

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

## DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

### MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL

#### I. DATOS GENERALES

DEPARTAMENTO	FITOTECNIA
PROGRAMA EDUCATIVO	INGENIERÍA AGRONÓMICA ESPECIALISTA EN FITOTECNIA
NIVEL EDUCATIVO	LICENCIATURA
LÍNEA CURRICULAR:	AGROBIOLOGÍA
ASIGNATURA	MEJORAMIENTO GENÉTICO VEGETAL
CARÁCTER	OBLIGATORIO
TIPO	TEÓRICO Y PRÁCTICO
PRERREQUISITOS	GENÉTICA
C.ESCOLAR/AÑO/SEMESTRE	SEXTO, PRIMER SEMESTRE
HORAS TEORÍA/SEMANA	3.0
HORAS PRÁCTICA/SEMANA	2.0
H.ESTUDIO INDEPENDIENTE	2.5
H.VIAJE DE ESTUDIO	0
HORAS TOTALES DEL CURSO	88
NÚMERO DE CÉDITOS	8.0

#### II. INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético moderno inició a principios del siglo XX como consecuencia del reconocimiento de la comunidad científica de los principios de la herencia o Leyes de Mendel. En general, el Mejoramiento Genético Vegetal comprende dos grandes áreas: la Hibridación y la Selección, la Hibridación consiste en el aprovechamiento de la generación F1 producto de cruzamiento de dos progenitores de diferente constitución genética y la Selección se basa en el aprovechamiento de los efectos genéticos auditivos. Sin embargo, actualmente la Ingeniería genética podría considerarse como una rama más de la Genotecnia moderna. El propósito general del curso es la enseñanza de los principios teóricos así como las principales tecnologías, tanto clásicas como modernas, para el desarrollo de variedades mejoradas de plantas e especies alógamas, autógamas y de propagación asexual.

Horizontalmente se relaciona con los cursos: Producción de cereales y Producción de leguminosas. Verticalmente se relaciona con Genética, Anatomía y Morfología Vegetal, Etnobotánica, Agroecología, Ecología, y Producción y Tecnología de Semillas.

El curso se desarrolla mostrando en forma teórica y práctica los diferentes métodos de mejoramiento genético en distintas especies. La mejor comprensión de los métodos de mejoramiento genético en las plantas se logra tanto por su contenido teórico donde se revisan los principios y leyes en que se sustentan cada uno de ellos, como por la parte práctica desarrollada en campo donde se maneja directa y aplicando el principio de aprender-haciendo, se enseña el manejo reproductivo de los cultivos, remarcando las diferencias sustantivas presentadas por los tipos y formas de reproducción de cada una de las especies en particular. La parte teórica está organizada en cinco unidades temáticas y su enseñanza será mediante clases programadas en el aula y conferencias en auditorios. La parte práctica se llevará a cabo en el Campo Agrícola Experimental de Fitotecnia.

Como parte del viaje de estudios, se visitarán programas de mejoramiento en el INIFAP y CIMMYT.

El trabajo independiente se realizará mediante trabajos extra clase, elaboración de proyectos, elaboración de reportes de prácticas y lectura de materiales bibliográficos especializados afines al curso.

Para los fines de este curso, se utilizan aulas, campos agrícolas, invernaderos y bodegas de campo que se asignan en forma definitiva mientras se imparte el curso, además de materiales apropiados para la realización de prácticas.

### **III. PRESENTACIÓN**

El curso de Mejoramiento Genético Vegetal es un curso obligatorio y se imparte en el primer semestre del sexto año siendo uno de los pilares fundamentales en la formación del Ingeniero Agrónomo en Fitotecnia. La semilla, como producto final del proceso de mejoramiento genético, se convierte en el insumo más importante de todo el sistema de producción agrícola; por ello, es imprescindible que todo fitotecnista conozca y comprenda las metodologías de fitomejoramiento y sus bases teóricas, así como los diferentes tipos de variedades mejoradas que se derivan de cada método.

### **IV. OBJETIVOS**

1. Contribuir en el perfil de egreso del Ingeniero Agrónomo en Fitotecnia al lograr la comprensión de diferentes métodos y técnicas de fitomejoramiento para aplicar en las especies vegetales útiles al hombre.
2. Conocer las técnicas y métodos de fitomejoramiento con fundamento en sus bases teóricas y los recursos económicos, humanos y vegetales disponibles para aplicar en la agricultura de alta y baja tecnificación con manejo sustentable de una región determinada.
3. Entender la caracterización de las metodologías de fitomejoramiento, para seleccionar los elementos necesarios que permitan diseñar programas de mejoramiento genético en plantas.

### **V. CONTENIDO PARTE TEÓRICA (48 HORAS)**

#### **I. Importancia y objetivos del Fitomejoramiento (3.0 horas)**

**Objetivo:** Obtener una panorámica nacional y mundial de la situación que guardan las tendencias del mejoramiento genético de las especies útiles al hombre para ubicar en el contexto agrícola nacional el uso y potencial de las semillas mejoradas de las diferentes especies de uso agrícola y de algunas otras que aún no son suficientemente utilizadas.

- 1.1 Origen e importancia del mejoramiento genético en plantas.
- 1.2 Campo de estudio del Mejoramiento genético de plantas.
- 1.3 Fases principales de un programa de mejoramiento.

#### **II. Elementos de Genética Cuantitativa (9.0 Horas)**

**Objetivo:** Describir los principios básicos de la genética de los caracteres de herencia poligénica a fin de entender su importancia en el desarrollo de las tecnologías de mejoramiento genético.

- 2.1 Tipos de acción génica
- 2.2 Caracteres cuantitativos
- 2.3 Modelo fenotípico
- 2.4 Varianzas genéticas
- 2.5 Relación de varianzas y heredabilidad
- 2.6 Respuesta teórica a la selección

### **III. Métodos de mejoramiento genético basados en selección: (15.0 horas)**

**Objetivo:** Describir los diferentes métodos de mejoramiento genético por selección con base en sus fundamentos teóricos para desarrollar un programa de mejoramiento genético.

- 3.1 Selección Masal (con control de uno y dos progenitores)
- 3.2 Selección Familiar (medios hermanos, hermanos completos, progenies autofecundadas o autohermanos)
- 3.3 Combinada
- 3.2 En especies Autógamas
  - 3.2.1 Método masivo
  - 3.2.2 Pedigree
  - 3.2.3 Uniseminal y sus variantes
  - 3.2.4 Retrocruza
- 3.3 Mejoramiento genético de especies de propagación asexual
  - 3.3.1 Apomixis
  - 3.3.2 Mutagénesis

### **IV. Hibridación (12.0 horas)**

**Objetivo:** Relacionar las bases teóricas de la expresión del vigor híbrido para aplicar en la formación de híbridos convencionales y no convencionales en diferentes especies.

- 4.1 Fundamentos del vigor híbrido de las plantas cultivadas
  - 4.1.1 Heterosis
  - 4.1.2 Diversidad genética y su relación con la heterosis
  - 4.1.3 Hipótesis sobre la heterosis
- 4.2 Selección de progenitores
  - 4.2.1 Comportamiento per se
  - 4.2.2 Por aptitud combinatoria específica
  - 4.2.3 Por aptitud combinatoria general
  - 4.2.4 Predicciones teóricas en la formación de híbridos
  - 4.2.5 Híbridos convencionales y no convencionales
- 4.3 Relaciones entre fitomejoramiento y producción de semilla

### **V. Introducción a la Ingeniería Genética y Mejoramiento genético asistido (9 horas)**

**Objetivo:** Conocer las tecnologías básicas que permiten la manipulación del genoma de un ser vivo a fin introducir a los alumnos al conocimiento de las tecnologías modernas de mejoramiento genético.

- 5.1 Ingeniería Genética
  - 5.1.1 Tecnología del ADN recombinante
  - 5.1.2 Transformación genética de plantas

- 5.1.3 Aplicaciones agrícolas de la Ingeniería Genética
- 5.2 Mejoramiento Genético Asistido
  - 5.2.1 Marcadores moleculares de ADN
  - 5.2.2 QTL's

## **VI. CONTENIDO PARTE PRÁCTICA (32 horas)**

### **6.1 INTRODUCCIÓN**

El establecimiento contrastado de lotes demostrativos con especies y variantes intra específicas vegetales, es un procedimiento objetivo que complementa la transmisión de conocimientos relacionados con los fenómenos y principios de la herencia en las plantas cultivadas. La conducción de sitios experimentales específicos para talleres y prácticas de Fitomejoramiento se convierte en una herramienta que permite el raciocinio y la asimilación de los enfoques, métodos y técnicas específicas usadas en la Genética Vegetal Aplicada.

### **6.2 ANTECEDENTES**

A partir de 1982 en el Depto. De Fitotecnia de la UACH anualmente se han establecido lotes de apoyo al curso de Genética Vegetal Aplicada; usando material generado dentro de la propia Universidad Autónoma Chapingo, pero también de otras Instituciones como INIFAP, Colegio de Postgraduados y CIMMYT principalmente. En el año 1988 se logró conjuntar material biológico y ejemplos de los resultados de investigación en las líneas de investigación en Fitomejoramiento de diferentes instituciones de investigación y/o enseñanza de México bajo los auspicios de la SOMEFI y de la UACH.

El curso actualmente cuenta con Parcelas Demostrativas y Prácticas dentro del Campo Agrícola Experimental del Departamento de Fitotecnia en las tablas de San Martín, San Bartolo y Xaltepa, con lotes experimentales conducidos por diferentes programas de investigación en los que se contemplan cultivos en proceso de mejora, entre ellos: maíz, frijol, calabaza, trigo, tricale, tomate de cáscara, chile, ornamentales, frutales y forestales.

### **6.3 OBJETIVO GENERAL**

Observar los cambios fenotípicos que ocurren en el material biológico a través de la aplicación de las técnicas y métodos de mejoramiento a fin de entender el concepto de variedad mejorada.

### **6.4 RELACIÓN GENERAL DE PRÁCTICAS**

- 6.4.1 Fases y principios generales de un proyecto de mejoramiento genético en plantas. Apoyo a la unidad I. (2.0 horas)  
Objetivo: Revisar las particularidades de las etapas de un programa de mejoramiento genético para diseñar estrategias que conduzcan a la obtención de variedades mejoradas.
- 6.4.2 Medición de variabilidad genética de caracteres de herencia monogénica y poligénica. Apoyo a la unidad II. (2.0 horas)  
Objetivo: Determinar la variabilidad genética en caracteres de importancia agronómica a fin de estimar parámetros genéticos de interés.

- 6.4.3 Técnicas de polinización controlada en plantas cultivadas. Apoyo a la unidad III. (8 horas)  
Objetivo: Operar en diferentes estructuras florales para entender su estructura y el proceso de polinización controlada.
- 6.4.4 Métodos de mejoramiento genético en plantas alógamas: Selección masal y familiar. Apoyo a la unidad III (2.0 horas)  
Objetivo: Operar los esquemas de mejoramiento típicos de mejoramiento poblacional en algunas especies alógamas para entender su aplicación y generalización a otras especies.
- 6.4.5 Métodos de mejoramiento genético en plantas autógamias: Selección masiva y pedigree. Apoyo a la unidad III. (4.0 horas)  
Objetivo: Operar los esquemas de mejoramiento típicos de mejoramiento poblacional en algunas especies autógamias para entender su aplicación y generalización a otras especies.
- 6.4.6 Métodos de mejoramiento genético de especies de reproducción asexual. Apoyo a la unidad III. (2.0 horas)  
Objetivo: Revisar los procedimientos empleados en el mejoramiento de especies de propagación para entender su aplicación y generalización a otras especies.
- 6.4.7 Vigor híbrido. Apoyo a la unidad IV. (2.0 horas)  
Objetivo: Evaluar líneas de diferente desarrollo endogámico y sus respectivos híbridos a fin de estimar heterosis.
- 6.4.8 Manejo de progenies. Apoyo a la unidad IV. (2.0 horas)  
Objetivo: Distinguir las diferencias técnicas del cuidado de progenies en campo para mantener la pureza genética.
- 6.4.9 Desarrollo de un proyecto de investigación en Fitomejoramiento. Apoyo a las unidades III, IV Y V. (8.0 horas)  
Objetivo: Elaborar un proyecto de mejoramiento genético en alguna especie vegetal a fin de integrar los aprendizajes del curso.
- 6.4.10 Visita a programas de mejoramiento. Apoyo a las unidades III, IV y V. (16.0 horas)  
Objetivo: Visitar los programas de mejoramiento del INIFAP y CIMMYT a fin de conocer los avances alcanzados en diferentes especies vegetales.

## **VII. METODOLOGÍA**

La metodología seguida en este curso se basa en exposiciones teóricas en aulas de clase; mientras que la parte práctica se desarrolla en 11 prácticas establecidas en acuerdo al avance teórico del curso, con la participación directa de alumnos y profesor en proyectos de mejoramiento genético de diferentes especies, entre ellas: maíz, frijol, haba, calabaza, tomate de cáscara, girasol, chile, trigo, durazno y especies forrajeras.

Los materiales con los que cuenta son: libros, revistas especializadas, apuntes impresos, manuales de prácticas, videos, diapositivas; así como material y equipo diverso para realizar consulta electrónica y exposición audiovisual.

## VIII. EVALUACIÓN

La evaluación considerará la parte teórica y la práctica. Durante el desarrollo de la parte teórica se aplicarán cuatro exámenes parciales con igual valor cada uno. Además, la evaluación del trabajo independiente (trabajos y tareas) correspondiente a esta parte, se considerará como un examen más con igual valor que los anteriores. La parte práctica será evaluada con un examen general, con los reportes de prácticas y un proyecto de mejoramiento genético en una especie.

## IX. ACREDITACIÓN

Para acreditar el curso es necesario obtener una calificación mínima de 6.6 en la escala de 0 a 10 en ambas partes del curso. La acreditación será de la siguiente manera:

- A. Teoría: 60%
  - 1. Primer examen parcial 15%
  - 2. Segundo examen parcial 15%
  - 3. Tercer examen parcial 15%
  - 4. Cuarto examen parcial 15%
  
- B. Práctica:40%
  - 1. Asistencia a prácticas 20%
  - 2. Reportes y trabajos 10%
  - 3. Proyecto de Mejoramiento 10%

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Allard, R.W. 1973. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Ed. Omega, España.
2. Allard, R.W. 1999. Principles of Plant Breeding. Second Edition. Ed. John Wiley and Sons. 254 pp.
3. Hay, R.K M., AND A. J. Walker, 1989. An introduction to the physiology of Crop Yield. Long man Scientific&Technical.
4. Jugenheimer, R.W. 1981. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Versión al español de Rodolfo Piña García. Editorial LIMUSA.
5. Jain, H.K, and Kharkwa, M.C. 2004. Plant breeding: Mendelian to molecular approaches Mendelian to molecular approaches. Kluwer Academic Publishers, 811 pp.
6. Mariotti, J.A. 1986. Fundamentos de Genética Biométrica. Aplicaciones al Mejoramiento Genético Vegetal OEA PRDCT-OEA. Washington, D.C.
7. Márquez , S. F. 1985-1991. Genotecnia Vegetal. Métodos, teoría y resultados. (Tomos I, II y III). AGT. Editor, S.A.
8. Nuez, F., Carrillo, J.M., y Lozano, R. 2002. Genómica y mejora vegetal. Editores Mundi Prensa Libros, S.A. 485 pp.
9. Poehlman, M.J. 2003. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Versión española de Nicolás Sánchez D. Ed. LIMUSA.
10. Robinson, R.A. 1996. Return to Resistans: Breeding Crops to reduce pesticide dependende. AgAcces, Davis CA. USA. 480 pp.
11. Zobel, B., and J. Talbert. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales, Traducción a cargo de M. Guzmán Ortiz. Editorial Limusa. VOSE, P.B. y S.G.
12. Blixt. 1984. Crop Breeding. A contemporary Basis. Pergamon Press Ltd. 443 p.  
Última revision Julio del 2007.

## **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

1. Sleper, D.A. and Pochlman, M.J. 2003. Breeding Field Crops. Blackwell Pub. 424 pp.
2. Touraev, A. Forster, B. P, and Jain, S. M. 2009. Advances in Haploid Production in Higher Plants, Edited by Springer January. Hardcover 348 pp.
3. Acquaah, G. 2006. Principles of Plant Genetics and Breeding. Blackwell September 584 pp.
4. Bewley, D., and Halmer, P. 2006 The Encyclopedia of Seeds: Science, Technology and Uses, Ed. CABI. 900 pp.
5. Brown, J., and Caligari, P. 2008. An Introduction to Plant Breeding. Blackwell January 2008, 224 pp.
6. Franklin-Tong, V.E. 2008. Self-Incompatibility in Flowering Plants. Evolution, Diversity and Mechanisms. Ed. Springer 314 pp.
7. Hallauer, A. R., Carena, M.J., and Miranda, F.J.B. 2010. Quantitative Genetics in Maize Breeding, Ed. Springer. 500 pp.
8. Kriz, A. L., and Larkins, B.A 2009. Molecular Genetic Approaches to Maize Improvement Springer January 2009. 370 pp.
9. Hallauer, R.A. 2000. Specialty Corns, Second Edition. Ed. CRC Press. 496 pp.