

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PRODUCCIÓN DE CEREALES

I. DATOS GENERALES

UNIDAD ACADÉMICA	DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA EDUCATIVO	INGENIERÍA AGRONÓMICA EN FITOTECNIA
NIVEL EDUCATIVO	LICENCIATURA
LÍNEA CURRICULAR:	TECNOLOGÍA AGRÍCOLA
ASIGNATURA	PRODUCCIÓN DE CEREALES
CARÁCTER	OBLIGATORIO
PRERREQUISITOS	BIOQUÍMICA VEGETAL, FENOLOGÍA AGRÍCOLA Y FISIOTECNIA VEGETAL
C. ESCOLAR/AÑO/SEMESTRE	2011-2012/5to Año/2DO SEMESTRE
HORAS TEORÍAS/SEMANA	3.0
HORAS PRÁCTICA/SEMANA	2.0
H. ESTUDIO INDEPENDIENTE	2.5
VIAJE DE ESTUDIO	32.0
HORAS TOTALES DEL CURSO	112.0
Nº DE CRÉDITOS	9.5
PROFESORES	M.C. ARTURO CHONG ESLAVA, DR. RAFAEL MORA AGUILAR, M.C. CARLOS SÁNCHEZ ABARCA, DR. DR. SAMUEL SÁNCHEZ DOMINGUEZ, M.C. ESTEBAN SOLORZANO VEGA

CLAVE

II. INTRODUCCIÓN

El curso de Producción de Cereales forma parte de las materias técnicas del plan de estudios del programa académico Ingeniería Agronómica en Fitotecnia. Es una materia que aborda la ciencia y la tecnología de los cereales en los diferentes ámbitos productivos del país, bajo diferentes consideraciones sociales y económicas. Utiliza los conocimientos básicos y habilidades que los alumnos hasta ahora han acumulado, como fisiología vegetal, fenología agrícola, edafología, bioquímica vegetal, fisiotecnia vegetal, mecanización agrícola, principios de riego agrícola, matemáticas, etc. Al mismo tiempo se coloca entre las materias que conjugan conocimientos, habilidades y valores

para la aplicación productiva. También, es apoyo para otras materias productivas o administrativas del programa, ya sea como homóloga o contrastante.

Es una materia teórico-práctica, donde los alumnos serán capaces de analizar las condiciones ambientales y socioeconómicas para determinar holísticamente la mejor técnica productiva en condiciones de sustentabilidad. Es un curso principalmente expositivo, con participación activa de los alumnos. También el análisis de lecturas actuales que tienen relación con los aspectos de adaptación, productivos y de mercados de los cereales. Se realizan al menos dos prácticas de campo para analizar las interrelaciones ambientales y de mercado y las técnicas de producción de diversos productores. También se visita a la industria, principalmente la de la cerveza, arrocería o harinera.

El programa cuenta con equipos electrónicos, laboratorios equipados, campos de producción, maquinaria agrícola diversa, semillas, fertilizantes e implementos varios. También con cañones de proyección, pantallas y pizarrón. La evaluación consiste en la aplicación de los conocimientos, habilidades y valores en posibles escenarios productivos adquiridos; además de la realización de diversas prácticas, tareas y trabajo independiente. Los exámenes, tendrán un peso de 70% y las prácticas, tareas, lecturas, y las horas de estudio independientes, etc., el 30% restante de la calificación.

III. PRESENTACIÓN

Los cereales son el principal alimento de la humanidad, pues además de hacer una contribución directa en los países en desarrollo, son fuerte componente indirecto en la dieta de la población de los países más desarrollados. En México, maíz, sorgo, trigo y arroz son los cereales que ocupan aproximadamente 60% de la superficie cultivada. Además, los cereales en general, aportan 56% de la energía y 46% de las proteínas al consumo *per capitadiario*.

La producción de cereales es actualmente, en el pasado ha sido y lo será en el futuro, la actividad productiva central del país, por su importancia en la alimentación de la población, que a diario y en cantidades significativas los consume. No hay lugar del país, y del mundo, donde no se produzcan. Además, la industria alimentaria de productos como tortillas, panes, pastas, galletas, alimentos balanceados, etc., generan gran cantidad de trabajo de manera directa e indirecta, aportando significativamente valor al producto interno bruto. Hoy por hoy, saber producir cereales, aplicando los conocimientos agronómicos que la ciencia aporta, es responsabilidad inevitable del fitotecnista, que no importando dónde se sitúe, deberá responder a las simples preguntas de: cuándo, cuánta semilla y cómo sembrarla; cuál, cuándo y cuánto abono o fertilizante aplicar; así como el agua, cómo combatir las plagas, y qué cambios pueden hacerse a los sistemas de producción de cereales de los productores, tanto tradicionales como empresariales, para que de manera sustentable y holísticamente la producción de cereales sea continua, de calidad, inocua y remuneradora. Deberá ser capaz de diseñar sistemas de producción y diagnosticar los problemas, proponiendo soluciones.

El agrónomo en fitotecnia cuenta con los conocimientos básicos de los aspectos científicos, técnicos, económicos y sociales que promueven la producción de cereales, con el propósito de generar criterios que permitan utilizar los recursos racionalmente y así, al menos, satisfacer la demanda interna. El objetivo del Departamento de Fitotecnia es formar Agrónomos con conocimientos, habilidades, aptitudes y valores, que les permitan entender los aspectos técnicos, administrativos y biológicos de los sistemas de producción de cereales, para maximizar racionalmente los niveles productivos de éstos. Ante tal situación, el curso se ubica dentro del área de cultivos básicos, cuyo objetivo es proporcionar, a los estudiantes, la formación profesional relacionada con la explotación de principalmente especies anuales en las distintas zonas agrícolas del país, así como de otras especies no anuales cuya explotación se destina al uso industrial o de consumo directo; en este caso, la formación profesional está orientada a la producción de los cereales sustentablemente.

Una de las tendencias actuales, siempre presente, es decir que existe un solo sistema productivo de producción de cereales moderno, productivo y que es el mejor, con fuerte uso de insumos agroquímicos. Tendencia de muchas escuelas y principalmente de las empresas que dicen tener la técnica última. Esta es una tendencia que debe ser evitada, ya que finaliza dando un paquete tecnológico, ignorando los factores ambientales, socioeconómicos y la sustentabilidad o preservación de la tierra para la continua producción y provocando contaminación ambiental y de las personas. El fitotecnista estará preparado para obtener la máxima productividad del lugar, sin contaminar el ambiente y a las personas con los residuos de químicos, preservando la tierra. Es decir, será capaz de adaptar el sistema productivo que más convenga a estos objetivos.

Para los países desarrollados la autosuficiencia en el consumo interno a través de la producción de cereales significa soberanía, no solo alimentaria, también política, demostrando a los demás poderío. La soberanía alimentaria de cereales es indiscutiblemente el enfoque de este programa. La producción sustentable y productiva ofrece granos sanos y de calidad a las industrias, a precios bajos. Es irónico, pero el consumo de cereales por habitante en los países desarrollados es mucho mayor al de los en desarrollo, aunque se consuman indirectamente, transformándolos en carne, como sucede con el maíz, hoy por hoy la planta que más se produce mundialmente.

Desde finales de los 70s del siglo pasado México es importador de granos de cereales, después de ser incluso exportador durante el llamado periodo "del Milagro Mexicano". Tan solo en 2009 se importaron 13'600,280 de toneladas, de las cuales 7'260,620 toneladas fueron de maíz, erogando en el mercado internacional \$2'643'941,000.00 (dólares). La autosuficiencia alimentaria debe alcanzarse para mejorar la alimentación y la economía de la población nacional.

IV. OBJETIVOS

1. Analizar las relaciones de adaptación de los cereales a los diferentes ambientes productivos del país y del mundo, para determinar la técnica agrícola en la

producción, con el uso eficiente de los recursos económicos, tecnológicos, humanos y naturales.

2. Identificar las características físicas y bioquímicas de los granos de los cereales y su relación con su uso en la alimentación humana, la industria y en la economía nacional e internacional para reconocer su papel entre todos los cultivos.
3. Definir las características de las especies de cereales, los ámbitos de producción y socioeconómicos para determinar el sistema de producción agrícola apropiado bajo una producción sustentable, de calidad, inocua y redituable.
4. Analizar la tendencia actual del comercio y mercados nacional e internacional de los cereales para definir la mejor estrategia de producción en un ambiente fluctuante de oferta y demanda.

V. CONTENIDO

UNIDAD 1. Importancia de los cereales (4.5 h)

Objetivo

Discutir la importancia de los cereales en la alimentación humana y la industria a fin de ubicar su importancia mundial y nacional, en el contexto de las actividades económicas nacionales y por tanto su importancia con los agrónomos en fitotecnia.

Temática

1. Importancia económica de los cereales en el contexto de la agricultura mundial y nacional.
2. Importancia de los cereales en la alimentación y la industria.

UNIDAD 2. Productividad de los cereales (7.5 h)

Objetivo

Caracterizar los aspectos morfológicos, fisiológicos y de adaptación de los cereales que determinan su productividad bajo los diferentes ámbitos de producción mundial y nacional para lograr conjuntar los recursos y esfuerzos en siembras productivas.

Temática

1. Origen y taxonomía de los cereales
2. Adaptabilidad de los cereales.
3. Morfología de las plantas de los cereales
4. Anatomía y composición química del cariósido de los cereales
5. Fisiología de los cereales
6. Crecimiento y desarrollo de la planta de los cereales

7. Factores que determinan la productividad de los cereales

UNIDAD 3. Producción de maíz y sorgo (12 h)

Objetivo

Analizar los diferentes sistemas de producción del maíz y sorgo para determinar, según los ámbitos de producción, la problemática actual de su producción así como proponer los cambios técnicos apropiados.

Temática

1. Maíz

- 1.1. Importancia del maíz en la alimentación y en la industria.
- 1.2. Origen y las razas de maíz y su usos tradicionales.
- 1.3. Características de los granos y su uso alimenticio e industrial.
- 1.4. Adaptabilidad del cultivo.
- 1.5. Principales zonas de producción mundial y nacional.
- 1.6. Sistemas de producción de riego, temporal y roza-tumba-quema.
- 1.7. Plagas del maíz y su manejo integral.

2. Sorgo

- 2.1. Importancia del sorgo en la alimentación y en la industria.
- 2.2. Origen y variabilidad genética del sorgo (razas), su uso tradicional.
- 2.3. Características del grano y la planta, y su uso alimenticio e industrial.
- 2.4. Adaptabilidad del cultivo.
- 2.5. Principales zonas de producción mundial y nacional.
- 2.6. Sistemas de producción de riego y temporal.
- 2.7. Plagas del sorgo y su manejo integral.

UNIDAD 4. Producción de cereales de grano pequeño (12 h)

Objetivo

Analizar los sistemas de producción de cereales de grano pequeño para determinar, según los ámbitos de producción, su problemática de producción actual así como proponer modificaciones técnicas apropiadas.

Temática

1. Trigo

- 1.1. Origen y variabilidad genética de los trigos, su uso tradicional.
- 1.2. Características del grano y de la planta, y su uso alimenticio e industrial.

- 1.3. Adaptabilidad del cultivo de trigo.
 - 1.4. Principales zonas de producción mundial y nacional.
 - 1.5. Sistemas de producción de riego y temporal.
 - 1.6. Plagas del trigo y su manejo integral.
 - 1.7.
2. Cebada
 - 2.1. Origen y variabilidad genética de la cebada, su uso tradicional.
 - 2.2. Características del grano y de la planta, y su uso alimenticio e industrial.
 - 2.3. Adaptabilidad del cultivo de cebada.
 - 2.4. Principales zonas de producción mundial y nacional.
 - 2.5. Sistemas de producción de riego y temporal.
 - 2.6. Plagas de la cebada y su manejo integral.
 - 2.7.
3. Arroz
 - 3.1. Origen y variabilidad genética del arroz, su uso tradicional.
 - 3.2. Características de los granos y planta, y su uso alimenticio e industrial.
 - 3.3. Adaptabilidad del cultivo del arroz.
 - 3.4. Principales zonas de producción mundial y nacional.
 - 3.5. Sistemas de producción de tierras altas de temporal, tierras bajas irrigadas y tierras bajas inundadas.
 - 3.6. Plagas del arroz y su manejo integral.
 - 3.7.
4. Avena, centeno y triticale
 - 4.1. Origen y variabilidad genética de la avena, centeno y triticale, su uso tradicional.
 - 4.2. Características del grano y de la planta, y su uso alimenticio e industrial.
 - 4.3. Adaptabilidad del cultivo de avena, centeno y triticale.
 - 4.4. Principales zonas de producción mundial y nacional.
 - 4.5. Sistemas de producción de riego y temporal de avena, centeno y triticale.
 - 4.6. Plagas de avena, centeno y triticale y su manejo integral.

UNIDAD 5. Seudocereales y mijos(12 h)

Objetivo

Discutir la importancia secundaria del amaranto, quinua y alforfón, comoseudocereales para determinar su importancia económica local y sus procesos de producción.

Temática

1. Seudocereales
 - 1.1. Origen y variabilidad genética del amaranto, quinua y alforfón, su uso tradicional.
 - 1.2. Características del grano y de la planta, y su uso alimenticio e industrial.
 - 1.3. Adaptabilidad del cultivo de amaranto, quinua y alforfón.
 - 1.4. Principales zonas de producción mundial y nacional.
 - 1.5. Sistemas de producción nacional de temporal de amaranto, quinua y alforfón
 - 1.6. Plagas del amaranto, quinua y alforfón y su manejo integral.
2. Mijos
 - 2.1. Origen y variabilidad genética de los mijos, su uso potencial.
 - 2.2. Características del grano y de la planta, y su uso alimenticio e industrial.
 - 2.3. Adaptabilidad del cultivo de mijo
 - 2.4. Principales zonas de producción mundial y nacional.
 - 2.5. Sistemas de producción nacional de temporal de mijos
 - 2.6. Plagas de mijos y su manejo integral.

VI. ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Las prácticas tienen dos vertientes: a través de ellas reforzar los conocimientos teóricos por medio de la observación del desarrollo y crecimiento de cereales, además de crear habilidades prácticas en la producción de cereales (prácticas de laboratorio y productivas en campo), y al visitar y observar parcelas de producción de productores se analizan crítica y juiciosamente los aspectos de adaptabilidad, técnicas desarrolladas por los productores. Sintetizando las experiencias prácticas, se podrá entender y proponer cambios a los actuales sistemas de producción de los productores (Cuadro 1).

Cuadro 1. Relación de prácticas, duración y unidades de aprendizaje con las cuales están relacionadas.

NO.	TÍTULO DE PRÁCTICA Y OBJETIVO	TIEMPO (h)	UNIDAD
1	Características de las semillas de	2	1

	<p>cereales.Plántula e inflorescencia.</p> <p>Definir las características morfológicas de las semillas de cereales para determinar su importancia alimenticia e industrial así como económica en el contexto de la Bolsa de Chicago.</p>		
2	<p>Calibración de sembradora de semillas pequeñas. Siembra de avena.</p> <p>Analizar los factores que determinan la siembra de avena en riego por aspersión para aprovechar eficientemente los recursos disponibles.</p>	2	2 y 4
3	<p>Etapas de desarrollo de cereales de grano pequeño.</p> <p>Identificar las etapas fenológicas de los cereales de grano pequeño para determinar el momento de aplicación de agua y nutrimentos promoviendo su crecimiento eficiente.</p>	4	2 y 4
4	<p>Calibración de sembradora de maíz.</p> <p>Analizar los factores que determinan la siembra de maíz en riego por aspersión para aprovechar eficientemente los recursos disponibles.</p>	2	2 y 3
5	<p>Evaluar el establecimiento de la siembra de avena.</p> <p>Definir la calidad de la práctica de la siembra de avena para determinar su éxito y determinar los ajustes en su mejora.</p>	2	4
6	<p>Evaluar el establecimiento de la siembra de maíz.</p> <p>Evaluar la siembra de maíz para determinar su éxito y determinar los ajustes en su mejora.</p>	2	2
7	<p>Diferenciación floral de cereales.</p> <p>Identificar las características morfológicas de los diferentes cereales que definen la diferenciación floral para reconocer su cambio fisiológico y su crecimiento que determina las prácticas agrícolas.</p>	2	2
8	<p>Identificación de trigo, cebada, centeno, triticale y cebada.</p> <p>Identificar las estructuras morfológicas que diferencian a los cereales de grano pequeño para</p>	2	2 y 4

	diferenciar las diferentes especies		
9	Estructura morfológica del maíz. Identificar la estructura morfológica de la planta de maíz para relacionar su importancia en su productividad.	2	2
10	Estimación del rendimiento de pacas y grano de avena. Analizar los diferentes métodos para la estimación de la producción de pacas y grano de avena para definir sus ventajas y desventajas y su momento de aplicación	2	4
11	Plagas de cereales. Identificar las principales plagas de cereales presentes en campo para definir las condiciones de su aparición, su daño y los métodos de control a través del manejo integral de plagas	2	6
12	Estimación de producción de maíz. Analizar los diferentes métodos para estimar la producción de grano de maíz en campo así como determinar sus ventajas y desventajas y su utilidad práctica	2	2
13	Fertilización de cereales. Identificar a través del crecimiento el efecto del momento de aplicación para definir los momentos óptimos de aplicación.	2	2
14	Riego de cereales. Analizar el efecto del momento de aplicación y la lámina de riego sobre el crecimiento para relacionar la presencia de humedad con los fenómenos fisiológicos de los cereales.	4	2

PRÁCTICAS DE CAMPO (VIAJES)

32 h

Las prácticas de campo que se realizarán en áreas foráneas, a través de viajes de estudios, se indican en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Relación de prácticas, duración y unidades de aprendizaje con las cuales están relacionadas.

NO.	TÍTULO DE PRÁCTICA Y OBJETIVO	TIEMPO (h)	UNIDAD
1	<p>Sistemas de producción de maíz, sorgo y arroz en Nayarit, y de trigo y cebada en El Bajío.</p> <p>Caracterizar la producción de maíz, sorgo y arroz, en condiciones de humedad residual y riego, y trigo y cebada bajo riego en el ciclo otoño-invierno en la región costera del norte y centro de Nayarit y El Bajío.</p>	24.0	2, 3 y 4
2	<p>Sistema de producción de arroz bajo trasplante en Morelos.</p> <p>Analizar las causas de la existencia del sistema de producción de tierras bajas irrigadas de arroz en la zona central del país y su alta productividad para proponer cambios técnicos que disminuyan los costos de producción.</p>	8.0	4

VII. MÉTODO DIDÁCTICO

El curso se desarrolla a través de 32 sesiones semestrales. Además las sesiones de prácticas (32.0 h) y las de prácticas de campo o viajes de prácticas (56.0 h) y las actividades de estudio independiente de los alumnos.

En el curso se evalúa a los diferentes sistemas de producción de los cereales, tanto mundialmente como nacionalmente, analizando las relaciones planta-ambiente, técnicas productivas y condiciones socioeconómicas, que además de establecer sus razones, permiten sugerir modificaciones que incrementen la productividad sustentablemente. El análisis y la síntesis son desarrollados por medio del debate, discusión de casos y solución de problemas.

Al producir en campo los cultivos de avena y maíz se evalúan las condiciones de producción y argumentalmente se define el sistema de producción que produzca lo máximo reduciendo el posible daño ambiental. Se desarrollan criterios para observando las condiciones se propongan las técnicas productivas adecuadas para los mayores resultados.

El programa cuenta con equipos electrónicos, laboratorios equipados, campos de producción, maquinaria agrícola diversa, semillas, fertilizantes e implementos varios. También con cañones de proyección, y pizarrón.

La producción de cereales, como fenómeno técnico y económico, es de actual discusión nacional y mundial. Los fenómenos de baja redituabilidad y falta de autosuficiencia

nacional de estos granos se discute a la luz de la información y las opiniones de personajes de actualidad o lecturas. Tanto desde el plano tecnológico, ambiental, financiero y político. Se alienta el desarrollo de propuestas.

El análisis de los fenómenos alrededor de los cereales es parte sustancial del trabajo del estudio independiente. En las zonas de producción no sólo impacta en la productividad los fenómenos biológicos y de organización de los productores, también lo que sucede en los mercados, en lugares tan distantes como Asia, determinando rendimientos y ganancia de productores. Los técnicos deben tener mentalidad local y global en la producción de cereales. Los alumnos contrastarán los diferentes escenarios de la producción, comercialización y políticas de los cereales, produciendo independientemente documentos que demuestren su entendimiento de los fenómenos alrededor de ellos.

VIII. EVALUACIÓN

50% de calificación por tres exámenes parciales y un final, investigación documental, seminario, lecturas, ejercicios mentales, tareas.

20% de trabajo individual e independiente, lo cual involucra actividades diversas estrictamente relacionadas con el curso.

30% de calificación por manejo agronómico de los cultivos, informe de prácticas, informe de prácticas de campo.

La asistencia no está sujeta a evaluación. De acuerdo con el Reglamento Académico para Alumnos vigente, al acumular 15% de inasistencias se habrá reprobado el curso.

Para acreditar el curso es necesario contar con calificación aprobatoria en el aspecto teórico y en el práctico; calificación menor a 66 en alguno de éstos implica que el curso no ha sido aprobado.

Cuadro 3. Asignación porcentual de calificación a actividades teóricas y prácticas del curso Producción de Cereales

TEORIA	%	PRÁCTICA	%
Exámenes parciales	20.0	Manejo agronómico de los cultivos	3.0
Examen final	10.0	Informes de prácticas campo y laboratorio	28.0
Investigación documental	5.0	Introducción y revisión de literatura	25
Seminario	5.0	Materiales y métodos	15
Lecturas	5.0	Resultados y Discusión	50

Ejercicios mentales	2.5	Conclusiones	5
Tareas	2.5	Bibliografía	5
Total	50	Informe de prácticas (Salidas a empresas, viaje de prácticas).	
Trabajo independiente	20		9.0
Gran total	70	Total	
			30.0

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Arber, A. 2010. The Gramineae: A Study of Cereal, Bamboo and Grass (Cambridge Library Collection - Life Sciences). Cambridge University Press; Reissue edition.
- Balasubramanian, V., J.K. Ladha, G.L. Denning (Edit). (1998). Resource Management in Rice Systems: Nutrients (Developments in Plant and Soil Sciences). Springer.
- Barrales, D. J. S., Barrales, B. E. y Barrales, B. E. 2011. Amaranto. Recomendaciones para su producción. Libro Bicentenario. México.
- Belton, P. S., J. R.N. Taylor. 2002. Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential. Springer.
- Chopra, V. L., S. Prakash. 2002. Evolution and Adaptation of Cereal Crops (v. 1). Science Pub Inc.
- Danforth, A. T. 2011. Corn Crop Production: Growth, Fertilization and Yield (Agriculture Issues and Policies). Nova Science Publishers, Inc. Delcour, J.
- Hoseney, A. R. C. 2010. Principles of Cereal Science and Technology. Third Edition.
- Doggett, H. 1995. Sorghum (Tropical Agriculture). Wiley-Blackwell; Second edition.
- Stanley, P., Cauvain, Linda, S. Young. 2006. Baked Products: Science, Technology and Practice.
- Villaseñor, M. H. E., E. E. Rangel. 2000. El Trigo de Temporal en México. INIFAP. Libro Técnico no. 1.
- Ullrich, S E. 2011. Barley: Production, Improvement, and Uses (World Agriculture Series). Wiley-Blackwell.
- Warman A. 2007. Corn and Capitalism: How a Botanical Bastard Grew to Global Dominance. The University of North Carolina Press.
- Wayne, C. S., J. Betrán, E. C. A. Runge. 2004. Corn: Origin, History, Technology, and Production (Wiley Series in Crop Science).

- Wayne, C. S., R. H. Dilday. 2002. Rice: Origin, History, Technology, and Production (Wiley Series in Crop Science). Wiley.
- Wayne, C. S., R. A. Frederiksen. 2000. Sorghum: Origin, History, Technology, and Production (Wiley Series in Crop Science). Wiley.
- Wrigley, C., I. Batey, and F. Bekes. 2010. Cereal Grains: Assessing and Managing Quality (Food Science, Technology and N.