

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
AGRONOMÍA EN HORTICULTURA PROTEGIDA

GENOTECNIA

I. DATOS GENERALES

Unidad Académica:	Departamento de Fitotecnia.
Programa:	Agronomía en Horticultura Protegida
Nivel educativo:	Licenciatura
Línea curricular:	Agrobiología
Asignatura:	Genotecnia
Clave:	
Créditos:	7.5
Carácter:	Obligatorio
Tipo:	Teórico-práctico
Prerrequisitos:	Anatomía y Morfología, Introducción a los Métodos Estadísticos, Bioquímica.
Nombre del Profesor:	Aureliano Peña Lomelí
Ciclo Escolar:	2008/2009
Año:	Quinto
Semestre:	Segundo
Horas teoría/semana:	3
Horas práctica/semana:	2
Horas totales/semana:	5
Horas totales del curso:	80
Horas tiempo independiente:	40

II. RESUMEN DIDÁCTICO

El presente curso es de carácter obligatorio y forma parte de la Línea Curricular Agrobiología, dentro del programa educativo de Agronomía en Horticultura Protegida, mismo que se imparte a nivel Licenciatura. Tiene como prerrequisitos tres materias, una relacionadas con la biología de las plantas (Anatomía y Morfología), otra ayuda a describir la realidad mediante modelos probabilísticos (Introducción a los métodos estadísticos) y la tercera da fundamento a la genética en la perspectiva molecular (Bioquímica). La asignatura tiene relación horizontal con las materias de Propagación Vegetal y Horticultura Regional II, su relación vertical es con Nutrición Vegetal y Ecofisiología.

La mayor parte del contenido está enfocado a entender las bases genéticas u utilizadas en la obtención de variedades mejoradas, como una herramienta fundamental para entender el comportamiento de los diferentes tipos de cultivares utilizados en la agricultura protegida. Al final se concluye explicando los diferentes sistemas de reproducción en plantas y los métodos utilizados en función de ellos. El contenido práctico de la asignatura comprende

prácticas en laboratorio para entender algunos mecanismos de la herencia, así como prácticas en campo, donde se pondrán en práctica algunas técnicas de polinización controlada y selección. Como recursos y materiales didácticos se emplean medios audiovisuales (presentaciones Power Point y Videos) y material impreso (Apoyos didácticos, Libros y Artículos). El proceso educativo se desarrolla mediante la exposición de los temas por parte del docente, la discusión en conjunto con los participantes, apoyándose frecuentemente en lecturas o investigaciones previas, los trabajos extractados y las actividades prácticas. La evaluación será frecuente, mediante preguntas en clase, reportes de prácticas, tareas y exámenes de conocimientos.

III. PRESENTACIÓN

En este curso se estudian las bases de la herencia, desde los principios descubiertos por Mendel hasta las nuevas técnicas de la genética molecular. Se analiza la importancia de la genética en la producción de alimentos, sus avances, y las aplicaciones e implicaciones en las diferentes esferas de la actividad humana. Se estudia la estructura y comportamiento del material genético a nivel cromosómico, como base de la genética clásica. Se examina la estructura y propiedades de las moléculas de la herencia, el concepto de gene en eucariotes y procariotes, y la mutación génica y cromosómica. Se analizan los mecanismos de transmisión hereditaria de los caracteres cualitativos de herencia Mendeliana y no Mendeliana simples. Se estudia la variación: polimorfismos y heterocigosidad, el equilibrio genético de las poblaciones y las fuerzas evolutivas. Se examina la herencia de los caracteres cuantitativos, sus parámetros genéticos y las bases teóricas del mejoramiento genético. Finalmente, se analizan los diferentes métodos de mejoramiento genético, sus ventajas, desventajas e implicaciones en el proceso de producción agrícola vegetal.

La genética es el estudio de los patrones de herencia, del modo en que los rasgos y las características se transmiten de padres a hijos. Los genes se forman de segmentos de ADN (ácido desoxirribonucleico), la molécula que codifica la información genética en las células. El ADN controla la estructura, la función y el comportamiento de las células y puede crear copias casi o exactas de sí mismo. La herencia y la variación constituyen la base de la Genética.

En la prehistoria, los seres humanos aplicaron sus intuiciones sobre los mecanismos de la herencia a la domesticación y mejora de plantas y animales. En la investigación moderna, la Genética proporciona herramientas importantes para la investigación de la función de genes particulares, así como para el análisis de interacciones genéticas. En los organismos, la información genética generalmente reside en los cromosomas, donde está almacenada en la secuencia de moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN).

Los genes contienen la información necesaria para determinar la secuencia de aminoácidos de las proteínas. Éstas, a su vez, desempeñan una función importante en la determinación del fenotipo final, o apariencia física, del organismo. En las poblaciones, los organismos intercambian genes e interactúan con el ambiente, pudiendo llegar a un equilibrio, mismo se altera mediante mutación, migración, deriva genética y selección.

Estas fuerzas son la base de la evolución, de la domesticación y del mejoramiento genético, de tal modo que su estudio permite diseñar, en el contexto de la herencia de caracteres cualitativos y cuantitativos, estrategias, métodos y técnicas para el mejoramiento genético de todo ser vivo, propósito fundamental de la asignatura de Genotecnia en el contexto de la Horticultura Protegida.

IV. OBJETIVOS

Generales:

1. Explicar los principios básicos de la herencia y variación de los seres vivos para interpretar las bases científicas del mejoramiento genético.
2. Desarrollar habilidades como las de observación, medición, interpretación y manejo de material biológico para comprender en la práctica los principales aspectos que constituyen la base del mejoramiento genético.
3. Fortalecer el desarrollo de una actitud crítica en relación con la utilización de los productos derivados de la aplicación de la genética, así como en el diseño de estrategias, métodos y técnicas para planear el mejoramiento genético.

Específicos:

- 1) Comprender los métodos y técnicas utilizados en el mejoramiento genético de las especies hortícolas, con el propósito de diseñar estrategias de fitomejoramiento. .
- 2) Interpretar las diferencias entre los diversos cultivares de plantas utilizados en horticultura protegida para decidir sobre la mejor alternativa en cada sistema de producción.
- 4) Analizar las técnicas de polinización artificial y los métodos genotécnicos, con el propósito de determinar la mejor estrategia de mejoramiento para cada especie.

V. CONTENIDO (48 HORAS)

UNIDAD 1. LA GENÉTICA Y SU IMPORTANCIA (2 HORAS)

Objetivo:

Analizar la importancia de la Genética en la producción de alimentos, sus avances, y las aplicaciones e implicaciones en las diferentes esferas de la actividad humana, con el propósito de desarrollar en el estudiante una actitud crítica en cuanto al uso de los productos derivados de su aplicación.

Contenido

- 1.1. Importancia
- 1.2. Nacimiento de la genética
- 1.3. Ramas de la genética

1.4. Métodos e historia

UNIDAD 2. TRANSMISIÓN Y ARREGLO DEL MATERIAL GENÉTICO (5 HORAS)

Objetivo:

Comprender la estructura y comportamiento del material genético a nivel cromosómico, para explicar las bases físicas de la herencia y la variación a nivel celular como base de la genética clásica.

Contenido

- 2.1. Fundamentos físicos de la herencia (Ciclos de Reproducción, Meiosis y Mitosis)
- 2.2. Mutaciones cromosómicas

UNIDAD 3. TRANSFERENCIA Y EXPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA (7 HORAS)

Objetivo:

Estudiar la estructura y propiedades de las moléculas de la herencia, el concepto de gene en eucariotes y procariotes, la mutación génica y las bases de la tecnología del ADN recombinante, con el propósito de comprender el flujo y expresión de la información genética desde el nivel génico hasta el nivel poblacional.

Contenido

- 3.1. Naturaleza del material genético
- 3.2. Mutaciones
- 3.3. Tecnología del ADN recombinante

UNIDAD 4. ACCIÓN DE LOS GENES (7 HORAS)

Objetivo:

Analizar los mecanismos de transmisión hereditaria de los caracteres cualitativos de herencia Mendeliana y no Mendeliana simples, con el fin comprender su utilización en el mejoramiento de plantas hortícolas.

Contenido

- 4.1. Trabajos y leyes de Mendel
- 4.2. Tipos de acción génica *intralocus*
- 4.3. Acción génica *interloci*
- 4.4. Probabilidad y prueba estadística
- 4.5. Ligamiento y recombinación
- 4.6. Alelos múltiples y compatibilidad reproductiva
- 4.7. Herencia extranuclear

UNIDAD 5. GENÉTICA DE POBLACIONES (7 HORAS)

Objetivo:

Estudiar la variación, el equilibrio genético de las poblaciones y las fuerzas evolutivas, con el propósito de comprender las bases teóricas del mejoramiento genético poblacional.

Contenido

- 5.1. Constitución genética de una población
- 5.2. Frecuencias génicas y equilibrio Hardy – Weinberg
- 5.3. Cambio de frecuencias génicas

UNIDAD 6. GENÉTICA CUANTITATIVA (7 HORAS)**Objetivo:**

Estudiar la herencia de los caracteres cuantitativos, sus parámetros genéticos y las bases teóricas del mejoramiento genético, con el fin de identificar los tipos y ámbito de aplicación de los métodos genotécnicos.

Contenido

- 6.1. Introducción
- 6.2 Genes y distribución genotípica
- 6.3 Estimación del número de genes
- 6.4. Contribución de cada alelo favorable
- 6.5 Valores y media genotípica
- 6.6 Varianzas
- 6.7 Heredabilidad

UNIDAD 7. MÉTODOS GENOTÉCNICOS (15 HORAS)**Objetivo:**

Analizar los diferentes métodos de mejoramiento genético, sus ventajas, desventajas, especies de mayor utilización y tipo de variedades que generan, con el propósito de explicar las implicaciones del uso de éstas en el proceso de producción agrícola vegetal.

Contenido

- 7.1 La genotecnia de especies hortícolas
- 7.2 Variación genética
- 7.3 Sistemas de reproducción
- 7.4 Selección
- 7.5 Hibridación
- 7.6 Pedigrí
- 7.7 Clonación
- 7.8 Mejoramiento asistido

VI.- PRÁCTICAS (30 HORAS)

Práctica 1. Técnicas en *Drosophila* (2 horas)

Objetivo. Analizar las diferencias morfológicas y sexuales de *Drosophyla melanogaster* y su ciclo de vida, con el propósito de diseñar y ejecutar experimentos genéticos.

Descripción. Emplear diferentes cepas de *Drosophyla melanogaster* (silvestres y mutantes) así como ejecutar un análisis al microscopio estereoscópico para identificar sus características generales. Marcar las diferencias sexuales entre organismos, con el fin de crear los cruzamientos de interés. Preparar un frasco de cultivo con una cepa de *Drosophyla* para observar el ciclo de vida del insecto.

Práctica 2. Efecto de la selección y deriva genética en una población (4 horas)

Objetivo. Analizar el efecto de la selección y la deriva genética sobre el equilibrio genético de las poblaciones para determinar la frecuencia génica por selección en contra del genotipo y la deriva genética. .

Descripción. Partir de una población formada con organismos de la cepa silvestre y vestigial de *Drosophyla*, donde inicialmente las frecuencias génicas para cada alelo son de 0.5. Se cultiva la descendencia de esta población durante cinco generaciones tomando como progenitores de la siguiente generación muestras de tamaño variable; en cada una se hacen conteos para determinar las frecuencias génicas y a partir de ellas el índice de selección. Se espera que al finalizar la práctica el estudiante , con sus propios datos, observe cual es el cambio de las frecuencias génicas por selección en contra del genotipo recesivo no favorable, así como por la deriva genética, y comprenda la alteración del equilibrio inicialmente establecido.

Práctica 3. Leyes de Mendel (3 horas)

Objetivo. Ejemplificar las leyes de la segregación y recombinación independiente mediante experimentos con *Drosophyla*, a fin de determinar los valores de los cruzamientos.

Descripción. Realizar un cruzamiento monohíbrido y un dihíbrido, usando mutantes adecuados para cada caso. En la F2 efectuar conteos con el fin de obtener los resultados de los cruzamientos. Con base en los conocimientos adquiridos en la parte teórica del curso, y mediante el uso de la Ji cuadrada, comprobar la validez de las leyes de Mendel.

Práctica 4. Ligamiento autosómico (3 horas)

Objetivo. Comprender el efecto del ligamiento sobre la segregación y recombinación independiente postuladas por Mendel como leyes básicas de la Genética , para determinar la segregación genotípica y el carácter de la misma.

Descripción. Realizar un cruzamiento entre organismos que difieren en dos pares de genes, donde dichos genes se encuentran ubicados en el mismo cromosoma. Con la F1 obtenida hacer una cruce de prueba (con un individuo doble recesivo) con el fin de

observar la segregación genotípica y determinar el carácter de la misma, así como determinar la distancia aproximada a la que se encuentran los genes en cuestión.

Práctica 5. Análisis de genes en poblaciones (2 horas)

Objetivo. Comprender la distribución de genes y el equilibrio genético en poblaciones humanas mediante el estudio de las frecuencias génicas, a fin de valorar las frecuencias génicas acorde al carácter relacionado.

Descripción. Revisar algunos caracteres de herencia simple en humanos : tipo sanguíneo, lóbulo de la oreja, pico de viuda, detección de sabor a PTC y capacidad de enrollar la lengua. Considerar a cada grupo académico como una muestra aleatoria, en la cual se realizarán los conteos y en base a las mismas se hará el análisis de las frecuencias génicas para cada carácter.

Práctica 6. Morfología floral y sistemas de reproducción (2 horas)

Objetivo. Comprender la relación entre la morfología floral, los sistemas de reproducción y los sistemas de mejoramiento genético , a fin de relacionar el carácter reproductivo de cada especie.

Descripción. Estudiar los tipos de flores de las especies hortícolas de mayor importancia. Hacer especial énfasis en relacionar la biología reproductiva de cada especie con los métodos utilizados en su proceso de mejoramiento genético.

Práctica 7. Polinización artificial (3 horas)

Objetivo. Desarrollar habilidades prácticas al realizar polinizaciones manuales , a fin de reconocer los tipos de polinización combinados y valorar su potencialidad.

Descripción. Hacer polinizaciones controladas en diferentes especies hortícolas, poniendo énfasis en el método de polinización de acuerdo a la biología reproductiva de la especie. Poner en práctica autofecundaciones controladas, polinizaciones planta a planta , cruza fraternales e hibridación interpoblacional .

Práctica 8. Selección (6 horas)

Objetivo. Desarrollar habilidades prácticas al realizar selección como método genotécnico generador de poblaciones mejoradas, para valorar las características de las especies.

Descripción. Involucrar a los estudiantes en los procesos de selección de algunos de los programas de mejoramiento de especies hortícolas de la Universidad, buscando cubrir los principales métodos de mejoramiento por selección (masal, familiar, individual y combinada).

Práctica 9. Técnicas *in vitro* para el mejoramiento genético (2 horas)

Objetivo. Analizar el potencial de la propagación *in vitro* como técnica en el mejoramiento genético de especies hortícolas, a fin de generar callos y plantas libres de virus.

Descripción. Después de una plática sobre las técnicas de cultivo *in Vitro*, el estudiante realizará la “siembra” *in vitro* de discos de zanahoria para obtención de callos, y de meristemos de jitomate para obtener plantas libres de virus.

Práctica 10. Amplificación de ADN por PCR (3 horas).

Objetivo. Emplear las técnicas del PCR usando el ADN del jitomate para demostrar el potencial de la amplificación del ADN en el aislamiento de genes y la caracterización de germoplasma basada en sus polimorfismos.

Descripción. Tomar como base ADN de jitomate y realizar un ejercicio de amplificación por PCR en un termociclador de tiempo real.

VII. METODOLOGÍA

Este es un curso teórico-práctico, por lo mismo se buscará siempre una secuencia y relación estrecha en tiempo y espacio de las distintas unidades temáticas con las actividades prácticas a desarrollar. Se propone que cada Unidad se inicie con un examen diagnóstico que permita establecer una secuencia y una metodología adecuada para abordar los temas de aprendizaje (revisión de conceptos y antecedentes, trabajos extractados, y demás estrategias que permitan homogenizar el nivel de conocimientos necesarios para abordar la temática). Al final de cada Unidad se sugiere otra evaluación para definir en que grado se están logrando los objetivos planteados para cada participante y en su caso, cuando corresponda proponerles acciones correctivas de las deficiencias mostradas en su aprendizaje. En el desarrollo de cada Unidad se tendrán conferencias informativas y demostrativas por parte del profesor, que se complementarán con discusiones y actividades prácticas que, con frecuencia, incluyen aspectos de investigación. Habrá reportes orales de los participantes y debates cuando el tema lo amerite. Para cada Unidad se dejará una guía de estudios a resolver que servirá también para las evaluaciones periódicas del avance de los participantes. Los recursos didácticos incluyen discos compactos con artículos relacionados con los temas a tratar y las presentaciones utilizadas en el curso, además de notas del curso, libros y artículos científicos.

Las prácticas se realizarán por equipos de 5 estudiantes. Cada equipo realizará todas las prácticas e integrará un informe completo y por escrito de las mismas. Así mismo, cada equipo hará una exposición oral ante el resto del grupo de uno de los experimentos que realizó, estimulándose la discusión y la obtención de conclusiones y su relación con el contenido temático y los objetivos del curso.

VIII. EVALUACIÓN

Se harán evaluaciones diagnósticas al principio de cada Unidad, donde no se otorga calificación. La evaluación del curso se efectuará y ponderará de la siguiente manera:

1. Seis exámenes de conocimiento y habilidades adquiridas (60 % de la calificación). Los exámenes se harán una semana después de terminar las unidades siguientes: 1, unidades uno y dos; 2, unidad tres; 3, unidad 4; 4, unidad 5; 5, unidad seis; y 6, unidad siete.
2. Actividades y reportes de prácticas (20 % de la calificación).
3. Resolución individual de guías de estudio (10 % de la calificación)
4. Tareas y participación en clase (10 % de la calificación).

IX.- BIBLIOGRAFÍA

Gardner, E. J., M. J. Simmons and D. P. Snustad. 2000. Principios de Genética. 4a ed. Limusa Wiley. México, D.F. 649 p.

Klug, W. S. y M. R. Cummings. 1999. Conceptos de Genética. Prentice Hall. 5ª ed. México, D.F. 814 p.

Lewin, B. 2001. Genes VII. Marbán. Madrid, España.

López R., J. J. 2000. Fundamentos de Genética. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 181 p.

Márquez S., F. 1985. Genotecnia Vegetal. Tomo I. AGT Editor, S.A. México, D. F. 357 p.

Márquez S., F. 1987. Genética. Compañía Editorial Continental. México, D. F. 194 p.

Molina G., J. D. 1992. Introducción a la Genética de Poblaciones y Cuantitativa. AGT Editor, S.A. México, D. F. 349 p.

Pérez G., M., F. Márquez S. y A. Peña L. 1998. Mejoramiento Genético de Hortalizas. 2ª ed. Mundi-Prensa. México, D. F. 380 p.

Ramos M., P. 1993. Manual de laboratorio de genética para *Drosophila melanogaster*. McGraw-Hill. México, D.F. 131 p.

Valadez, M. E. y G. Kahl. 2000. Huellas de ADN en genomas de plantas. Mundi-Prensa. México, D. F. 147 p.