbito de la Agronomía, que es la ciencia consagrada al estudio de la Agricultura, mientras que el segundo pertenece a la Ingeniería Agrícola.

La Ingeniería es una actividad profesional que usa el método científico y las habilidades del hombre para transformar, de manera óptima, los recursos naturales y fuerzas de la naturaleza, en formas útiles para el bienestar de la sociedad.

En efecto, la Ingeniería se distingue del resto de disciplinas técnicas y científicas, tanto en su objeto de estudio como en sus métodos.

Así, en primer lugar, la característica de las distintas ramas de la Ingeniería es que invariablemente tratan con el estudio de sistemas. De este modo, las máquinas, obras de riego, construcciones agrícolas, acuíferos y la relación agua-suelo-planta-atmósfera, el manejo de cuencas y automatización son sólo algunos ejemplos de



sistemas con que trata la Ingeniería. En general el estudio de los sistemas se hace con el propósito de predecir su comportamiento y aprovecharlos en forma óptima.

En segundo lugar, en la Ingeniería se hace uso intensivo de los principios y leyes de las ciencias físicas y matemáticas y dependiendo de las aplicaciones concretas, se auxilia de otras ciencias como la Química, Biología, Geología, Economía y Administración entre otras. En este sentido, durante los trabajos de Ingeniería predominan los enfoques multi e interdisciplinarios y los métodos analíticos y cuantitativos sobre los descriptivos.

Con la finalidad de valorar el verdadero significado, importancia y perspectivas de la Investigación en Ingeniería Agrícola en su contexto actual, es preciso hacer algunas consideraciones previas, en torno a la amplitud de la Agricultura, ya sea que se considere como disciplina tecnológica o como actividad económica, así como el papel de la Ingeniería en la Agricultura, pues como se comprende, los resultados de la Ingeniería Agrícola, lo mismo que las demás obras de la Ingeniería, por sí mismos carecen de sentido.

Por otro lado, uno de los insumos indispensable para el desarrollo de una agricultura sostenible es el agua, de la cual su disponibilidad para la humanidad no es tan abundante como originalmente se creía, ya que prácticamente se cuenta con el 1 % de agua utilizable del total existente en el mundo. Si adicionalmente se considera a este endeble volumen una mala práctica en su uso, derrochándola, malgastándola en mil formas, contaminándola, se llega a la conclusión que el agua disponible no alcanza para los tiempos actuales que vive la humanidad, y mucho menos para el futuro, por lo que se esperan severas crisis por la carencia de este vital líquido.

La anterior circunstancia plantea retos que deben ser enfrentados, por lo cual surge la necesidad de conformar grupos multidisciplinarios, expertos en las partes medulares del problema con el objeto de estudiar, analizar, proponer alternativas, etc., a las formas de utilización de este recurso fundamental

La trascendencia de este Instituto se fundamenta en la premisa de que la formación de recursos humanos altamente especializados y el desarrollo de líneas de investigación en temas específicos de la ingeniería agrícola, representa una necesidad prioritaria para el desarrollo científico y tecnológico del sector agropecuario y el fortalecimiento de la enseñanza en las instituciones de educación superior del país. La necesidad de aumentar la productividad en la agricultura, mejorar la calidad de los productos agrícolas y hacer un uso eficiente de los insumos y recursos naturales, requiere de la aplicación de estrategias de producción basadas en el conocimiento y en la aplicación de la tecnología.

La Universidad Autónoma Chapingo, consciente de su responsabilidad y de su función social y compromiso con el país, para estudiar e investigar con el fin de dar atención de los problemas nacionales que se concentran y presentan en el sector agropecuario, es que se plantea la creación del INSTITUTO DE INGENIERIA AGRICOLA Y DEL USO INTEGRAL DEL AGUA, agrupando las experiencias, esfuerzos y potencialidades de los Departamentos de Irrigación, Ingeniería Mecánica Agrícola y la Universidad en su conjunto.



II. DIAGNOSTICO DE LOS USOS DEL AGUA EN MEXICO

En 1960, la población de México era de aproximadamente 34 millones, estimándose que para el año 2001 se alcanzarían 100 millones de habitantes de acuerdo con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO). Por lo tanto, para el siglo XXI uno de los grandes retos a los cuales se tendrá que enfrentar nuestro país, al igual que el resto del mundo, es el del suministro de agua para el abastecimiento de esta creciente población, así como para la producción de alimentos. Por otro lado, si se considera que la población urbana ha ido en aumento de tal manera que tres de cada cuatro mexicanos viven en ciudades, se tiene la necesidad de sistemas de abastecimiento de agua, así como de alcantarillado sanitario.

De acuerdo a la necesidad de irrigación, el territorio nacional, según diferentes autores, ha sido dividido en: 1) zonas áridas 43%, donde solamente hay Agricultura si existe la Irrigación; 2) zonas húmedas 7%, donde no se requiere en absoluto de la Irrigación, pero si del drenaje; 3) zonas semiáridas 34%, en donde más del 50% de los años se requiere de riego y 4) zonas semihúmedas 16%, donde menos del 50% de los años se requiere de esta práctica. En México, existen ecosistemas con escasez de agua que limitan su extracción y otros en donde se requiere regular las condiciones de abundancia extrema. La precipitación pluvial anual promedio en el territorio nacional es de 777 mm. De esta lluvia, la mayor parte se concentra en sólo cuatro meses del año, además de que ocurre en el 30% de la superficie del territorio nacional. En el norte del país hay sitios que solamente llueve 50 mm al año y se genera el 4% del escurrimiento, mientras que en el 20% del territorio, en el sureste y zonas costeras, existen lugares con 5 500 mm de lluvia al año y se genera el 50% de los escurrimientos. Estas irregularidades espaciales y temporales plantean un reto especial en el manejo del agua del país.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) estima que en el territorio mexicano hay una precipitación anual de 1 520 km³ de los cuales escurren 440 km³; a la fecha, se ha construido infraestructura para regular 134 km³, de estos se aprovechan 73 km³ de agua en usos consuntivos y 113 km³ se destinan para la generación de energía eléctrica, clasificada como no consuntiva. Los usos consuntivos están distribuidos de la siguiente manera: 76% en la agricultura, 17 % se usa en poblaciones, un 5% en usos industriales y 2% en otros.

Actualmente la agricultura es el principal usuario del agua y la situación que presenta la agricultura mexicana bajo riego muestra que de la superficie total de la República Mexicana, de aproximadamente 197 millones de hectáreas, se cultivan en promedio 21 millones de hectáreas, incluidas 6.2 millones de hectáreas de agricultura con infraestructura de riego, es decir, aproximadamente la tercera parte del área cultivable es superficie bajo riego. La agricultura bajo riego produce cerca del 56% del valor total de la producción en poco menos del 30% del área cosechada. Se estima que dos terceras partes de las tierras agrícolas son regadas con fuentes de abastecimiento superficiales y una tercera parte es regada con aguas de pozos. Se estima que la eficiencia global del uso del agua en la agricultura, en promedio, es de 25% (Arteaga, 1999). En el 92% de la superficie bajo riego se utiliza el método de gravedad, y en muchos casos se utilizan métodos de inundación sin control que propician baja eficiencia de uso y desperdicio del agua (IMTA, 1996).

Con base en la información de la CNA y CONAPO se estima que a nivel nacional, en 1995, de una población de 91.6 millones de habitantes, el 17% carecía de servicio de agua potable y una tercera parte de sistema de alcantarillado. Los mayores rezagos se localizan en el medio rural: 47.5 % sin servicio de agua potable y 79.1 % sin servicio de alcantarillado. Por otra parte, del total de agua extraído para



suministro a las poblaciones, existe capacidad para desinfectar el 95% del agua y para potabilizar solamente el 26% (CNA, 1996). En el abastecimiento de agua a poblaciones se pierde alrededor del 40%.

Durante muchos años se pensó que el agua era de uso exclusivo para la agricultura, pero en los últimos años, tanto en México como en el resto del mundo, se ha empezado a sentir una fuerte competencia por el uso del agua entre la agricultura y el suministro de agua para la población y sus servicios. Por otra parte, durante muchos años en las ciudades se pensó que sólo había que usar el agua y tirarla directamente a los ríos y cuerpos de agua y que la agricultura se encargaría de reusar esas aguas. De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua, sólo se trata un 7% de las aguas residuales, aunque se cuenta con infraestructura para tratar el 18%, y el resto se descarga directamente a los cuerpos receptores. Como consecuencia de esa filosofía del agua lo que está y seguirá ocurriendo es que la agricultura de riego tendrá que producir más alimentos con la misma o con menos agua, lo que obligará a recurrir a métodos más eficientes de riego. Por otra parte, el uso de las aguas negras para regar los cultivos ha traído como consecuencia un deterioro de la calidad del suelo y una severa contaminación bacteriológica de los productos agrícolas, mismos que al ser consumidos generan un gran problema de salud pública. La seria contaminación de los cuerpos de agua está obligando a buscar mecanismos que obliguen al cumplimiento de la Ley de Aguas Nacionales: la calidad del agua una vez usada deberá dejarse mínimamente como se recibió, por lo cual se debe considerar la obligación de tratar las aguas residuales antes de descargarlas a los cuerpos receptores.

La situación del agua extraída de los pozos no está significativamente mejor que el agua superficial. La competencia por el agua entre los diversos sectores, originada por el crecimiento de la población, ha dado como resultado una sobreexplotación de los acuíferos de México. Se han detectado problemas de sobreexplotación en 80 acuíferos ubicados principalmente en las regiones noroeste, norte y Lerma-Balsas. La sobreexplotación ha inducido problemas de intrusión salina en acuíferos costeros y abatimientos considerables en los restantes, con peligro al futuro de llegar a explotar aguas fósiles cuya calidad es impredecible. Por otra parte el agua de pozos que por mucho tiempo se consideró más limpia que el agua superficial, está iniciando un proceso de deterioro en su calidad originada por la ausencia de alcantarillado, y mal diseño de los pozos que obliga a descargar el agua residual directamente al subsuelo, la ausencia de letrinas, las filtraciones del petróleo y sus derivados; y la colocación de desechos industriales directamente en el suelo.

Los problemas del agua en México son técnicos, pero también se ven agravados por otros factores, tales como la disponibilidad mínima del capital para solucionar estos problemas, la mínima normatividad en su uso, la falta de cumplimiento de la normatividad que ya existe sobre el uso del agua y una ausencia en la cultura que debe prevalecer al usar este recurso.

Comparado con los Estados Unidos de América (E.U.A.), se estima que México tiene un rezago de 40 años sobre la tecnología y cultura del agua. Como ejemplos nótese que en 1960, E.U.A., a través de su Clean Water Act, inició un plan para lograr una buena calidad del agua superficial y subterránea y con dicho plan se creó la normatividad correspondiente, la cual contemplaba dar agua de calidad para los diversos usos, los cuales incluían hasta la acuicultura y el turismo. Por otra parte, más o menos alrededor del mismo año, los E.U.A. crearon sus planes de prevención y control de inundaciones con sus respectivas metodologías ingenieriles de análisis. Superar este rezago y todos los problemas arriba mencionados es un reto para los profesionales mexicanos que trabajan en el sector agua, pero no hay que olvidar, que son finalmente las universidades las que tendrán que tener en mente el perfil de sus egresados, la investigación y las tecnologías necesarias para superar dicho rezago.



III. DIAGNOSTICO DE LA MECANIZACION AGRICOLA EN MEXICO

La Ingeniería en diseño de máquinas agrícolas resulta muy importante para el progreso de la Mecanización Agrícola, como antecedente se tiene que Jefferson (1778), por primera vez aplica las matemáticas al arado de vertedera. A partir de esta fecha se diseñan y construyen máquinas de tracción animal tales como sembradoras, plantadoras, cultivadoras, recolectoras, cosechadoras de forrajes y granos; equipos especializados tales como máquinas para transporte y elevación, máquinas para ordeña y aspersores de tracción animal. Con el diseño y construcción de la máquina de vapor (1840) y motor de combustión interna (1890) se diseñan y construyen máquinas de acción mecánica para realizar diferentes procesos tecnológicos en el campo agrícola, pecuario, forestal e industrial. En 1873 se introduce la primera máquina de vapor para realizar operaciones de labranza del suelo y para 1914 aparece el tractor agrícola, seguido por un fuerte avance en el diseño y construcción de maquinaria y equipos agrícolas de acción mecánica.

En México, en la época de la conquista por los españoles, se introduce el arado egipcio de tracción animal; en la actualidad, junto con el arado de vertedera (de fierro) de tracción animal, constituyen los aperos de labranza de mayor importancia para la producción de cultivos básicos en las pequeñas unidades de producción. Algunos estudios reportan que en 1970 existían 1' 689, 700 arados para tracción animal, de éstos la mitad eran de fierro y la otra de madera (arado egipcio). En el diseño y construcción del arado, México ha sido dependiente de los Estados Unidos de Norte América, y en la actualidad la pequeña y mediana Industria es la que diseña y fabrica diferentes equipos agrícolas de tracción animal.

En lo que se refiere al diseño y fabricación de maquinaria autopropulsada, las fábricas existentes en México (New Holland, Massey Fergusson y John Deere) en realidad son armadoras de dicha maquinaria, ya que importan casi todas las partes de Estados Unidos de Norte América y del Continente Europeo. En la pequeña y mediana Industria (Máquinas e implementos Dobladense, Industria Negrete, Terramac, Sembradoras Lucatero, Swecomex, J.A.S. De Occidente, Industrias Agrícolas Keer, H.H. Implementos Creta, entre otras) es donde se diseña y fabrica alguna maquinaria y equipos agrícolas tales como: implementos de labranza, sembradoras, equipos de aspersión, cosechadoras de forraje, molinos de martillos, entre otros (Kazuto, 1991; SAGAR, 1997).

En relación con prueba y evaluación de maquinaria y equipos agrícolas, en México no existen normas o procedimientos que se utilicen para verificar la calidad de la maquinaria y equipos agrícolas comerciales, nacionales e importados. Así mismo, la falta de información técnica sobre las características de la maquinaria dificulta hacer una selección apropiada y tener un control sobre su calidad y funcionalidad, lo cual trae como consecuencia altos costos de operación. Es importante considerar que a partir de 1999, en México, se crea el Centro Nacional de Estandarización en Maquinaria Agrícola (CENEMA), que hasta la actualidad todavía se trabaja en su consolidación. Entre sus objetivos contempla la generación de normas y procedimientos para prueba y evaluación de maquinaria agrícola nacional e importada.

El interés por la mecanización en la agricultura se inicia en la década de los cuarenta (Rodríguez, 1990), cuando surge un crecimiento agrícola, hay una mayor oferta de tractores e implementos debido a la importación de los mismos, y junto con el uso de insumos (semillas mejoradas, fertilizantes y plaguicidas) se dan fuertes incrementos en los rendimientos y la producción. Hasta 1965 México fue autosuficiente e incluso exportador de productos agrícolas.



A partir de 1970 inician los programas de mecanización agrícola, mediante otorgamiento de créditos para la adquisición de maquinaria y equipos agrícolas para desmonte de tierras, preparación del suelo y cosecha. En la década de los setenta se impulsa la mecanización de las operaciones agrícolas de preparación de tierras a un ritmo muy elevado para cubrir el total de la superficie mecanizable, el objetivo era claro: mecanizar para producir más, lo que nunca quedó claro fue cómo y a qué costo. El resultado de la mayoría de los programas de mecanización fue un total fracaso, debido a falta de personal especializado en planeación, organización, mantenimiento, dirección y control de la maquinaria (Administración de la maquinaria).

Por lo tanto, es necesario tener claro, que todo programa de mecanización debe diseñarse para operar de manera rentable y ser realizado por personal especializado en la materia. Por ello cualquier nuevo programa de mecanización debe tener un enfoque de sistemas, considerando todas las interacciones con el entorno y dentro del mismo.

En 1996 la superficie sembrada de cultivos cíclicos y perennes fue de 21 317 710 millones de hectáreas, de las cuales son potencialmente mecanizables el 80 %, es decir, 17 054 168 millones de hectáreas. Sí se considera que el número de tractores para 1991 fue de 152, 261 unidades, que la potencia promedio de cada unidad es de 75 HP, y una relación de 1 HP por cada hectárea trabajada, resulta que para mecanizar totalmente la superficie se requiere de 75, 128 unidades. Al relacionar el déficit de unidades con la producción anual dada por los tres fabricantes, la cual es de 9 000 unidades, se tiene que la superficie sembrada se mecanizaría en un periodo de 8.5 años (SAGAR, 1996; SAGAR, 1997).

Al hablar de un déficit de tractores, se considera que cada unidad debe equiparse con implementos de labranza, sembradoras, y equipos para aplicación de pesticidas. Posteriormente el agricultor está interesado en mecanizar otras operaciones agrícolas, tales como: cosecha de cultivos, nivelación de tierras y drenaje, aspectos que requieren de personal especializado en la materia.

En México, el campo de la automatización se ha desarrollado principalmente en la industria automotriz, y en la década de los noventa tiene sus inicios en la ingeniería de riego de campos agrícolas y cultivos desarrollados bajo la técnica de hidroponía, así mismo, en la ingeniería de control ambiental de invernaderos. Es importante señalar que algunos modelos de tractores armados en México y algunas máquinas agrícolas, cuentan con algunos mecanismos de acción automática.

IV. CARACTERIZACION Y PERSPECTIVAS DE LA INGENIERIA BIOLOGICA

La Ingeniería Biológica se orienta hacia: 1) la caracterización, cuantificación, evaluación y representación de sistemas biológicos y su relación con su ambiente, y 2) la ingeniería de diseño para desarrollar procesos y sistemas que influyan, controlen o utilicen materiales y sistemas biológicos para el beneficio de la sociedad.

En el ámbito académico, la Ingeniería Biológica es una disciplina reciente a nivel mundial. En México no se tienen antecedentes de su estudio con el enfoque que se plantea en el presente proyecto. Su estudio se caracteriza por: 1) un conocimiento de las ciencias básicas de matemáticas, física, química y biología; 2) un entendimiento de las ciencias de biología aplicada (fisiología, bioenergética), química orgánica, bioquímica, biofísica y microbiología; 3) la aplicación de las ciencias de ingeniería como la estática, dinámica, mecánica de materiales, mecánica de los fluidos y termodinámica, así como ingeniería económica y principios de electricidad y electrónica; y 4) todo con el propósito de desarrollar soluciones de



ingeniería a los problemas que afectan a las plantas, animales, a los productos agrícolas y la calidad de los recursos naturales.

La perspectiva de la Ingeniería Biológica, que en gran medida justifica la necesidad de su estudio, se relaciona con la atención a los siguientes problemas:

La comprensión de los procesos biológicos fundamentales que se desarrollan en las plantas, animales, productos agrícolas (granos, hortalizas), con el fin de controlar y optimizar su desarrollo en los sistemas de ingeniería.

El diseño de sistemas de control ambiental para plantas, invernaderos, alojamientos para animales, atmósferas controladas, almacenamiento de productos agrícolas y plantas de procesamiento.

El diseño de estructuras, instalaciones, equipo y máquinas relacionadas con procesos biológicos, incluye las aplicaciones biotecnológicas.

La solución de problemas de calidad de los productos biológicos y de los recursos naturales, incluye el manejo de la biomasa.

El diseño de sistemas para el manejo de afluentes, donde intervienen procesos biológicos, químicos y físicos.

Los estudios de modelación y simulación de procesos y sistemas biológicos, para predecir su desarrollo y evaluación.

La aplicación de la automatización y control en los procesos agrícolas y agroindustriales.

V. SITUACION ACTUAL DE LA INVESTIGACION EN INGENIERIA AGRICOLA, USO INTEGRAL DEL AGUA Y BIOSISTEMAS

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), realiza investigación en Mecanización Agrícola a partir de 1980, a través de sus diferentes campos experimentales ubicados en diferentes partes de la República Mexicana. También ofrecen proyectos relacionados al uso de agua en la parcela e hidrología.

El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), al igual que el Centro Interamericano del Recurso Agua (CIRA), realizan programas de investigación en agua para uso industrial, agrícola y el desarrollo tecnológico en sistemas hidráulicos e hidrología principalmente, también las universidades desarrollan docencia e investigación en Ingeniería Hidráulica, Hidrología y Tratamiento del Agua bajo los antecedentes de investigación como el CIRA, el IMTA e institutos ya sea por parte de las universidades o como organismos independientes como UNAM, IPN, UAM, UAEM, etc.

Aun cuando las diferentes Instituciones, antes mencionadas, han abordado la solución de la problemática planteada, en la actualidad faltan diferentes aspectos por resolver, tanto de investigación tecnológica como básica, por ello se hace necesaria la creación del Instituto planteado, de tal manera que participe en la solución de la problemática nacional del sector productivo en el área que se ubica.



VI. OBJETIVOS

- 1) Proponer y ejecutar proyectos de investigación básica, aplicada y tecnológica; así como, de servicio para el desarrollo en el área de Ingeniería Agrícola, Uso Integral del Agua y Biosistemas, para que, de manera ágil, comprometida y eficiente en el uso de recursos financieros, humanos y materiales, respondan a las demandas del sector productivo.
- 2) Ayudar en la formación de recursos humanos altamente capacitados, con conocimientos avanzados sobre las áreas de Ingeniería de la Mecanización Agrícola, del Uso Integral del Agua y de Biosistemas; Así como, con herramientas cognoscitivas y metodológicas para realizar investigación y desarrollarse como profesionistas y consultores sobre éstas.

MISIÓN

Realizar investigación básica, aplicada y tecnológica de impacto socioeconómico vinculada con los problemas del sector productivo, formando recursos humanos en el nivel posgrado.

METAS

Reforzar y vincular la investigación básica, aplicada y tecnológica con problemas específicos en las áreas de Mecanización Agrícola, Uso Integral del Agua y Biosistemas que plantean las Instituciones Gubernamentales, Organizaciones de productores y Empresas.

Desarrollar y evaluar tecnologías, equipos y estrategias que respondan a las exigencias del sector productivo.

Lograr el financiamiento de proyectos por Instituciones Gubernamentales, Organizaciones de Productores y Empresas.

VII. PROGRAMAS DE INVESTIGACION Y POSTGRADO

El instituto se conforma con el Posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua; así como los Programas de Investigación del Uso Integral del Agua e Ingeniería Agrícola en Mecánica Agrícola e Ingeniería Agrícola en Irrigación.

a). Programa de Posgrado

El programa de posgrado está integrado por las especialidades de: Uso Integral del Agua, Mecanización Agrícola y Biosistemas.

b). Uso Integral del Agua, incluye las líneas de investigación del área de Ingeniería de Uso Integral del Agua, con las siguientes: Manejo Integral de Cuencas, Manejo de agua en Riego y Drenaje, Captación y Conducción de Agua así como Tratamiento y Saneamiento de Aguas Residuales para la Agricultura.



c). Mecanización Agrícola, incluye las líneas de investigación de las áreas de Mecanización Agrícola, con las siguientes: Diseño, Desarrollo y Evaluación de Sistemas, Máquinas y Procesos Tecnológicos en la Agricultura; Administración de la Mecanización de los Procesos Tecnológicos en la Agricultura.

d) Biosistemas, incluye las líneas de investigación del área de biosistemas, con las siguientes: sistemas y Ambientes Controlados Fuentes de Energía en los Sistemas Biológicos

7.1. Programa de Posgrado

7.1.1. Antecedentes. En los últimos años los Departamentos de Irrigación e Ingeniería Mecánica Agrícola han sido sede de varios diplomados internacionales como una respuesta a la creciente demanda que existe de especializar a profesionales de estas áreas en temas actuales que aquejan a la Ingeniería Agrícola. Por otra parte, en ambos departamentos, sus profesores han obtenido grados de Maestría y Doctorado en Ciencias, lo que ha llevado a ambos departamentos a plantearse la necesidad de crear un espacio de desarrollo propio para sus nuevas formaciones académicas. De acuerdo a los criterios de CONACYT, para otorgar apoyos financieros para la investigación y para ser parte del Sistema Nacional de Investigadores resulta importante la obtención de grados académicos como los de Maestro en Ciencias y Doctores. Para cualquier universidad resulta vital no solo realizar docencia, sino que investigar es una actividad importante de sus profesores. La experiencia nacional e internacional es que un posgrado no solamente eleva los niveles de enseñanza impartidos, sino que fortalece grupos de investigación y retroalimenta la enseñanza impartida en los niveles de licenciatura. Por las razones anteriores y con la idea principal de unificar esfuerzos, hacer un uso eficiente de los recursos fiscales y/o federales, y basados en la tradición que la UACH ha tenido en la enseñanza en Ciencias Agrícolas, los Departamentos de Irrigación, Mecánica Agrícola y otros se unieron y propusieron el posgrado en Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua.

7.1.2. Meta. Presentar alternativas para la superación de estudiantes de este nivel e impulsar la investigación de excelencia.

7.1.3. Objetivos

- ◆ Preparar personal académico y científico con capacidad para resolver problemas especializados, mediante la aplicación de técnicas actuales de la Ingeniería al sector productivo y con posibilidad de realizar docencia, capacitación e investigación en las áreas de Uso Integral del Agua, Mecanización Agrícola y Biosistemas.
- ◆ Impulsar la investigación básica y aplicada en las áreas de Uso Integral del Agua, Mecanización Agrícola y Biosistemas.
- ◆ Fomentar la vinculación de la Universidad con el sector productivo a través de solución de problemas que demande el sector productivo.

7.1.4. Fundamentación. Con la finalidad de valorar la pertinencia y trascendencia del Programa de Posgrado en *Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua (IAUIA)*, en un contexto actual, es preciso hacer algunas consideraciones en relación a la importancia de la Agricultura, así como el papel de la *Ingeniería* y el enfoque de Biosistemas (en términos más generales Ingeniería Biológica) en el desarrollo tecnológico de la Agricultura.



La importancia de la Agricultura para el bienestar y desarrollo de la sociedad, se reconoce en la medida que la producción de alimentos es una necesidad continua y creciente de la humanidad. El objetivo principal de las actividades agrícolas es conseguir la máxima productividad de los recursos, lo que significa obtener la mayor cantidad de productos útiles por unidad de superficie de terreno en explotación, por unidad animal y, en general, por unidad de insumos invertidos; todo con base en criterios sociales, económicos, ambientales y técnicos.

Desde el punto de vista técnico la producción agrícola en una región o empresa que no sólo está determinada por factores tan importantes como los químico-biológicos y de manejo de las especies vegetales y animales, sino también se requiere de la aplicación de principios, métodos y obras de la Ingeniería. Los primeros aspectos corresponden al ámbito de la Agronomía, mientras que los segundos pertenecen a la Ingeniería de Uso Integral del Agua, Mecanización Agrícola y Biosistemas.

La Ingeniería Agrícola, es la aplicación de la ingeniería, en todas sus ramas, de la Agricultura; su pertinencia social, económica, tecnológica y académica, está implícita en la siguiente caracterización.

La Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua, es un campo multidisciplinario de la ciencia y la tecnología que suministra conocimiento y capacidades profesionales para definir, desarrollar y aplicar sistemas ingenieriles que mejoren, controlen y mantengan la calidad y la rentabilidad biológica y ambiental adecuada en recursos naturales, agricultura, tecnología de alimentos y desarrollo rural. Ello requiere una optimización técnica y económica del uso de la mano de obra, del suelo, del agua, de la energía y de los recursos biológicos y naturales, dentro de unas restricciones ecológicas y unas consideraciones sociales.

Los profesionales, en las áreas mencionadas anteriormente tienen gran responsabilidad a través de la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura –bienes de capital– requerida para la realización de las actividades económicas en el sector agropecuario. Sin embargo, la teoría y la práctica de la Ingeniería Agrícola conllevan problemas científicos, técnicos, económicos, sociales y comerciales, relacionados con el medio ambiente. Esto hace de la Ingeniería Agrícola y Uso Integral del Agua una actividad profesional multidisciplinaria y dinámica, cuyos campos de especialización evolucionan en la misma medida que se acentúa la necesidad de aprovechar y conservar mejor los recursos agrícolas, a través del desarrollo de nuevas técnicas e infraestructura para la modernización de la Agricultura.

Las líneas de investigación para el Programa de Ingeniería del Uso Integral del Agua son:

7.2. Manejo Integral de Cuencas

7.2.1. Antecedentes. Se han desarrollado trabajos de investigación y tesis de licenciatura relacionadas a esta línea en el Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma de Chapingo. Los investigadores del Departamento de Irrigación han realizado y están realizando trabajos relacionados a la hidrología desde el punto de vista de cómo impacta el sector productivo de la agricultura. Existen también trabajos sobre planeación de la operación de distritos de riego, en los cuales la planeación inicia por tener un pronóstico de la cantidad de agua que recibirá la presa que suministra el agua al distrito de riego bajo estudio, por lo que se realizan modelaciones hidrológicas. También existen trabajos que estudian los principales problemas de los acuíferos del país, ya que la agricultura de riego no solamente depende de las aguas superficiales, sino que muchos de los usuarios explotan de manera activa las aguas subterráneas. También existen trabajos de investigación que diagnostican el estatus del uso del suelo y de la explotación de algunas cuencas del país.

7.2.2. Meta. Plantear soluciones integrales que permitan planear, regular y explotar de manera eficiente y sostenible los recursos de agua superficial y subterránea de las cuencas del país, considerando



los fenómenos naturales y las actividades de los diversos usuarios que impactan su disponibilidad, escasez y abundancia.

7.2.3. Objetivos.

- ◆ Dar cobertura, fomentar y promover el estudio e investigación del agua superficial y subterránea para que se generen respuestas que ayuden a solucionar los problemas de sobreexplotación y contaminación de los mismos.
- ◆ Modelar los fenómenos hidrológicos con la finalidad de realizar una mejor planeación, operación y control del agua, considerando que ambos recursos tienen varios usuarios (agricultura, uso doméstico, generación de energía eléctrica, control de avenidas, etc.).
- ◆ Estudiar los diversos fenómenos naturales y las actividades del hombre en la cuenca que impactan y agravan los fenómenos extremos de abundancia y escasez del agua, los cuales afectan de manera negativa la economía y la sobrevivencia de los núcleos de población establecidos en la cuenca.
- ◆ Estudiar y evaluar los problemas que se presentarán en el futuro, debido a la escasez del agua en forma irremediable, como la inhabilitación de acuíferos, cierre de pozos, localización de nuevos sitios de almacenamiento, optimización en el uso de ambos recursos, y una mejor regulación sobre el uso del agua superficial y subterránea.

7.2.4. Fundamentación. La disminución del agua potable, del agua de uso industrial o agrícola provenientes de la naturaleza, está asociado a altas concentraciones de población, por lo que se hace necesario que el estudio de los recursos hidráulicos superficiales y subterráneos este interrelacionado a esta problemática, la transformación de este recurso renovable a no renovable, al producirse aguas residuales difíciles de volver a ser usadas, hace que se ponga especial atención a problemas que involucren, su explotación, su distribución y uso. Se requiere la creación y/o transferencia de metodologías y tecnologías que tengan énfasis en su uso, la eficiencia, sobreexplotación y contaminación. Dichas metodologías y técnicas apoyarán en la toma de decisiones en el momento de planear y operar el recurso hidrológico. En dichas metodologías se debe considerar que las cuencas son explotadas y controladas para diversos fines (agricultura, suministro de agua potable, generación de energía eléctrica, control de erosión, control de inundaciones, hábitat natural de plantas y animales, etc.).

7.2.5. Temáticas de Investigación. Los siguientes temas de investigación son ejemplos de la investigación que se está realizando y se realizará en esta línea de investigación:

- ◆ Estudios, análisis y diagnóstico de los recursos superficiales y subterráneos de cuencas específicas del país y su contaminación, apoyándose en la modelación y simulación.
- ◆ Desarrollo de metodologías que apoyen el proceso de regular de manera integral los diversos usos de las aguas de las cuencas
- ◆ Estudios sobre los usos del suelo en las cuencas basados en sistemas de información geográfica



- ◆ Planeación de la operación de distritos de riego, la cual inicia con una modelación hidrológica superficial
- ◆ Estudios que propongan soluciones al problema de abastecimiento de agua para los diversos usos para los próximos 25 años en cuencas prioritarias del país.

7.2.6. Fuentes de Financiamiento actuales. Las posibles fuentes de financiamiento para dichos proyectos son: CONACyT, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Comisión Nacional del Agua (CNA), gobiernos de los estados con el interés de dar solución a los problemas de sus cuencas, Consejos de cuenca, el banco mundial y las asociaciones de usuarios de los distritos de riego.

7.3. Manejo del Agua en Riego y Drenaje

7.3.1. Antecedentes. El departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo tiene mas de 75 años dedicado a la ingeniería en Irrigación, su labor se ha enfocado principalmente en la docencia, sin embargo se han desarrollado múltiples investigaciones en Ingeniería de riego tanto superficial como presurizado, drenaje agrícola y otras áreas mencionadas en las líneas de investigación de otras orientaciones. En consecuencia existen numerosas publicaciones sobre los temas desarrolladas por sus investigadores y que a nivel posgrado se han llevado a cabo en el Colegio de Posgraduados en el área de Hidrociencias. Debido a la creciente demanda y competencia del recurso agua, su uso eficiente en la agricultura e inclusive para otros usos es de vital importancia para la preservación de la vida. En consecuencia, hacer un uso eficiente del agua para riego y a nivel parcela en su aplicación con sistemas de riego superficial y presurizado es una prioridad a resolver, no sólo para este posgrado, sino para el país entero. El diseño adecuado y eficiente de sistemas de riego y drenaje se debe reflejar en el ahorro de agua para incrementar la producción agrícola y áreas de consumo de agua para otros fines y la facilidad de desalojar de los excedentes. Dentro de los programas y prioridades gubernamentales se busca que las instituciones de investigación y universidades enfoquen mucha de su investigación al uso eficiente de agua que en nuestro país, el agua para la agricultura representa el 83% de los usos consuntivos.

7.3.2. Meta. Definir procedimientos y estrategias que mejoren la eficiencia de aplicación y uso de agua en los sistemas de riego y drenaje, utilizando metodologías y soluciones de carácter aplicables en los sistemas de riego y poblaciones, así como la formación de recursos humanos para el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías que permitan hacer un uso eficiente del agua.

7.3.3. Objetivos.

- ◆ Dar cobertura, fomentar y promover el estudio del uso eficiente del agua en riego y drenaje
- ◆ Proponer estrategias para mejorar la aplicación y uso eficiente del agua para riego superficial en su conducción y en la parcela
- ◆ Proponer metodologías para incrementar la eficiencia de conducción y aplicación en los sistemas de riego presurizado así como el drenaje
- ◆ Estudiar conjuntamente con otras disciplinas el incremento de la producción con el uso de agua bajo déficit así como la adecuada programación de riegos



7.3.4. Fundamentación La creciente demanda de alimentos y desde luego de agua, nos hace pensar que llegará un momento que no exista recurso suficiente para satisfacer las demandas de la población, para esto se requiere de un uso eficiente y adecuado del agua para poder incrementar las áreas de cultivo y con ello incrementar la producción agrícola, también interviene la competencia de la creciente demanda de agua para otros usos, como es el caso del agua potable que también registra un incremento en la demanda debido al aumento de población. Por lo tanto esta necesidad de investigación en uso eficiente del agua no es nueva y se realiza prácticamente en todas las instituciones que tratan con el agua. En nuestro caso se enfocará su aplicación principalmente en la agricultura de tal forma de encontrar técnicas o metodologías que contribuyan a mejorar la eficiencia de su uso para contribuir con el desarrollo del país para conservar el equilibrio social y ecológico de nuestro planeta.

7.3.5. Temáticas de Investigación. Los siguientes temas de investigación son ejemplos de la investigación que se realiza o que se realizará en esta línea de investigación:

- ◆ Agricultura de precisión con el uso automatizado de sistemas de riego
- ◆ Eficiencia de aplicación en riego superficial
- ◆ Riego a través de aspersión y microaspersión
- ◆ Drenaje y salinidad agrícola
- ◆ Programación de riegos
- ◆ Evapotranspiración de cultivos
- ◆ Uniformidad de riego en sistemas a presión
- ◆ Riego intermitente
- ◆ Sistemas expertos en agricultura
- ◆ Diseños eficientes de riego asistidos por computadora para riego superficial y subterráneo
- ◆ Diseño de sistemas de riego a baja presión

7.3.6 Fuentes de Financiamiento actuales. Las principales fuentes de financiamiento para dichos proyectos son: Universidad Autónoma Chapingo, CONACyT, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Comisión Nacional del Agua (CNA), Gobiernos de los estados de interés de mejorar y desarrollar uso eficiente de agua, FIRCO, Asociaciones de usuarios de los distritos de riego e Organismos internacionales.

7.4. Captación y Conducción de Agua.

7.4.1. Antecedentes Cuando el recurso agua no ha sido posible aprovecharlo en su manifestación primaria, la precipitación, se muestra entonces la necesidad de utilizarlo en sus manifestaciones secundarias, ya sean de las aguas superficiales o subterráneas, para esto es necesario contar con infraestructura hidráulica, consistente en diversos tipos de obras que permitan captar, almacenar, derivar, conducir, distribuir, aplicar, drenar, tratar, etc. el agua para sus diferentes usos, los estudios, el diseño, la construcción de dichas obras requieren satisfacer diferentes criterios que los condicionan para lograr satisfacer las características de estética, funcionalidad, eficiencia, etc., para alcanzar un aprovechamiento integral, óptimo y oportuno del agua.



El avance acelerado en la sobreexplotación de todas las fuentes de abastecimiento en los últimos treinta años, ha hecho que en buena parte de las aguas subterráneas los niveles de los acuíferos estén por debajo de los cien metros de profundidad y los almacenamientos se encuentren el mayor tiempo por abajo del 50 % de su capacidad.

El aprovechamiento del recurso agua en los diferentes usos, siempre ha planteado problemas de conducción desde las fuentes de abastecimiento, la mayoría de las veces a distancias considerables, hasta las zonas por beneficiar, así como de aplicación dentro de las mismas en forma adicional, y es en estas etapas que se presentan considerables pérdidas, que pueden variar de un 15 % a un 70 %, por lo cual se hace necesario conocer con suficiente detalle, los conductos y estructuras necesarias para el control, manejo, protección, etc., que es donde se pueden presentar esas pérdidas y así poder estar en posibilidades de incrementar los niveles de eficiencia, tan deprimidos, con que se usa actualmente el agua.

Las anteriores situaciones se deben al deterioro a que la infraestructura hidráulica ha estado sometida, debido fundamentalmente a la falta de conservación oportuna que ha redundado en niveles de eficiencia muy bajos.

Por lo anterior en el Departamento de Irrigación de la Universidad Autónoma Chapingo, desde hace quince años se han estado realizando esfuerzos de investigación en diferentes obras de infraestructura, dispositivos de aforo, etc., así como en elementos de conducción de agua, ya sea a superficie libre, como a presión.

7.4.2 Metas.

- ◆ Brindar elementos y estrategias de diseño para dar respuesta a las necesidades de obras de infraestructura hidráulica cada vez más efectiva y funcionales.
- ◆ Desarrollar tecnología que permita incrementar los niveles de eficiencia con los cuales se usa actualmente el recurso agua.
- ◆ Apoyar a la formación de recursos humanos altamente capacitados, que serán los que coordinen las estrategias de desarrollo hidráulico.

7.4.3. Objetivos.

- ◆ Dar cobertura, fomentar y promover los apoyos necesarios, para la realización de investigaciones sobre los diferentes aspectos que requiere las diferentes alternativas de captaciones de agua, como actividad necesaria para revisar, aplicar y probar criterios actuales para el desarrollo de estudios, proyecto y construcción de las obras que le integran, para que en función de la efectividad de los mismos, generar novedosos criterios que mejoren la funcionalidad de la Infraestructura Hidráulica que integra a dichas captaciones del recurso agua.
- ◆ Dar cobertura, fomentar y promover los apoyos necesarios a la realización de investigaciones sobre la conducción y distribución del agua, como actividad imprescindible para dar respuesta a la necesidad ineludible de hacer un uso más eficiente del agua en sus diferentes aplicaciones o usos.

7.4.4. Fundamentación La necesidad actual de hacer un uso más eficiente y racional del agua para sus diferentes usos, exige que los estudios, diseño y construcción de la infraestructura que permite



captar, almacenar, derivar, conducir, aplicar, drenar, tratar, etc., este basada en criterios cada vez más exigentes, los que deberán ser generados producto del desarrollo de investigaciones sobre estos aspectos.

Ante la urgencia cada vez más latente de utilizar el recurso agua en forma más eficiente, ante el deplorable deterioro de los elementos de conducción y distribución del agua, para dar respuestas a las exigencias de la demanda que plantean los diferentes beneficios del recurso agua, se muestra la necesidad de realizar investigaciones que permitan dar respuesta a la anterior necesidad.

7.4.5. Temáticas de Investigación.

A. Proyectos realizados

- ◆ Modelación Dinámica y Control para Canal Rehbock.
- ◆ Impacto de la Modernización de los Sistemas de Riego en la Agricultura Mexicana.
- ◆ Estudio Experimental del Coeficiente de Gasto en Vertedores Rectangulares.
- ◆ Necesidad y Efecto de un Uso más Eficiente del Agua en Canales de Riego
- ◆ Determinación Experimental de Pérdidas de Carga en Sistemas Compuestos de Tuberías.
- ◆ Estudio Experimental de Aforadores de Garganta Larga.
- ◆ Verificación Experimental del Gasto en Tubería de Compuertas bajo Diferentes Aberturas.
- ◆ Estructuras de Conducción en Canales de Riego.
- ◆ Hidráulica Experimental y de los Sistemas de Conducción por Tuberías.
- ◆ Hidráulica de los Sistemas de Conducción por Canales.
- ◆ Verificación experimental del coeficiente de gasto en compuertas radiales, con flujo a descarga ahogada
- ◆ Evaluación Experimental de Fórmulas Empíricas de Gasto en Vertedores Triangulares.

B. Proyectos en proceso

- ◆ Efecto de una Deficiente Aireación en la Lámina Vertiente sobre el Coeficiente de Gasto en un Vertedor Rectangular de Cresta Delgada, sin Contracciones Laterales.
- ◆ Sistemas de Irrigación.
- ◆ Evaluación del Riego Intermitente en el cultivo de Trigo
- ◆ Evaluación del Riego Intermitente en el cultivo de Frijol
- ◆ Evaluación de Pérdidas de Carga en Borbotadores para Límites Permisibles en Laterales.
- ◆ Actualización Hidrogeológica de la Infraestructura de Pozos de la Universidad Autónoma Chapingo
- ◆ Evaluación del Impacto Ambiental de las Subcuencas del Río Almeja y Palmillas región de Tlaixpan, Texcoco.



C. Proyectos por realizar

- ◆ Evaluación Experimental de Fórmulas de Gasto en Vertedores Trapeciales Cipolletti.
- ◆ Pérdidas de Carga en Sistemas en Paralelo de Tuberías.
- ◆ Pérdidas de Carga en Sistemas Ramificados de Tuberías.
- ◆ Estructuras Aforadoras en Canales de Riego.
- ◆ Estudio experimental de Obras de toma en Presas de Almacenamiento

7.4.6. Fuentes de Financiamiento actuales. Las principales fuentes de financiamiento son: La Universidad Autónoma Chapingo (UACH), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y Fundaciones para la Investigación, etc.

7.5. Tratamiento y Saneamiento de Aguas Residuales en Agricultura y Abastecimiento de Agua.

7.5.1. Antecedentes. Pese a que el recurso agua ha llegado a un nivel crítico de disposición, su actual nivel de utilización es un fenómeno erróneo generalizado. Los pequeños centros de población, las grandes urbes, los agricultores y las industrias, los países en desarrollo y las economías industrializadas, están manejando mal los recursos hídricos, al contaminar las aguas freáticas y posteriormente los suelos agrícolas.

Resulta casi imposible valorar la magnitud de la contaminación de las aguas en México, la que se presenta en los efluentes de todos los estados y en cada localidad por lo que se requiere en cada caso el diagnóstico y análisis de la situación particular para proponer su tratamiento.

México se ha dividido en 36 cuencas hidrológicas y en ellas se encuentra el 78% de la población nacional (67 millones de habitantes), en las que se genera el 81% del total de las aguas residuales y el 81% del total de la DBO (3946 ton/día).

En nuestro país en general todas las poblaciones adolecen del recurso agua, pero son las grandes urbes como Monterrey, Guadalajara, Puebla y principalmente la ciudad de México, quienes gastan grandes cantidades de dinero para proveerse de este líquido, y cuando esto es resuelto, provocan otro de mayor trascendencia que es el de generar aguas con altos niveles de contaminación. A estas aguas generadas por la población se agregan las usadas por la industria y la agricultura, que cambian las características fisicoquímicas en forma negativa.

El tratamiento del agua es factible técnicamente, pero el alto costo en su recuperación y gasto de energía sólo han hecho posible que sea un porcentaje mínimo el que se trate y con severas deficiencias, que ponen en peligro la vida de los usuarios, que son principalmente los agricultores.

7.5.2. Metas.

- ◆ Formar un grupo interdisciplinario de alta calidad, con criterio sustentable e integral del recurso agua con énfasis en su tratamiento hasta alcanzar los niveles de calidad que se requieran para sus diferentes usos.



- ◆ Conformar un grupo de investigadores que también cubran el aspecto docente que formen los recursos humanos que el país requiere que coadyuven en la solución de los preocupantes y crecientes problemas que aporta el país en materia del saneamiento de agua y su impacto en la cadena trófica.
- ◆ Realizar investigaciones sobre aspectos concretos de impacto sobre los recursos suelo, alimento y hombre como resultado del uso de aguas contaminadas.

7.5.3. Objetivos.

- ◆ Efectuar un inventario de volúmenes de agua que se entregan a los terrenos agrícolas, cuantificar el área que actualmente se riega con aguas residuales y estimar con fines de diagnóstico el impacto en suelos, plantas, animales y el hombre.
- ◆ Incrementar la investigación sobre el impacto que las aguas residuales ha tenido sobre los recursos, pues las experiencias en países desarrollados han mostrado ser extremadamente peligrosos.
- ◆ Incidir en mayor medida en las políticas que las instancias y organismos que legislan y deciden sobre el tratamiento y posterior uso de las aguas residuales, dado que lo hasta ahora implementado adolece de practicidad y logros reales.

7.5.4. Fundamentación. La generación de aguas residuales se ha incrementado desproporcionadamente en los últimos años, como consecuencia de la política neoliberal, en la que se trata de imitar el modelo de países altamente desarrollados y en los que la industrialización es el eje del desarrollo.

El modelo provoca que millones de personas emigren del campo a la ciudad demandando mayor recurso hidráulico para uso urbano e industrial y generando volúmenes imprevistos, que sin previo tratamiento son usados y manipulados por personas que no han sido capacitadas o informadas sobre lo peligroso de su uso.

Aunque se declara que un alto porcentaje se está tratando o se está por tratar; la realidad es que aproximadamente es del orden del 5% lo que recibe cierto nivel de tratamiento, el resto va directamente a la agricultura con resultados posiblemente desastrosos; pues se sabe que en ella los desechos sólidos y solubles pueden contener microorganismos patógenos, sustancias tóxicas peligrosas que momentáneamente aumentan la producción de los cultivos, pero en el mediano y largo plazo estarán causando daños irreversibles a la cadena trófica.

La Universidad Autónoma Chapingo debe ser tomada en cuenta para la elaboración de normas y políticas ambientales, pues hasta ahora no se ha escuchado su voz y reclamo de ella.

7.5.5. Temáticas de Investigación. Recabar información más fehaciente sobre volúmenes que de agua residual se están generando, para con ellas efectuar proyecciones a largo plazo.



- ◆ Continuar con investigaciones sobre los efectos que las aguas residuales sobre las propiedades químicas de los suelos.
- ◆ Efectuar investigaciones relacionadas con el uso de los lodos como acondicionadores de suelo, pues su efecto en el mayor de los casos es impredecible.

7.5.6. Fuentes de financiamiento actuales. Las principales fuentes de financiamiento son: La Universidad Autónoma Chapingo (UACH), El Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y Fundaciones para la Investigación, etc.

Las Líneas de Investigación para el Programa de Ingeniería Agrícola.

7.6. Diseño, Desarrollo y Evaluación de Sistemas, Máquinas y Procesos Tecnológicos en la Agricultura.

7.6.1. Antecedentes. Esta línea de investigación tiene sus antecedentes en la propia existencia de fábricas armadoras de tractores en México y los Planes Federales de Mecanización Agrícola que a partir de los años setenta se impulsaron y que hoy día tienen plena vigencia y pertinencia ante el proceso de globalización y el papel que debe jugar nuestro país en la economía mundial y en especial la latinoamericana.

En 1983 se crea el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo y la carrera de licenciatura del mismo nombre, desarrollándose desde entonces la docencia acompañada de la investigación y el servicio. Durante los años transcurridos la investigación y desarrollo de máquinas y tecnologías ha ocupado un lugar importante en el quehacer de los profesores-investigadores y los propios estudiantes. Han sido varios los proyectos de desarrollo, construcción, diseño y adaptación de maquinaria, equipos y dispositivos que se han ejecutado por encargo de empresas, agricultores individuales, ejidos o instituciones del gobierno, pudiendo mencionar varios tipos de molinos picadores de forrajes, desgranadoras de maíz, molinos para trozar ramas, máquinas para la labranza de conservación y laboreo mínimo, secadoras de granos, desfibradora de lechuguilla, etc. Es tradición organizar y participar en los Congresos Nacionales y Latinoamericano de Ingeniería Agrícola; publicar artículos científicos en la Revista Chapingo y otras, presentar ponencias y trabajos en eventos nacionales e internacionales y participar en proyectos internacionales con apoyo de CONACyT y de la propia Universidad. Es tradición que especialistas extranjeros impartan cursos y dicten conferencias sobre diferentes temáticas de esta línea de investigación.

7.6.2. Metas.

- ◆ Proponer soluciones científico-técnicas para los Sistemas, Máquinas y Tecnologías que se utilizan para la Mecanización de los procesos en la agricultura.
- ◆ Mecanizar los procesos tecnológicos en la agricultura y la agroindustria que aun lo requieran, utilizando métodos y medios automatizados.
- ◆ Fomentar y desarrollar la industria mexicana de construcción de máquinas agrícolas y agroindustriales.



- ◆ Incrementar el conocimiento científico-técnico sobre la Mecanización y la Automatización en la agricultura.

7.6.3. Objetivos.

- ◆ Diseñar y Desarrollar 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 técnica agrícola y agroindustrial.

7.6.4. Fundamentación. En las actuales condiciones de la agricultura mexicana y ante la necesidad de elevar la producción agrícola y agroindustrial, mejorar las condiciones de trabajo de los agricultores e incrementar la productividad de trabajo, y así estar en mejores condiciones para la competencia que impone la globalización económica, se hace imprescindible el desarrollo integral de la mecanización agropecuaria.

El desarrollo de sistemas, tecnologías y máquinas que perfeccionen el proceso de mecanización es una necesidad actual y apremiante, puesto que:

- a). Existen procesos tecnológicos de producción agrícola y agroindustrial sin mecanizar;
- b). Existen procesos con tecnologías atrasadas o inapropiadas;
- c). Existen procesos mecanizados e instalaciones agroindustriales en otros países que aun no han sido introducidas en México por lo que su asimilación conlleva a un estudio sobre transferencia tecnológica;
- d). Existen máquinas que no se adaptan a las condiciones de la agricultura mexicana, por lo que es necesario su estudio y adecuación a nuestras exigencias.

7.6.5. 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 máquinas y medios de labranza de conservación para diferentes condiciones naturales y tipo 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.

7.6.6. Fuentes de financiamiento actuales. Las posibles fuentes de financiamiento para estos proyectos son: Empresas, CONACyT, SAGAR, gobiernos de los estados, Organismos No



Gubernamentales (ONG), organizaciones pertenecientes a la ONU (FAO, ONUDI, UNESCO, etc.) y la Universidad Autónoma Chapingo.

7.7. Administración de la Mecanización de los Procesos Tecnológicos en la Agricultura.

7.7.1. Antecedentes. Desde el momento en que se decide que la Mecanización es una necesidad para poder elevar los volúmenes de producción e incrementar los rendimientos en la agricultura la administración de la maquinaria se convierte en una de las líneas prioritarias de investigación y desarrollo. Muchos son los proyectos que se ejecutan en las áreas de: la explotación del parque de maquinaria, la asistencia en el mantenimiento y las reparaciones, la optimización de los procesos tecnológicos, la sustentabilidad de la mecanización, etc. La existencia del Departamento de Ingeniería Agrícola de la UACH con sus recursos materiales y humanos garantiza la ejecución de trabajos de investigación y servicio a empresas, agricultores individuales e instituciones con el objetivo de que éstos administren mejor la maquinaria que poseen.

Trabajos y ponencias en temas de esta línea se presentan en eventos nacionales e internacionales, como es el caso de los Congresos nacionales de Ingeniería Agrícola y el latinoamericano (CLIA), además de otros trabajos presentados en eventos sobre la caña de azúcar y AGROMEC (en Cuba). Se han desarrollado varios proyectos de colaboración en esta línea con universidades cubanas apoyados por la UACH y CONACyT y tradicionalmente se organizan exposiciones y demostraciones sobre aspectos referentes a esta línea en diferentes estados de nuestra república. Especialistas extranjeros imparten cursos y realizan asesoría en esta línea de investigación que ha permitido el desarrollo acelerado de recursos humanos y la creación de la infraestructura adecuada para emprender la superación posgraduada.

7.7.2. Metas.

- ◆ Contribuir al desarrollo y aplicación de Programas de Mecanización que garanticen una correcta administración de la Maquinaria Agropecuaria que exista o se adquiera por las diferentes organizaciones productivas (federales, estatales o privadas).
- ◆ Contribuir al desarrollo de investigaciones aplicadas del Centro Nacional de Estandarización de Maquinaria Agrícola (CENEMA) referentes a las Pruebas y Evaluaciones y garantizar la producción e introducción de maquinaria apropiada a las condiciones de la agricultura mexicana.
- ◆ Perfeccionar el Sistema de Mantenimiento Técnico y Reparación de la Maquinaria Agropecuaria basándose en criterios de optimización y considerando las condiciones específicas de cada región.

7.7.3. Objetivos.

- ◆ Seleccionar las máquinas y el parque de maquinaria sobre base científica y bajo ciertos criterios de optimización; Planificar, organizar, dirigir y controlar 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.

7.7.4. Fundamentación.

El crecimiento de la población en México continúa en ascenso, siendo en la actualidad la producción agropecuaria insuficiente. El gobierno programa el desarrollo acelerado del campo mexicano aprobando leyes y lineamientos jurídicos, administrativos, crediticios, etc., con lo que se garantiza la introducción de técnicas y tecnologías modernas con capacidad para lograr rendimientos y productividades superiores. Además, esta tendencia se hace imprescindible debido a la competitividad que se establece en el marco de la globalización.

Por lo anterior, se pronostica el incremento de la cantidad y calidad de la maquinaria en el campo mexicano, por lo tanto es necesario su selección correcta y uso racional para cada condición, así como tener presente las tecnologías apropiadas para la preparación del suelo, el cultivo de las plantas y la conservación del medio ambiente.

De igual manera, el incremento de la mecanización en el campo agrícola mexicano con el objetivo de aumentar los niveles de producción y productividad del trabajo, la obtención de altos rendimientos agrícolas y así, enfrentar los retos del aumento de la población y del proceso de globalización; es imposible realizarlo sin contar con una maquinaria con alta disponibilidad técnica y bajos costos de explotación.

Para mantener la maquinaria con un alto nivel de capacidad de trabajo es imprescindible realizar investigaciones referentes al mantenimiento y la fiabilidad de la maquinaria, con la finalidad de disminuir las paradas de las máquinas por fallas y reparaciones, y disminuir los gastos directos por mantenimiento y reparación.

En el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola se cuenta con los medios necesarios para realizar investigaciones en esta línea y contribuir de manera objetiva y decisiva en el desarrollo integral de la administración de la maquinaria agrícola en México y extender sus experiencias a muchos otros países del mundo con características naturales semejantes.

7.7.5. Temáticas de investigación.

- ◆ Proyectos integrales de Mecanización Agrícola.
- ◆ Prueba y evaluación de maquinaria agropecuaria.
- ◆ El Mantenimiento Técnico y la Reparación a la maquinaria.
- ◆ Automatización en la administración de la mecanización agropecuaria.
- ◆ Sostenibilidad de la mecanización agrícola.

7.7.6. Fuentes de financiamiento actuales. Las posibles fuentes de financiamiento para estos proyectos son: Empresas, CONACyT, SAGAR, gobiernos de los estados, Organismos No Gubernamentales (ONG), organizaciones pertenecientes a la ONU (FAO, ONUDI, UNESCO, etc.) y la Universidad Autónoma Chapingo.



Las Líneas de Investigación para el Programa de Biosistemas.

7.8. Sistemas y Ambientes Controlados.

7.8.1. Antecedentes.

Esta línea tiene sus antecedentes en los trabajos de investigación que de forma aislada se tienen en los departamentos de Fitotecnia, Zootecnia, División de Ciencias Forestales, Preparatoria Agrícola, Irrigación e Ingeniería Mecánica Agrícola de la propia UACH. La necesidad de conjuntar esfuerzos y recursos para optimizar y potenciar las posibilidades justifican la creación de esta línea, tan necesaria, novedosa y pertinente para la agricultura mexicana. Esta línea permitirá hacer investigaciones ingenieriles aplicada a los sistemas de producción en ambientes controlados para lograr productos de alta calidad competitivos en el mercado mundial.

7.8.2. Metas.

- ◆ Proponer soluciones científico-técnicas, (tecnologías, procesos, máquinas, etc.) desarrolladas en México que garanticen producciones agrícolas, pecuarias, forestales y acuícola de alta calidad y competitivas en el mercado mundial.
- ◆ Proponer desarrollos tecnológicos mexicanos para el tratamiento de residuos agrícolas y biológicos fundamentados y pertinentes.
- ◆ Automatizar procesos y sistemas de producción bajo ambientes controlados.

7.8.3. Objetivos.

- ◆ Diseñar, desarrollar y/o evaluar tecnologías, procesos, equipos, instalaciones, materiales y maquinaria que se utilizan en las producciones agrícolas, pecuarias, forestales y acuícola, bajo ambientes controlados, con el fin de optimizarlos para producir productos de alta calidad.
- ◆ Diseñar y desarrollar métodos, procesos, tecnologías y sistemas para el tratamiento de residuos agrícolas y biológicos fundamentados desde el punto de vista ecológico, económico y social.
- ◆ Diseñar y desarrollar procesos y sistemas automatizados para la Ingeniería de Biosistemas con el propósito de incrementar los rendimientos y la calidad de los productos, disminuir los costos, aumentar la seguridad y eficientar los sistemas ambientales controlados.
- ◆ Diseñar software para investigar 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.

7.8.4. Fundamentación.

Uno de los retos fundamentales de este siglo es la elevación de la calidad de vida, fundamentada en la estrategia global de sustentabilidad, que requiere de grandes producciones de alimentos, combustibles y energía en un ambiente realmente ecológico.



La obtención de alimentos, productos y sus derivados de alta calidad requiere de tecnologías, procesos y sistemas óptimamente definidos y controlados durante todas las etapas de su formación: selección y preparación del suelo, siembra, cultivo, labores fitosanitarias, fertilización, riego, cosecha, manipulación, conservación, almacenamiento y distribución. Todo estrechamente relacionado con la fisiología y la biología de las plantas y los animales.

El tratamiento de los residuos es un problema mundial y presente en México, por lo que es necesario su estudio e investigación con el fin de garantizar un mundo sostenible. Con el incremento de la producción de alimentos aumenta también la cantidad de residuos de origen vegetal y animal que necesariamente se debe procesar de forma controlada. La tendencia es que esos procesos de tratamiento de residuos sean más eficientes y menos peligrosos y dañinos para la vida por lo que conllevan tecnologías de punta para la ejecución y el control de dichos procesos.

La automatización de los diferentes procesos que se utilizan en la Ingeniería de Biosistemas es tendencia mundial y novedad en tecnología. En esta época, la informática y la electrónica se fusionan con la mecánica, la biología, la química y la física en función del desarrollo de la agricultura. Cada día surgen nuevas tecnologías que de forma acelerada se introducen en los equipos, las instalaciones, los procesos y las máquinas. La utilización de sensores, manipuladores y controles eléctricos, hidráulicos y neumáticos, junto a los robots es frecuente. El uso de las técnicas modernas de la informática, incluyendo los satélites, los geoposicionadores, es una realidad.

La calidad de los diferentes productos y materiales que se producen y utilizan en la agricultura dependen en gran medida de la forma y condiciones en que se almacenan y distribuyen. Ante los retos que impone la comercialización, el libre comercio y la competencia es necesario el desarrollo de investigaciones que propongan tecnologías, métodos y procedimientos para la correcta manipulación, transporte y almacenamiento de las producciones agrícolas, pecuarias y acuícola fundamentalmente.

Para lograr lo anterior, es que se presenta esta línea de investigación tan importante para México y su agricultura en general, en el marco de la globalización y la necesaria competitividad de sus producciones.

7.8.5. 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 procesos 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.



7.8.6. Fuentes de financiamiento actuales. Las posibles fuentes de financiamiento para estos proyectos son: CONACyT, SAGARPA, gobiernos de los estados, Organismos No Gubernamentales (ONG), organizaciones pertenecientes a la ONU (FAO, ONUDI, UNESCO, etc.) y la Universidad Autónoma Chapingo.

7.9. Fuentes de Energía en los Sistemas Biológicos.

7.9.1. Antecedentes. Esta línea de investigación tiene sus antecedentes en la enorme trascendencia que tiene el correcto uso y transformación de la energía para la mecanización de los procesos en la agricultura. México, como gran productor de petróleo, además de desarrollar tecnologías y procedimientos para aprovechar mejor la energía obtenida de estos hidrocarburos, debe prestar atención a la utilización de otros tipos de energía que también posee en grandes cantidades y que son menos contaminantes y de mayor eficiencia. La energía incluye múltiples fuentes, tales como: solar, eólica, térmica, etc. Donde pueden plantearse las siguientes:

7.9.2. Metas.

- ◆ Optimizar la utilización de los diferentes tipos de energía que se utilizan en los sistemas biológicos.
- ◆ Desarrollar y aplicar nuevas fuentes energéticas en los sistemas biológicos.
- ◆ Proponer soluciones de diseño de procesos y tecnologías para la transformación de la energía.

7.9.3. Objetivos.

- ◆ Evaluar la utilización y aprovechamiento de las diferentes formas 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 criterios técnico-económico y social.

7.9.4. Fundamentación.

Junto a los tres grandes dilemas del presente siglo para la agricultura: Aumento de la Población-Pobreza- Contaminación, se encuentra precisamente el uso y aprovechamiento racional de la energía. Conjuntamente con el aumento de la población, crecen las necesidades alimentarias en general, por lo que irremediamente conlleva el incremento de energía a consumir y por consecuencia el aumento de la contaminación, lo que ya no es compatible con un mundo ecológico y sostenible.

En la solución de esta gran contradicción se encuentra el objetivo de la presente línea de investigación y que debe tener la tendencia a reducir los escapes contaminantes de las combustiones de combustibles fósiles, principalmente del petróleo; la búsqueda de procesos más eficientes y controlados; la utilización cada vez más creciente de la energía solar en sus diferentes manifestaciones: la eólica, la biomasa, la hidráulica, la de las olas y corrientes marinas, la geotérmica, los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), la basura, etc.

La energía de la biomasa en sus diferentes acepciones como la producción de leña y residuos de la madera (como energía), el metanol, el etanol, la obtenida de algas por biotecnología, el biogás; así como el estudio y la investigación del proceso de fotosíntesis que ocurre en las plantas, hacen de esta línea una de



las más prometedoras e importantes para la solución de los enormes problemas de contaminación presentes hoy en nuestro planeta y especialmente en México.

7.9.5. 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 la 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.

7.9.6. Fuentes de financiamiento actuales. Las posibles fuentes de financiamiento para estos proyectos son: Empresas, CONACyT, SAGAR, gobiernos de los estados, Organismos No Gubernamentales (ONG), organizaciones pertenecientes a la ONU (FAO, ONUDI, UNESCO, etc.) y la Universidad Autónoma Chapingo.

VIII. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

Además de las estructuras universitarias que rigen la investigación, el servicio y el Posgrado en la UACH, al interior del Instituto de Ingeniería Agrícola se establecerán los siguientes órganos:

- Reunión del Instituto.
- Comité Técnico-Científico del Instituto.
- Coordinador del Instituto.
- Coordinador de Posgrado.
- Coordinador de Programa de Investigación.
- Responsable de Línea de Investigación
- Responsables de proyecto.

8.1. Reunión del Instituto

La reunión del Instituto será semestral y de carácter consultivo y orientará las políticas académicas y administrativas generales del mismo, mediante los mecanismos que considere convenientes.

8.1.1. Funciones de la reunión del Instituto. Las funciones de la Reunión del Instituto serán:

- La evaluación del informe de actividades presentado por el Coordinador del Instituto y del Comité Técnico.
- La designación de los coordinadores de programas, a propuesta de los investigadores integrantes de las mismas.
- La evaluación del informe presentado por los coordinadores de programas y responsables de línea de investigación.
- La evaluación de propuestas de creación de nuevas líneas de investigación.
- Sugerir la constitución de proyectos de desarrollo rural integral a través de la integración de redes de expertos.



- El Instituto organizará una reunión especial anual de planeación de la investigación, además de las reuniones semestrales de evaluación.

8.2. Comité Técnico-Científico del Instituto

Estará integrado por el Coordinador del Instituto, los Coordinadores de los Programas, y de posgrado.

8.2.1. Funciones del Comité Técnico-Científico. Las funciones del Comité Técnico-Científico serán:

- Buscar la calidad, cantidad, impacto, vinculación y el mejoramiento de la investigación, la docencia y el servicio realizados en el Instituto, a través de la promoción de proyectos de desarrollo rural integral que respondan a las necesidades de comunidades rurales geográficamente especificados, tales como Distritos de Riego y Zonas de Temporal; así como planes de mecanización en el país.
- Definir la normatividad del funcionamiento particular del Instituto.
- Evaluar el desempeño del coordinador, así como el del Instituto en su conjunto, a través de su productividad científica y académica y la integración de redes de expertos.
- Distribuir los recursos financieros entre los proyectos aprobados, a través de la aplicación de los criterios definidos en la normatividad vigente, de la UACH.
- Difundir los asuntos de interés entre los integrantes del Instituto.
- Dar lineamientos para que los resultados de las investigaciones básicas y aplicadas se difundan en el mundo técnico científico.
- Organizar los seminarios internos de presentación de proyectos, avances y resultados.
- En función de la evaluación de las metas indicadas, concluir la consolidación o desaparición del Instituto.

8.3. Coordinador del Instituto

El coordinador del Instituto será nombrado por mayoría compuesta de los coordinadores de los programas integrantes o los miembros del Instituto. Será ratificado por él o los Directores de los DEIS o Divisiones involucrados; durará en su cargo tres años. Se preferirá que sean los subdirectores de investigación o de posgrado, por que no se destinarán recursos para pago de coordinadores.

8.3.1. Funciones del Coordinador del Instituto. El Coordinador tendrá las siguientes funciones:

- Promover la observancia y ejecución de los acuerdos del comité técnico.
- Presidirá y recopilará las iniciativas tendientes al desarrollo del propio Instituto.
- Lograr proyectos de desarrollo rural, promoviendo la integración de investigadores de diferentes disciplinas.
- Junto con los subdirectores administrativos y de investigación de los DEIS o divisiones, canalizará los recursos asignados a los responsables de los proyectos
- Impulsará un desarrollo e integración real de las líneas de investigación y las Interrelaciones del centro con otras instancias dentro y fuera de la UACH.
- Vigilará que se propicie la vinculación docencia-investigación-Servicio-Difusión.
- Logrará una mayor difusión de resultados de investigación.
- Convocará, organizará y presidirá las reuniones del Instituto.



- Difundirá entre los integrantes del Instituto las informaciones que reciba de la Subdirección General de Investigación y Servicio, de otras instancias universitarias y extra-universitarias.
- Representar al Instituto ante otras instituciones y logrará el establecimiento de convenios de colaboración.
- Concertar proyectos de investigación en sectores productivos.
- Fortalecer la vinculación del Instituto con el sector público, privado y social, para fomentar la investigación y desarrollo tecnológico productivo.
- Presidir las sesiones del Comité Técnico-científico.
- Vigilar la organización del inventario de los proyectos de investigación, presentados y registrados en el Instituto.
- Solicitar a los coordinadores de programa informes semestrales de avances académicos y financieros de los proyectos.
- Solicitar a los coordinadores de programa reportes de productividad y reportarla a la instancia correspondiente de la Dirección General de Investigación y Posgrado.
- Conjuntar actividades con los coordinadores de programa.
- Coorganizar el seminario del Instituto.
- Implementar actas de las reuniones del Instituto y de las sesiones del Comité técnico del programa.
- Orientar las actividades de investigación en función de los requerimientos de la sociedad.
- Promover la formación de redes de expertos.

8.3.2. Duración del Coordinador del Instituto. El Coordinador del Instituto podrá ser removido de su cargo a sugerencia del Consejo Técnico, en las siguientes circunstancias:

- Por no cumplir con las disposiciones del Consejo Técnico, a juicio de éste.
- Por no cumplir con la normatividad, procedimientos, estrategias y/o políticas del Instituto
- Porque su desempeño no es satisfactorio, a juicio del Consejo Técnico.
- Por solicitud propia.
- Por enfermedad, a juicio del Consejo Técnico.
- Por muerte.

8.4. Coordinador de Posgrado.

8.4.1. Nombramiento del Coordinador de Posgrado.

El Coordinador de Posgrado será designado por el Consejo de Posgrado, nominación que requiere la sanción del Director de la entidad académica de adscripción y de su correspondiente Consejo.

8.4.2. Funciones del Coordinador del Programa de Posgrado.

- Convocar y presidir las sesiones del Consejo de Posgrado y ejecutar sus acuerdos.
- Informar a los miembros del Comité sobre las atribuciones del mismo.
- Supervisar el cumplimiento de los acuerdos tomados por el Consejo de Posgrado y los Consejos de Posgrado y las medidas dictaminadas por el Coordinador General de Estudios de Posgrado en el ámbito de su competencia.



- Vigilar el funcionamiento de las actividades del programa, tales como el desarrollo de los cursos, la integración de comités asesores y la vinculación de estudiantes con el programa al que estén adscritos.
- Revisar el informe semestral del estudiante, incluyendo los avances de su investigación.
- Supervisar que el Comité Asesor de cada estudiante se reúna al menos una vez en cada sesión.
- Aprobar en definitiva el proyecto de investigación del estudiante, una vez que ha sido aprobado por el Comité Asesor y ha cumplido con los requisitos académicos que establece el presente Reglamento.
- Difundir a través de los medios de comunicación de la Universidad, impresos o audiovisuales, el contenido del programa que coordina.
- Emitir dictamen sobre la suficiencia de las tesis de grado.
- Compilar y aportar a la Coordinación General de Estudios de Posgrado, la información necesaria para publicar cada dos años el catálogo de estudios de posgrado.
- Formular anualmente el proyecto de presupuesto del programa que coordina, gestionarlo ante el Consejo de Posgrado y ante la entidad académica a la que pertenezca el programa, así como ejercerlo de acuerdo con las normas de la Contraloría Interna de la Universidad.
- Informar de los avances del Programa a su cargo a las instancias universitarias que lo requieran y al Conacyt.
- Gestionar, conjuntamente con el Coordinador General, ante Conacyt y otras instituciones similares, lo relativo a los estudios de posgrado.
- Asistir a las reuniones del Consejo de Posgrado.

8.4.3. Duración del Coordinador de Posgrado.

El Coordinador de Posgrado y los vocales del Consejo de Posgrado durarán en su cargo tres años, pudiendo ser designados únicamente para dos periodos sucesivos y cualquier número de veces para periodos discontinuos.

8.5. Coordinador de Programa de Investigación.

El coordinador del programa de investigación será el representante de los integrantes del programa ante el Instituto; Así como en todas las actividades y foros que en éste se definan.

8.5.1. Funciones del Coordinador de Programa de Investigación.

- Dirigir y coordinar las diferentes actividades del Programa de Investigación.
- Dirigir a los coordinadores de Línea de Investigación que conforman al programa.
- Convocar y presidir las sesiones de la reunión del Programa de Investigación, así como del Comité Técnico del mismo.
- Cumplir y hacer cumplir los acuerdos de la asamblea y el Comité Técnico del Programa.
- Representar al programa de investigación ante el Comité Técnico científico y la coordinación del instituto.
- Promover y apoyar las actividades de los responsables de Línea de Investigación.

8.5.2. Nombramiento del Coordinador de Programa de Investigación.

El coordinador del programa de investigación será nombrado por el pleno de la reunión del programa, entre los investigadores titulares del mismo, a propuesta del comité técnico del programa, quién analizará las cualidades de los posibles candidatos.



8.5.3. Duración del Coordinador de Programa de Investigación.

La duración normal del cargo de coordinador de programa de investigación será de tres años, pudiendo ser designados únicamente para dos periodos sucesivos y cualquier número de veces para periodos discontinuos.

La duración de la coordinación del programa será acotada por las siguientes causales:

- Solicitud propia
- Por imposibilidad o ausencia física
- Por incumplimiento de sus funciones, bajo análisis del comité técnico del programa de investigación.

8.6. Responsable de Línea de Investigación.

Se considera responsable de línea de investigación a aquel integrante del programa de investigación, que representa y organiza a un grupo de miembros para la elaboración y/o ejecución de un grupo de proyectos, pertenecientes a una línea de investigación. Cada proyecto deberá de tener un coordinador, salvo si lo estipula algún convenio.

8.6.1. Funciones del Responsable de Línea de Investigación. Cada Responsable de línea de investigación tendrá las funciones siguientes:

- Coordinar las actividades de los Miembros del Grupo para la elaboración y/o ejecución de los proyectos correspondiente a una línea de investigación.
- Someter los anteproyectos a la consideración de las Instituciones y dependencias Universitarias y/o externas pertinentes para su aprobación y/o financiamiento.
- Establecer, al inicio de las actividades y en convenio con los Miembros del Grupo, los detalles de la manera cómo se formulará y ejecutará los proyectos por los Miembros del Grupo
- Vigilar la correcta ejecución de los proyectos aprobados y la participación de los Integrantes del grupo en las respectivas líneas de investigación.
- Vigilar el correcto uso de los recursos financieros, humanos y materiales destinados para la ejecución de los proyectos.
- Denunciar ante las autoridades correspondientes las irregularidades y violaciones a los proyectos que se detecte.
- Solicitar y obtener de los integrantes del grupo los informes contemplados en los proyectos, y que éstos estén elaborados en forma, contenido y tiempos correctos.
- Entregar a las instituciones y/o dependencias Universitarias y/o externas los informes contemplados en los proyectos o en los convenios contraídos.
- Someter a los miembros del grupo los problemas generales o particulares que los integrantes del grupo enfrenten en la ejecución de los proyectos y que el Coordinador del Proyecto considere pertinente.
- Someter al Coordinador del Instituto, los problemas generales o particulares que los integrantes del grupo enfrenten en la ejecución de los proyectos.
- Buscar el cumplimiento de los objetivos del Instituto.

8.6.2. Nombramiento del Responsable de Línea de investigación. El Responsable de línea de investigación será nombrado por los integrantes del grupo.



8.6.3. Duración del Responsable de Línea de Investigación. El Responsable de línea de investigación concluirá sus funciones en los siguientes casos:

- A solicitud propia.
- A solicitud de los integrantes del grupo por desempeño insatisfactorio; en este caso, se someterá la solicitud al Comité del Instituto o de las instancias pertinentes.
- Por enfermedad, con aprobación de los miembros del grupo y del Coordinador del Instituto.

8.7. Responsable de Proyecto.

El Responsable del Proyecto es un científico con adscripción por tiempo indeterminado a la Universidad Autónoma Chapingo o a alguna otra Institución que tenga convenio expreso con aquella que respalde la participación del Responsable en el proyecto.

8.7.1. Funciones del Responsable de Proyecto. El Responsable del Proyecto tendrá las siguientes funciones:

- Participar en la elaboración del proyecto.
- Participar en la ejecución del proyecto de acuerdo a lo establecido en el mismo.
- Elaborar y entregar en forma, contenido y tiempos los informes referentes al proyecto, en los aspectos en los que participe.
- Denunciar a las autoridades correspondientes las irregularidades observadas en la elaboración y/o ejecución del proyecto.
- Buscar con sus acciones el correcto cumplimiento de los objetivos del proyecto y de los del Instituto.

8.7.2. Nombramiento del Responsable del Proyecto. El Responsable del Proyecto se puede incorporar al Instituto si el Proyecto en su aprobación contempla expresamente su participación e indica con detalle las actividades en los subproyectos con los que colaborará. También se puede incorporar a un proyecto aprobado cuando el Coordinador del Proyecto apruebe las modificaciones pertinentes en los subproyectos respectivos en cuanto a estructura y actividades de participantes, con base en cambios en el ambiente del proyecto (o subproyecto) y para la correcta ejecución del proyecto.

8.7.3. Finalización de las Actividades del Responsable del Proyecto. El Responsable del Proyecto puede terminar su participación en el proyecto por las siguientes razones. En todos los casos, aunque se haga efectiva la finalización de las actividades del Responsable del Proyecto, éste deberá cumplir con los compromisos establecidos en el Proyecto hasta la fecha de la finalización.

- Por terminación de un proyecto, considerada ésta cuando la ejecución del proyecto haya finalizado y su ejecución, en los mismos términos en los que se ejecutó anteriormente, no se prevea ejecutar en un plazo máximo de ocho meses, contados a partir del término de la ejecución anterior.
- A solicitud propia.
- Por desempeño insatisfactorio, por dictamen del Coordinador del Proyecto.
- Por atender de manera consciente y de mala fe contra la correcta ejecución del proyecto en cualquiera de sus partes.



- Por enfermedad.
- Por muerte.

8.8. Financiamiento de los proyectos de investigación.

Debido a que los recursos financieros con que actualmente cuenta la UACH para la realización de investigaciones son restringidos en extremo, no permiten la ejecución de proyectos de amplias dimensiones e impacto en los sistemas agroalimentarios y como no se visualiza que el gobierno federal se proponga incrementar ese subsidio, los investigadores buscarán el financiamiento de sus Proyectos de Investigación en el exterior, en Instituciones gubernamentales y no gubernamentales que pueden proporcionar recursos suficientes para la correcta ejecución de los Proyectos, sin comprometer al detrimento los principios, intereses u objetivos del Instituto o de la UACH. Adicionalmente, se puede concursar por apoyo financiero ofrecido por las dependencias de la UACH que convoquen.

El Colaborador del Proyecto es un científico con adscripción por tiempo indeterminado a la Universidad Autónoma Chapingo o a alguna otra Institución que tenga convenio expreso con aquella que respalde la participación del Colaborador en el proyecto.

8.9. Aprobación y registro de los proyectos de investigación.

Los Proyectos que se aprueben y reciban financiamiento exclusivamente por las dependencias de la UACH serán registrados por éstas y se ajustarán a los lineamientos establecidos por ellas. Los proyectos que pretendan recibir financiamiento externo deberán ser previamente sometidos a la aprobación de:

El Consejo Técnico del Instituto determinará la viabilidad técnica del proyecto (tiempos, capacidades, infraestructura y disponibilidad de recursos humanos, cognoscitivos, materiales para su cumplimiento), la concordancia entre pertinencia real y la ofrecida por el proyecto y el cumplimiento de los objetivos y los principios fundamentales del instituto; la Dirección General de Investigación y Posgrado, que calificará la viabilidad técnica del proyecto y vigilará que no se laceren o se pongan en riesgo los recursos patrimoniales de la UACH con los compromisos que se pretenden contraer.

8.10. Seguimiento y control del proyecto.

Ya que la UACH y más directamente el Instituto son garantes del desempeño del grupo de trabajo en la ejecución de los proyectos, el Consejo Técnico del Instituto establecerá los mecanismos para dar seguimiento a los proyectos a fin de verificar que se desarrollan conforme lo establecido en los respectivos protocolos aprobados. Para ello, el grupo responsable de cada proyecto entregará informe de todas las actividades realizadas, correspondientes a todos los subproyectos y a los participantes involucrados, con frecuencia mínima de tres meses, en un periodo máximo de un mes después del periodo motivo del informe. En caso de que no se entregue el correspondiente informe o de que no se haya cumplido lo establecido en el protocolo aprobado del proyecto, el Consejo Técnico del Instituto establecerá lo conducente de acuerdo a los lineamientos vigentes.



IX. ORGANIGRAMA DEL INSTITUTO

