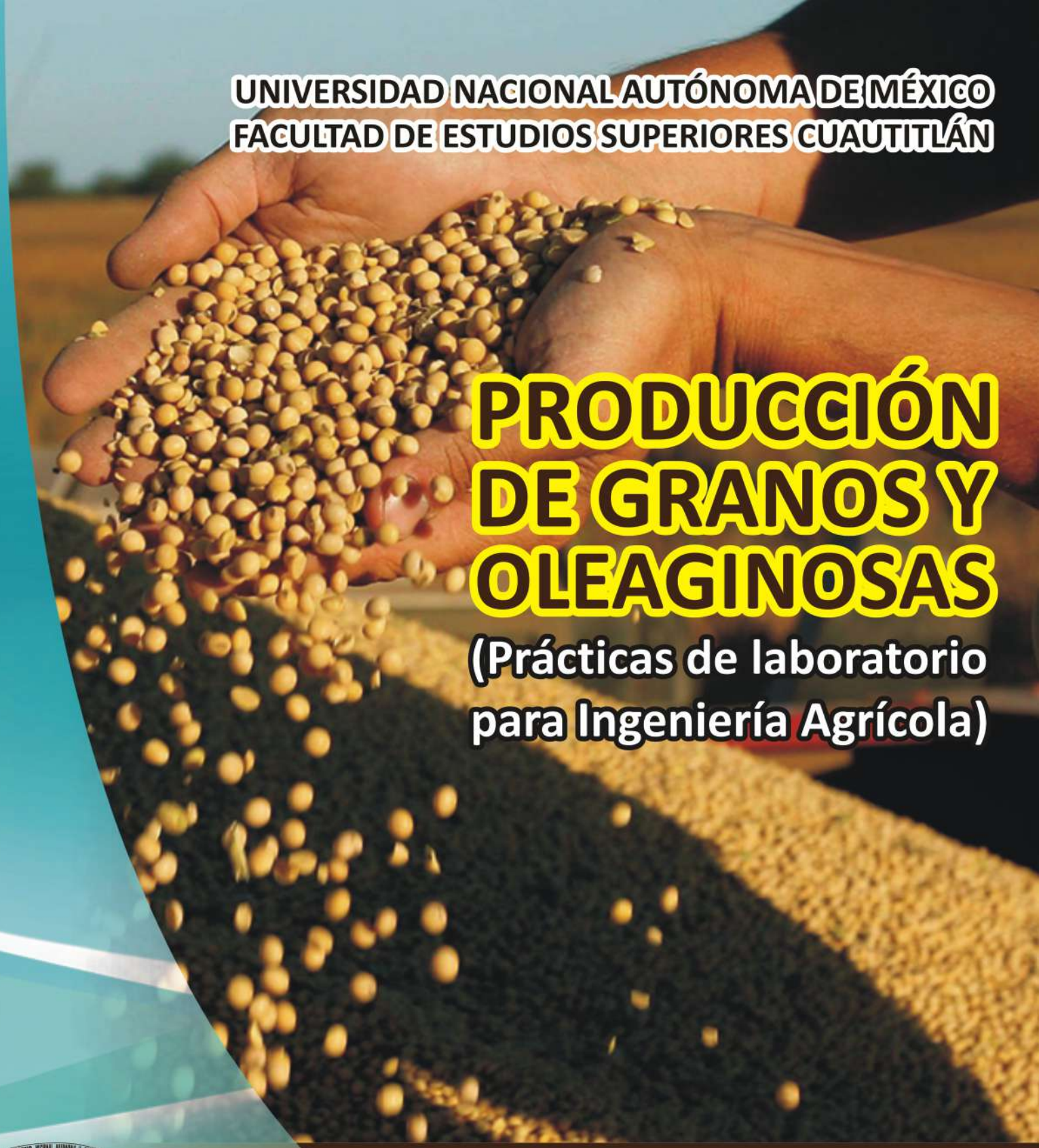


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

PRODUCCIÓN DE GRANOS Y OLEAGINOSAS

(Prácticas de laboratorio para Ingeniería Agrícola)

UNAM
CUAUTITLÁN

PESUNAM
Ediciones Cuautitlán

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Producción de granos y oleaginosas

(Prácticas de laboratorio para Ingeniería Agrícola)

Asignatura: Producción de granos y oleaginosas
Clave: 1712

Carrera: Ingeniería Agrícola
Clave: 11825

Autora:
Margarita Tadeo Robledo

Revisión: Marzo 2012

ÍNDICE

7 INTRODUCCIÓN

9 OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA
OBJETIVO DEL CURSO EXPERIMENTAL

10 REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

19 PRÁCTICA 1
IDENTIFICACIÓN DE LAS PRIMERAS ETAPAS FENOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS, LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSAS, CONSIDERADAS COMO CULTIVOS BÁSICOS PARA LA ALIMENTACIÓN EN MÉXICO

27 PRÁCTICA 2
PRUEBA DE GERMINACIÓN, DENSIDAD DE SIEMBRA Y DENSIDAD DE POBLACIÓN

35 PRÁCTICA 3
PRUEBAS DE LABORATORIO PARA EVALUAR DAÑO EN GRANOS DURANTE LA COSECHA. BENEFICIO Y ALMACENAMIENTO

39 PRÁCTICA 4
TÉCNICAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE CALIDAD EN LOTES DE GRANOS DURANTE EL TRANSPORTE Y EN ALMACÉN

51 PRÁCTICA 5
PRINCIPIOS GENERALES DEL ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS GRANOS BÁSICOS

67 INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

69 BIBLIOGRAFÍA

79 ANEXOS

INTRODUCCIÓN

El gran dilema de la Agricultura se centra en una buena proporción de los esfuerzos, de la investigación y el desarrollo tecnológico y en aportar elementos para incrementar la producción (cantidad o volumen) y productividad (cantidad o volumen con respecto a cierta referencia, como es superficie). Los avances se han logrado en proporciones a veces importantes, sobre todo cuando hay presión por satisfacer la necesidad de grano o de cierto producto. Con el avance en la productividad, frecuentemente se presentan problemas con el manejo poscosecha, es decir, con el deterioro y con las pérdidas de las cosechas, que es de particular importancia para agricultores de subsistencia. La producción de este tipo de agricultores está concentrada, en buena medida, en alimentos básicos que consume la familia durante todo el año; el pequeño excedente que se presenta al aumentar la productividad lo comercializan para adquirir otros productos necesarios para completar lo que se requiere para la vida cotidiana.

Otro sector que tiene problemas con los excedentes es el de los productores con más capacidad y condiciones de mayor potencial productivo, que optimizan los desarrollos tecnológicos. Esta situación se presenta porque, en general, las tecnologías de almacenamiento y conservación de los granos y oleaginosas no tienen el dinámico avance de la producción en campo y contrastan con la escasa tecnología de lenta evolución destinada a mejorar el almacenamiento y conservación de los granos.

En las instituciones de investigación públicas y privadas, constantemente se están generando nuevas variedades de plantas con características sobresalientes, capaces de incrementar los rendimientos por unidad de superficie y con otras características de cultivo, que optimizan la producción y facilitan su adopción, lo que atrae a los agricultores y permite un uso extensivo y un buen impacto comercial.

Las nuevas tecnologías y la complementación de diferentes disciplinas permiten avances espectaculares en rendimiento, así como el éxito cada vez más constante de la investigación agrícola; de esta manera, incrementar la producción es una realidad, que afortunadamente se alcanza a nivel mundial. La oferta de productos

agrícolas supera la demanda, al grado de señalar que hay un gran problema de distribución justa de la existencia de granos, pero esta situación es un poco complicada en los países en desarrollo, ya que en estos lugares no existe la suficiente capacidad de producir los alimentos básicos que se requieren y tampoco cuentan con los recursos necesarios para adquirirlos en el mercado internacional.

Con la aplicación extensiva de la tecnología para elevar la producción, cuando ésta sobrepasa la demanda, por lo general se presenta una distorsión de los mercados, siendo necesario que el producto, ya disponible, se ubique en lugares con mayor cupo, lo que representa más tiempo de almacenamiento para una eficiente conservación. Producto de la mayor oferta que demanda es la disminución de los precios, lo que trae desventajas a los productores, ya que es necesario que los agricultores almacenen por periodos más largos.

Lo anterior ocurre por falta de planeación, ya que se establecen programas para elevar la producción, a veces nacional o regionalmente, sin considerar la demanda del mercado y las facilidades de almacenamiento y conservación de los granos y oleaginosas.

Hasta ahora se dio mayor relevancia a los trabajos que se han desarrollado en los centros de investigación para satisfacer las necesidades de una producción mecanizada o para el manejo de volúmenes de granos, en cantidades importantes, en centros de acopio y almacenamiento. Los estudios realizados para comprender los fenómenos biológicos, sociales y culturales, que son propios de los almacenamientos del sector rural, no han sido tan prolíficos y, en la mayoría de los casos, no se consideran los diversos factores que son decisivos para la adopción de nuevas tecnologías.

Las tecnologías desarrolladas para mejorar la producción agrícola comercial, por lo general, no son aplicables a la producción agrícola de subsistencia. El problema de alimentación de los agricultores de subsistencia no se soluciona a través de la importación de granos, ya que los productores no cuentan con los recursos necesarios para adquirirlos en el mercado nacional o internacional, además de que se ubican en una gran desventaja al depender de diversos factores para acceder a los granos necesarios.

La mejora de los actuales sistemas de almacenamiento y conservación de granos y oleaginosas requiere aprovechar, en ocasiones, conocimientos ya entendidos por los productores y no grandes inversiones; bastaría con que los agricultores y demás sectores involucrados hicieran más eficientes sus actuales prácticas de limpieza, secado, almacenamiento y control de plagas, para lograr un gran avance. Este tipo de adopción de tecnología debe ocurrir paralelamente al uso de nuevas variedades.

Optimizar las tecnologías disponibles podría ser mejor si se aborda y promueve la adopción de nuevas tecnologías que son necesarias para adecuar el manejo poscosecha a la evolución de la producción.

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Que el alumno se familiarice con las prácticas y técnicas agrícolas que inciden en la producción de granos y oleaginosas; que identifique la importancia de los granos y oleaginosas en la alimentación en México; que diferencie los factores que influyen en el desarrollo de los cultivos y evalúe las alternativas de sistemas de producción de acuerdo con las condiciones ecológicas del medio.

OBJETIVO DEL CURSO EXPERIMENTAL

Que el alumno analice lo relativo a los factores que influyen en los sistemas de producción, la tecnología generada a través de la investigación agrícola en los paquetes tecnológicos, así como aspectos relativos a las generalidades poscosecha y mercado de los principales cultivos de granos y oleaginosas.

REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAPÍTULO PRIMERO. DISPOSICIONES GENERALES

ARTÍCULO 1. El presente reglamento tiene por objeto establecer las normas relativas a la organización y funcionamiento de los laboratorios pertenecientes al Departamento de Ciencias Agrícolas.

ARTÍCULO 2. Para los efectos del presente reglamento, se entenderá por usuarios:

I. Los alumnos de la carrera de Ingeniería Agrícola que oficialmente se encuentren inscritos y cursando alguna asignatura que requiera la realización de prácticas en los laboratorios, algún trabajo de investigación o servicio social.

II. Los académicos de la facultad que estén impartiendo alguna de las asignaturas adscritas a alguno de los laboratorios o que requieran el uso de ese espacio, previa autorización del responsable del laboratorio.

III. Los estudiantes que hayan concluido con sus estudios y que se encuentren desarrollando alguna de las opciones señaladas en el Reglamento de Evaluaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán para obtener su titulación, previa solicitud al responsable del área en la que se esté desarrollando la opción por titulación y que demuestren que se necesita el laboratorio para su trabajo.

IV. Personal administrativo adscrito al laboratorio.

ARTÍCULO 3. Las disposiciones de este reglamento son de orden general y se aplicarán sin perjuicio de las particularidades que cada laboratorio tenga, de acuerdo con las actividades propias de cada asignatura práctica que se imparta en ellos.

CAPÍTULO SEGUNDO. DE LA ESTRUCTURA

ARTÍCULO 4. La administración, vigilancia y operación de equipo especializado dependen directamente del departamento de Ciencias Agrícolas, a través del responsable del laboratorio, el cual se auxiliará para ejercer sus funciones, del personal administrativo adscrito al laboratorio.

ARTÍCULO 5. El responsable de laboratorio tiene como funciones las siguientes:

I. Dirigir el laboratorio de acuerdo con su reglamento.

II. Velar por el buen funcionamiento del equipo a su cargo.

III. Coordinar las actividades académicas del laboratorio.

IV. Coordinar las actividades del laboratorista y del auxiliar de laboratorio.

V. Las demás funciones que le sean asignadas por el Jefe de Departamento de Ciencias Agrícolas

ARTÍCULO 6. El jefe de laboratorio tiene como funciones las siguientes:

I. Supervisar y controlar el funcionamiento del laboratorio.

II. Elaborar y presentar informes periódicos del laboratorio.

III. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores.

ARTÍCULO 7.

Son funciones del laboratorista:

I. Mantener el material y equipo en condiciones de higiene y limpieza.

II. Llevar el inventario de material, equipo y reactivos del laboratorio, reportando al responsable de laboratorio cualquier inexistencia.

III. Reportar fallas en equipo y en el suministro eléctrico, de agua, gas y vacío.

IV. Suministrar el material a los usuarios del laboratorio.

V. Cumplir el horario que se le asigne para atender a las necesidades que se tengan en el laboratorio.

VI. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores.

ARTÍCULO 8.

Son funciones del auxiliar de laboratorio:

I. Asear, lavar, esterilizar, secar y guardarel material, instrumental, equipo y mobiliario.

II. Apoyar en el levantamiento del inventario del laboratorio.

III. Proporcionar, recuperar y controlar el material, substancias, equipo e instrumental del laboratorio, reportando faltantes, desperfectos y anomalías al responsable del laboratorio.

IV. Asear, lavar y mantener ordenada el área del laboratorio.

V. Trasladar mobiliario y equipo de laboratorio, instrumental y substancias a los lugares que le sean indicados.

VI . R ealizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores

CAPÍTULO TERCERO. DE LAS RESTRICCIONES

ARTÍCULO 9.

Queda prohibido dentro de los laboratorios:

I. Ingresary consumircualquier tipo de alimento o bebida

II. Fumar

III. Usar teléfono celular o localizador

IV. Cometer desorden, bullicio o cualquier acto de indisciplina que vaya en contra de la Legislación Universitaria

V. Realizar acciones que pongan en peligro la integridad física de los demás usuarios del laboratorio.

VI. Utilizar y manipular cualquier instrumento, equipo o reactivo sin autorización del profesor responsable de la práctica o del responsable del laboratorio.

VII. El ingreso a toda persona ajena que interfiera con el desarrollo de las actividades que se realizan en estos.

VIII. El almacenaje de cualquier material ajeno a las labores propias del laboratorio.

ARTÍCULO 10. Se deberá respetar el horario asignado para el desarrollo de cada práctica. Los usuarios que estén desarrollando trabajos de investigación, servicio social u otros, no podrán realizar trabajos durante el horario asignado a las prácticas de las materias que se impartan en alguno de los laboratorios.

CAPÍTULO CUARTO. DEL USO Y LOS USUARIOS DEL LABORATORIO

ARTÍCULO 11. Todos los usuarios de los laboratorios tienen los mismos derechos y obligaciones.

ARTÍCULO 12. El usuario tiene la obligación de conocer las normas del presente reglamento para ejercer sus derechos y cumplir con las obligaciones y responsabilidades derivadas del uso del laboratorio.

ARTÍCULO 13. Los usuarios del laboratorio tendrán derecho a utilizar el material y equipo necesario para la realización de sus prácticas curriculares.

ARTÍCULO 14. Los usuarios tienen el derecho de ser atendidos con eficiencia para el desarrollo de las prácticas programadas.

ARTÍCULO 15. Los profesores que tengan programado realizar prácticas de laboratorio deberán elaborar una lista de los requerimientos al inicio del semestre para que el responsable o laboratorista proporcione el material solicitado en tiempo y forma.

ARTÍCULO 16. Para el uso de los equipos de laboratorio debe revisarse el manual de uso de cada equipo y registrar el tiempo de uso.

ARTÍCULO 17. Para el uso del equipo de laboratorio, el usuario deberá llenar el formato correspondiente y dejar credencial de la universidad. El formato deberá ser autorizado por el responsable de la práctica o responsable del laboratorio y quedará como garantía en caso de deterioro o descompostura del equipo.

ARTÍCULO 18. Los materiales y equipos deberán ser entregados a los laboratoristas en las mismas condiciones en que los recibieron. En los casos en que el manual indique algún procedimiento previo, éste deberá seguirse.

ARTÍCULO 19. El usuario conservará y mantendrá el orden y limpieza de las instalaciones y equipo del laboratorio.

ARTÍCULO 20. El usuario deberá reportar inmediatamente, para deslindar responsabilidades, cualquier falla del equipo ante el profesor titular del grupo o responsable del laboratorio o laboratorista.

ARTÍCULO 21. Está prohibido a los alumnos el paso al interior de los anexos.

ARTÍCULO 22. Cuando el manual de prácticas lo indique, los usuarios deberán usar bata, lentes de protección, guantes, o ropa especial.

ARTÍCULO 23. El tiempo de tolerancia para llegar y entrar al laboratorio será fijado por el responsable de la práctica.

ARTÍCULO 24. Al término de la práctica, cerciorarse de que las llaves de gas, vacío y agua queden cerradas, y que el equipo eléctrico quede desconectado.

ARTÍCULO 25. A los residuos generados durante la realización del trabajo experimental, deberá dárseles el manejo indicado en el procedimiento específico para el desarrollo de la enseñanza experimental en el nivel licenciatura de los laboratorios de Ciencias Agrícolas.

ARTÍCULO 26. En caso de accidente se debe avisar inmediatamente al profesor o a los laboratoristas.

CAPÍTULO QUINTO. DE LAS SANCIONES

ARTÍCULO 27. Toda persona ajena que ingrese sin la autorización correspondiente se hará responsable de los daños que se ocasionen a los experimentos o prácticas que se realizan y se fincará responsabilidad de acuerdo con la legislación universitaria vigente.

ARTÍCULO 28. El material consumible que sea extraviado o deteriorado por el usuario deberá se repuesto por él.

ARTÍCULO 29. Cualquier uso indebido del laboratorio, equipo u otros recursos dará lugar, según la gravedad y circunstancias del caso, a cualquiera de las sanciones que aplican en la legislación universitaria.

ARTÍCULOS TRANSITORIOS

Primero. Todo lo no previsto en el presente reglamento será turnado para su solución al H. Consejo Técnico de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

NÚMERO PRÁCTICA	TÍTULO DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO	NÚMERO Y NOMBRE DE LA UNIDAD TEMÁTICA EN EL PROGRAMA DE LA ASIGNATURA
1	Identificación de las primeras etapas fenológicas de gramíneas, leguminosas y oleaginosas consideradas como cultivos básicos para la alimentación en México	UNIDAD II. CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA Subtema c: Taxonomía, fisiomorfología
2	Prueba de germinación, densidad de siembra y densidad de población.	UNIDAD III. ASPECTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Subtema f: Siembra f 1. Fechas de siembra f 2. Densidad de siembra Subtema g: Variedades
3	Pruebas de laboratorio para evaluar daño en granos durante la cosecha, beneficio y almacenamiento	UNIDAD III. ASPECTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Subtema l: Almacenamiento y conservación Subtema k: Recolección
4	Técnicas de muestreo y análisis de calidad en lotes de granos básicos	UNIDAD III. ASPECTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Subtema l: Almacenamiento y conservación
5	Principios generales del almacenamiento, conservación y protección de los granos básicos.	UNIDAD III. ASPECTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Subtema l: Almacenamiento y conservación

1 IDENTIFICACIÓN DE LAS PRIMERAS ETAPAS FENOLÓGICAS DE GRAMÍNEAS, LEGUMINOSAS Y OLEAGINOSAS, CONSIDERADAS COMO CULTIVOS BÁSICOS PARA LA ALIMENTACIÓN EN MÉXICO

INTRODUCCIÓN

Las semillas constituyen una estructura altamente especializada que posee los elementos necesarios para servir de puente de unión entre una generación y otra y asegurar la trasmisión de la identidad genética de la especie; representan el mecanismo de propagación por el que las plantas logran persistir generación tras generación; son también la unidad móvil y de dispersión de la planta. Las plantas, a diferencia de los animales, no tienen capacidad para moverse y cambiar de ambiente. Donde se establece la plántula, permanecerá toda su vida.

OBJETIVOS

1. El alumno deberá identificar por género y especie los granos y semillas de los cultivos básicos.

2. El alumno deberá analizar las estructuras de las semillas y plántulas de cultivos de granos y oleaginosas para identificar algunas características morfológicas y fisiológicas útiles en su producción.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Antecedentes

Diferencia entre grano y semilla. Las semillas son el medio a través del cual, aun de manera pasiva, las plantas encuentran nuevos sitios y microambientes. La semilla es la estructura responsable de asegurar la continuidad entre generaciones sucesivas de plantas de semillas.

Grano. Palabra que proviene del latín: *granum*. Es la simiente de trigo y cebada que constituye el grano por excelencia, lo cual se extiende a otras gramíneas.

La diferencia entre grano y semilla la define el destino que se le dé. Se considera grano cuando su destino es para consumo humano, animal o para uso industrial, y semilla es aquella que reúne las características de calidad como germinación, vigor, tamaño, sanidad y forma, y que se selecciona para usarse en la siembra.

Formación del grano o semilla

En general, los granos y las semillas presentan características acordes con las especies a que pertenecen. Los elementos básicos de la estructura del grano o semilla son: el tegumento, el embrión y el tejido de reserva.

Las semillas representan el fin y el principio de los ciclos vegetativos, como las portadoras de lo indispensable de la herencia; simbolizan la multiplicación y la dispersión, la continuación y la innovación, la sobrevivencia, la renovación y el nacimiento. Esto nos da una idea de todo lo que abarcan las semillas y de lo que significan para la planta como individuo y para la especie.

Cuando se quiere propagar una planta se emplean semillas, estacas o partes de la planta. Las primeras resultan de la unión del óvulo femenino con el gameto masculino y por tanto traen en sus cromosomas la información genética procedente de ambas plantas progenitoras, lo que propicia la combinación y recombinación genética. Esta mezcla de información ofrece grandes beneficios al individuo y constituye uno de los mecanismos más importantes que permite la evolución de las especies y su consecuente adaptación a los diferentes

medios ambientes. Por otro lado, la estaca trae consigo una copia idéntica de la información de la planta de la que fue cortada y constituye una copia genéticamente exacta a la planta progenitora; este tipo de reproducción es resultado solamente de la mitosis. Durante el proceso de mitosis los cromosomas que se han duplicado se dividen longitudinalmente, de modo que en ambos lados hay la misma información; entonces los cromosomas hijos se separan para formar dos núcleos hijos (y posteriormente células) idénticos genéticamente. Después, la célula termina de dividirse.

La semilla es un vehículo para reiniciar la vida. Aun cuando puede tener, de acuerdo con las diversas especies, algún periodo de latencia, no hay duda de que siendo la etapa final del ciclo de las plantas, también constituye el punto inicial de la nueva generación. Representa el vehículo para reinicio de nuevos ciclos.

Además de ser alimento primario y fundamental para la humanidad, la semilla representa el insumo básico para lograr la producción de granos, frutos, flores, fibras; y al ser tambien alimento, los granos son la base para satisfacer las necesidades primarias del hombre. Por todo ello, las semillas son altamente estratégicas para un país.

Se puede definir a la semilla desde 4 puntos de vista:

Botánico. Una semilla verdadera es un óvulo maduro, fecundado, que posee una planta embriónica, material de reserva (almacenado) y una cubierta protectora.

Fisiológico. Es una planta embrionaria que consta de dos puntos de crecimiento que originan el sistema de raíz y el sistema aéreo de crecimiento.

Agrícola. Es cualquier parte de la planta utilizada para producir un cultivo. Es una unidad de diseminación de las especies, pudiendo ser verdaderas semillas, como trébol, brasicas, tomates, cebolla; o fruto o porción de fruto, como trigo y maíz, y fruto más estructuras, como cebada, avena, zacates.

Legal. La semilla es una estructura importante, pues juega un papel vital no sólo en el ciclo de vida de las plantas, sino también en la agricultura y comercio. Además, forma parte esencial en el proceso

de producción, por ello está reglamentada su producción, su comercio, su uso y su movilización.

Desde el punto de vista funcional, la semilla está compuesta de una cobertura protectora, un eje embrionario y un tejido de reserva.

Cobertura protectora. Es la estructura externa que envuelve la semilla y puede estar constituida apenas por el tegumento y, en algunos casos, también por el pericarpio. El tegumento es una cobertura formada por una capa de células; el pericarpio se origina de la pared del ovario.

La cobertura protectora tiene como funciones:

1. Mantener unidas las partes internas de las semillas.
2. Proteger las partes internas contra choques y abrasiones.
3. Servir como barrera a la entrada de microorganismos en la semilla.
4. Regular la velocidad de rehidratación de la semilla, evitando o disminuyendo posibles daños causados por las presiones desarrolladas durante la absorción.
5. Regularla velocidadde los cambios gaseosos (oxígeno y gas carbónico).
6. Regular la germinación, causando en algunos casos dormancia.
7. La cobertura protectora tiene funciones protectoras, reguladoras y delimitadoras.

Eje embrionario. El eje embrionario tiene una función reproductiva con capacidad para iniciar divisiones celulares y crecer. Es la parte vital de la semilla. Se trata de un eje porque inicia el crecimiento en dos direcciones: hacia las raíces y hacia el tallo. Generalmente, el eje embrionario es pequeño con respecto a las demás partes de la semilla.

Tejido de reserva. Es una fuente de energía y de substancias orgánicas que son utilizadas por el eje embrionario en el proceso de germinación, esto es, desde el comienzo de la germinación hasta que se vuelve autotrófico, capaz de sintetizar materias orgánicas por el proceso de fotosíntesis. Las reservas de la semilla se pueden ubicar en los cotiledones, en el endospermo o en el perispermo.

Composición química del grano. Las principales substancias almacenadas por los granos son los carbohidratos, los lípidos y las proteínas; estos componentes son la principal fuente de alimentación de la población en México.

El principal carbohidrato de reserva en los granos es el almidón. Cuando el almidón es la substancia de reserva predominante, el grano es denominado amilácea; es llamado oleaginoso cuando los lípidos son las substancias de reserva predominantes, y proteico, cuando éstas son las proteínas.

En el Cuadro 1 se presenta la composición química de algunos granos básicos.

Especie	Agua %	Proteína (g)	Lípidos (g)	Carbohidratos		Cenizas (g)
				Total (g)	Fibra (g)	
Frijol blanco	10,9	22,3	1,6	61,3	4,3	3,9
Frijol negro y canario	11,2	22,3	1,5	61,2	4,4	3,8
Maíz	1 3,8	8,9	3,9	72,2	2,0	1,2
Cacahuate	5,6	26,0	47,5	18,6	2,4	2,3
Arroz (palay)	12,0	7,5	1,9	77,4	0,9	1,2
Centeno	11,0	12,1	1,7	73,4	2,0	1 ,8
Sorgo	11,0	11,0	3,3	73,3	1,7	1 ,7
Soya	10,0	34,1	17,7	33,5	4,9	4,7
Trigo	13,0	14,0	2,2	69,1	2,3	1 ,7
Girasol	4,8	24,0	47,3	19.9	3,8	4,0

Cuadro 1. Composición química de semillas de granos y oleaginosas (100 g)

Al considerar el principal compuesto de reserva, los granos se pueden dividir en los siguientes: ricos en carbohidratos, como es el caso de la mayoría de los cereales, y ricos en lípidos, que son cultivados para ser utilizados como alimento o como materia prima para la industria.

Los granos cuyo material de reserva predominante es la proteína son el frijol y la soja, principalmente.

El conocimiento de la composición química de los granos y semillas es de interés práctico, porque tanto su vigor como su potencial de almacenamiento están influenciados por los compuestos presentes.

La identificación de granos y semillas es considerada un área especializada de la Agronomía.

Dentro de la producción de granos y oleaginosas es imprescindible el reconocimiento de las semillas que se utilizarán para el establecimiento del cultivo en el campo de los productores, así como conocer cada una de las estructuras de las plántulas de los cultivos básicos, lo que le permitirá al alumno la identificación en el campo. Es indispensable que el alumno tenga la capacidad de distinguir, identificar y nombrar las semillas correctamente. Esto será posible mediante el conocimiento y la exploración de las semillas y plántulas, auxiliándose de dibujos, tomando en cuenta las características de cada una de ellas.

EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1. Semillas de maíz, frijol, trigo, sorgo, arroz, cebada, avena, cacahuate, girasol, soya, ajonjolí, garbanzo, linaza, haba y cártamo
2. Cajas de Petri
3. Papel absorbente
4. Agua destilada
5. Lupa
6. Agujas de disección
7. Charolas para germinación
8. Agrolita
9. Navajas
10. Microscopio estereoscópico

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Preparación del material. Cien semillas de cada especie en estudio deberán ser colocadas en agua destilada 24 horas antes de empezar la práctica, para que se inicie el proceso de imbibición y puedan ser disectadas durante el desarrollo de la práctica.

Se colocarán cien semillas de cada especie en estudio, en charolas para germinación. Cuando las plántulas tengan 10 centímetros de altura se extraerán para su disección y posterior observación.

Con ayuda de una lupa o de un microscopio estereoscópico, el alumno observará cada una de las estructuras de las plántulas en estudio.

Tanto en las semillas como en las plántulas se deberán hacer todas las observaciones necesarias para su caracterización: forma, tamaño, color, superficie, número de hojas, tipo de raíz, entre otras.

La mayoría de las estructuras podrán ser identificadas a simple vista o con ayuda de un microscopio estereoscópico.

El alumno deberá comparar lo observado durante la práctica con los contenidos de la bibliografía sugerida en el programa de teoría de la asignatura.

RESULTADOS DE LA PRÁCTICA

El alumno deberá elaborar dibujos y nombrar cada una de las partes de las semillas en estudio.

El alumno deberá elaborar dibujos de las plántulas de cada una de las especies en estudio; además, nombrará cada una de las partes que la conforman.

Entregará un reporte en el que se incluyan los dibujos realizados durante el desarrollo de la práctica contrastándolos o cotejándolos con los esquemas de cada una de las estructuras que conforman la semilla y la plántula de cada una de las especies en estudio consultadas en la bibliografía.

El reporte de la práctica deberá entregarse en la siguiente sesión de laboratorio en el formato propuesto para el reporte en el anexo de este manual.

2 PRUEBA DE GERMINACIÓN, DENSIDAD DE SIEMBRA Y DENSIDAD DE POBLACIÓN

INTRODUCCIÓN

La germinación en el laboratorio se refiere a la aparición y desarrollo de la plántula hasta un estado tal donde el aspecto de sus estructuras esenciales presente indicadores de que la semilla es o no capaz de desarrollarse hasta lograr el establecimiento de una planta normal bajo condiciones ambientales favorables.

Después de otorgar a la semilla condiciones de humedad, temperatura y luz (en algunos casos) necesarias para que ocurra la germinación, se podrá observar una secuencia de eventos que dan como resultado la transformación de un embrión en estado quiescente en una plántula.

Imbibición. Es un proceso físico de absorción de agua.

Activación. Es la puesta en marcha de la maquinaria de síntesis y degradación.

División y elongación celular. Es la ruptura de la cubierta seminal por el embrión y el establecimiento de la plántula como ente autónomo.

OBJETIVOS

1. Dictaminar el estado de la semilla que se utilizará para la siembra de granos y oleaginosas, siguiendo las reglas internacionales de pruebas de germinación estandarizadas.

2. Evaluar las características de las plántulas de los cultivos en observación.

3. Obtener los resultados de la prueba de germinación y ajustar la densidad de siembra para cada una de las especies en estudio, de acuerdo con la densidad de población para cada ambiente propuesto.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Antecedentes

Principios generales para la prueba de germinación

Los principios generales a seguir en las pruebas de germinación de acuerdo con las Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas (International Seed Testing Association, ISTA) son los siguientes:

Muestra de trabajo. Las pruebas de germinación deben hacerse con semilla tomada de las fracciones de semilla pura proveniente del análisis de pureza. El número de semillas que se ponen son 400, tomadas al azar de la fracción de semilla pura, y son colocadas en el sustrato en repeticiones de 25, 50 o 100 semillas, según el tamaño.

Tipos de sustrato

A fin de proveer humedad adecuada y sostén a las semillas durante el ensayo, se tienen diferentes tipos de sustratos para efectuar la prueba, entre ellos papel secante, arena y suelo.

Sobre papel (SP). Las semillas son colocadas sobre una o dos capas de papel, que se colocan en una caja de Petri, en mesas de germinación o en charolas de estufa germinadora.

Entre papel (EP). Las semillas son colocadas entre hojas de papel que deben quedar enrolladas y acomodadas en forma vertical, horizontal o inclinada en las germinadoras.

Entre las principales características del papel utilizado están las siguientes: Porosidad. Debe ser tal que retenga la humedad y no tener sustancias tóxicas que puedan afectar la germinación; además; debe permitir el desarrollo de las raíces sobre su superficie y no dentro de éste.

En arena (A). Las semillas se colocan en una capa de arena de 2 cm y se cubren con otra capa igual sin compactar. La arena esterilizada puede ser usada en lugar de papel, aun cuando no se prescriba, para semillas difíciles de ensayar en papel por problemas de enfermedad.

En suelo (S). En algunos casos es posible utilizar suelo en lugar de los sustratos anteriores. Cuando la semilla tiene exceso de tratamiento químico y presenta fitotoxicidad es conveniente repetir la prueba en suelo para una mejor evaluación de la germinación. Se usa también cuando el ensayo es dudoso en papel.

Condiciones estándar de germinación

Humedad y aireación. El sustrato debe tener suficiente humedad para suplir las necesidades de agua de la semilla. El sustrato nunca deberá estar tan húmedo, pues forma una película de agua alrededor de la semilla, lo cual evita la aireación. Para arena y suelo la cantidad de agua requerida depende de la naturaleza y dimensiones del sustrato, del tamaño de la semilla y de la especie utilizada. En general, los cereales, excepto el maíz, pueden germinar en arena humedecida al 50 % de su capacidad de retención de agua; para semillas más grandes, se requiere el 60 por ciento.

La adición de agua después de establecida la prueba depende de la evaporación de la cámara de germinación. Para una evaporación baja es recomendable mantener una humedad relativa de 95 %, colocando recipientes con agua dentro de la cámara.

Temperatura. Las diferentes especies de semillas tienen requerimientos distintos de temperatura para su germinación. Éstas se prescriben en las Reglas de ISTA. La temperatura indicada deberá ser la máxima y estar dentro de una variación de más o menos 1° C debida al aparato. Las semillas recién cosechadas son más susceptibles en cuanto a sus requerimientos de temperatura debido a efectos residuales de latencia.
Cuando se indican temperaturas alternas, la temperatura más baja se mantiene por 16 horas y la más alta por 8 horas, siendo necesario un sistema de cambio gradual que dure de 1 a 3 horas, dependiendo de si hay latencia en las semillas.

Luz. La mayoría de las semillas germinan en luz o en oscuridad, pero es recomendable proporcionar luz al sustrato para un mejor desarrollo.

Cuando se prescribe luz para la prueba, ésta puede ser natural o artificial. Debe cuidarse su intensidad de tal manera que no eleve la temperatura. Pueden utilizarse lámparas fluorescentes de luz blanca fría.

Es recomendable utilizar cámaras o estufas germinadoras con control de temperatura. En ausencia de estos aparatos se puede utilizar un cuarto germinador donde sea posible mantener una temperatura de 20° C. Contar con un cuarto germinador hace posible ensayar mayor número de muestras.

Tratamientos especiales. Cuando al final de la prueba se tienen semillas duras o frescas sin germinar, deberá repetirse una prueba después de almacenar la semilla por un tiempo o aplicando un tratamiento especial para rompimiento de latencia.

Estos tratamientos o métodos pueden aplicarse en la prueba original cuando se espera latencia en la semilla. Los tratamientos recomendados dependen del tipo de latencia presente en las semillas

Duración de la prueba de germinación. Es el tiempo desde que se inicia la prueba y se efectúa el primero y segundo conteo o recuentos de plántula. El conteo final señala la duración de la prueba. En el periodo de la prueba no se incluye el periodo de enfriamiento. La duración puede prolongarse 7 días adicionales, si al término del segundo conteo no se ha iniciado la germinación (ISTA).

Evaluación de las plántulas durante la prueba de germinación

Plántulas normales. Son aquéllas que presentan las estructuras esenciales bien desarrolladas e indicativas de su habilidad para producir plantas normales bajo condiciones favorables de suelo. Las plántulas normales pueden ser de 3 categorías:

Plántulas intactas. Pueden presentar una combinación de estructuras esenciales como sistema de raíz, bien desarrollado; sistema apical, bien desarrollado; número específico de cotiledones; hojas primarias verdes y expandidas; brote terminal o ápice; coleóptilo rígido y bien desarrollado. Plántulas con ligeros defectos. Muestran ligeros defectos en las estructuras anteriores o cierto retardo, sin que esto limite su crecimiento.

Plántulas con infección secundaria. Aquellas dañadas por hongos o bacterias, pero que es evidente que la semilla misma no es la

fuente de infección y se observa que las estructuras esenciales estaban presentes.

Plántulas anormales. Presentan una combinación de defectos en sus estructuras esenciales que limitan la continuación de su crecimiento y desarrollo. Estos defectos son bien marcados y varían según las especies. Para una acertada clasificación es conveniente referirse al Manual de Evaluaciónde Plántulas incluido en las reglas de ISTA.

Semillas sin germinar. Pueden ser semillas duras incapaces de absorber humedad, presentes en muchas especies de leguminosas. También pueden ser semillas frescas que resultan por latencia fisiológica; son capaces de absorber humedad, pero su desarrollo es bloqueado.

Semillas muertas. No muestran ningún signo de desarrollo y comunmente están flácidas, decoloradas y con presencia de hongos.

EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1. Semillas de maíz, frijol, trigo, arroz, sorgo, soya, girasol, ajonjolí y cártamo de diferentes variedades y distinto origen
2. Papel para germinación
3. Agua destilada
4. Bolsas de plástico
5. Ligas
6. Charolas
7. Cajas de petri
8. Germinadora
9. Marcadores

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La prueba de germinación se llevará a cabo utilizando el método Entre papel. Siguiendo las especificaciones de la ISTA. Se utilizarán 400 semillas por especie.

Las toallas de papel para germinación se humedecen con agua destilada. En una toalla deberán colocarse de 25 a 50 semillas, dependiendo de la especie de que se trate; posteriormente se cubren

con otra toalla de papel y se enrollan formando un taco; se deberán colocar verticalmente en un contenedor para introducir las muestras a la cámara germinadora, siguiendo las especificaciones de temperatura, humedad y tiempo de las Reglas Internacionales de Ensayos de Semillas (ISTA).

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Resultados de la evaluación de la prueba de germinación

De acuerdo con la duración del ensayo, se efectúan 2 conteos de plántulas en los que se registran plántulas normales, plántulas anormales, semillas sin germinar y semillas muertas, de acuerdo con las especificaciones que se incluyen en esta práctica y que son las que se establecen en las reglas de ISTA.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE RESULTADOS

El resultado de la prueba de germinación es el promedio de las 4 repeticiones de 100 semillas y se expresa como porcentaje de las plántulas normales. El porcentaje de plántulas anormales y demás semillas se calcula igual, debiendo sumar todo 100.

Para un resultado confiable de germinación, se evalúa el promedio, considerándose aceptable si la diferencia entre la repetición más alta y la menor no excede a la tolerancia permitida y especificada en las reglas ISTA.

Los resultados de la prueba deberán concentrarse en el Cuadro de Registro de Prueba de Germinación.

Una vez obtenidos los resultados para cada especie en estudio, el alumno deberá ajustar la densidad de siembra y la densidad de población adecuadas para cada cultivo en estudio.

El reporte de la práctica deberá entregarse una vez concluida la prueba en la siguiente sesión de laboratorio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Laboratorio de Producción y Tecnología de Granos y Semillas
FESC-UNAM
Departamento de Ciencias Agrícolas

Registro de Prueba de Germinación

A. VERIFICACIÓN DE GERMINACIÓN

Conteo	Fecha	1	2	3	4	Promedio	1	2	3	4	Promedio
Inicio											
1°											
2°											
Germinación normal											
Germinación anormal											
Semillas duras											
Semillas muertas											

DETALLE DE LA ANORMALIDAD

	Ausente	Corto	Débil	Retorcido	Rasgado	Fungoso	Albino
Tallo							
Raíces							
Hojas							

B. ANÁLISIS DE SANIDAD

Insectos	Huevo	Larva	Pupa	Adulto	Hongos	Porcentaje de semillas invadidas

Analista: Jefe del laboratorio:

3 PRUEBAS DE LABORATORIO PARA EVALUAR DAÑO EN GRANOS DURANTE LA COSECHA. BENEFICIO Y ALMACENAMIENTO

INTRODUCCIÓN

La prueba de verde rápido se usa para revelar la presencia y extensión del daño del pericarpio en granos de maíz. También puede ser utilizada para detectar daños en la cutícula de semillas de leguminosas de grano pequeño. El verde rápido, en bajas concentraciones, no es tóxico para los embriones y plántulas pequeñas; por lo tanto, con esta prueba se pueden poner a germinar semillas coloreadas y observar plántulas normales o anormales, además de observar la naturaleza del daño.

OBJETIVO

El alumno podrá identificar el daño mecánico durante la cosecha, el transporte, el almacenamiento y la comercialización de granos y oleaginosas de diferentes cultivos básicos.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Antecedentes

Categoría 1: Semillas o granos sin daños o daños leves

En esta categoría se incluyen granos que presentan daños ligeros o leves, es decir, superficiales o pequeñas áreas confinadas próximas al punto de unión del grano o semilla con la espiga, cerca o en la corona del grano o semilla y en áreas alejadas del eje embrionario.

Categoría 2: Semillas o granos con daños moderados

En esta categoría se incluyen los granos que muestran un daño más severo que el anterior y ocurre en cualquier parte de la misma, excepto en el eje embrionario. En esta clasificación se incluyen también las semillas o granos con daño, por insectos, no asociado con el eje embrionario.

Los granos en esta categoría usualmente liberan más electrolitos, principalmente azúcares, luego de la imbibición y son susceptibles al ataque de microorganismos de suelo si se siembran bajo condiciones adversas. La conservación del grano en almacén será durante un lapso más corto.

Categoría 3: Granos con daños severos

Corresponde a los granos con daños asociados directamente con el eje embrionario. Se incluyen las semillas o granos con pericarpios severamente dañados cerca del funículo. Áreas del pericarpio perdidas o extensivamente dañadas se consideran dentro de esta categoría. Las semillas con daños en el eje embrionario normalmente muestran un crecimiento anormal en la prueba de germinación. Las semillas con daño severo en el pericarpio normalmente tienen un pobre comportamiento bajo condiciones de estrés en el campo.

Cuando el daño esté sobre este porcentaje, el técnico durante la cosecha o el desgrane debe tomar los pasos necesarios para reducir el daño por manejo durante esta operación.

Un daño severo del pericarpio causará algunas pérdidas en el establecimiento (en caso de semilla), aunque la semilla esté tratada o durante la conservación (grano).

EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1. Verde rápido
2. Semilla de cultivos básicos
3. Cajas de Petri
4. Probetas de 2 litros
5. Pinzas y agujas de disección
6. Toallas de papel
7. Agua destilada
8. Agua
9. Microscopio estereoscópico

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Prepare una solución al 1 % de verde rápido. Añada un gramo de verde rápido a 1000 mL de agua destilada. Si solamente se necesita una pequeña cantidad de la solución, mezcle 0.1 g de verde rápido en 100 mL de agua, utilizando un recipiente adecuado de acuerdo con la cantidad de solución que se va a preparar.

- Contar cuatro repeticiones de 100 semillas cada una.
- Colocar cada repetición en una probeta o en algún otro recipiente lo suficientemente grande para que pueda quedar la semilla cubierta totalmente con la solución.
- Vierta suficiente cantidad de solución de verde rápido en cada recipiente hasta cubrir la semilla.
- Mezcle la semilla en la solución durante los primeros 30 segundos.
- Deje que la semilla repose en la solución por aproximadamente 2 minutos o más.
- Retire la solución de verde rápido y enjuague la semilla bajo agua corriente.
- Extienda cada una de las repeticiones de 100 semillas en una toalla absorbente o en papel para secar.
- Cuente las semillas en cada repetición de 100 que muestren rupturas teñidas en el pericarpio.
- Promedie el número para todas las repeticiones.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

El alumno deberá elaborar un reporte con el dictamen del estado de daño que presentan las muestras evaluadas y las acciones que se deberán tomar para evitar el daño a los granos o semillas en estudio.

El reporte se deberá entregar ocho días después de concluida la práctica.

4 TÉCNICAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS DE CALIDAD EN LOTES DE GRANOS DURANTE EL TRANSPORTE Y EN ALMACÉN

INTRODUCCIÓN

El surgimiento de la agricultura permitió a la humanidad abastecerse de alimentos. Es necesario almacenar los granos obtenidos después de la cosecha para su consumo en la época o tiempo que se requieran. El aumento de la producción por unidad de superficie obligó a conservar los excedentes de la cosecha buscando mantener la máxima calidad con la menor pérdida posible para garantizar la alimentación a una población cada vez mayor. En prácticamente todos los sistemas de producción se tienen excedentes que obligan a cualquier tipo de productor a guardar y preservar los excedentes de su cosecha, ya sea para autoconsumo o ya sea para comercio en la época más favorable.

A nivel mundial, las pérdidas de granos en la etapa de poscosecha son significativas. Frecuentemente se manejan porcentajes de pérdida del 12 al 15 %, llegando en algunos países a ser del 50 %, la mayor parte de esas pérdidas se deben a daños por insectos, microorganismos, roedores y pájaros; lo anterior es grave, ya que ocurre después de que se invirtieron recursos humanos y económicos y se sortearon limitantes y problemas hasta llegar a la obtención de la producción, en este punto sería deseable aprovechar al máximo posible la cosecha ya obtenida y disponible.

Para la comercialización de los granos y oleaginosas existen normas de calidad que es preciso conocer, con base en estos niveles, se trata de mantener los granos dentro de los estándares de calidad requeridos. Para conocer con certidumbre las características de los lotes de granos almacenados, existen procedimientos para su muestreo y el análisis de la calidad

OBJETIVOS

1. El alumno podrá identificar las técnicas para evaluar lotes de granos y oleaginosas de cultivos básicos.

2. El alumno estará familiarizado con las técnicas de muestreo de lotes de grano al momento de la recepción en la planta de beneficio.

3. El alumno será capaz de definir la calidad de un lote de grano almacenado a granel o encostalado, de acuerdo con los estándares de calidad establecidos en el mercado.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Antecedentes

Preservación de la calidad de los granos

Cuando los granos alcanzan el punto máximo de su calidad fisiológica (madurez) es necesario eliminar ciertos factores adversos que podrían afectar dicha calidad. Después de que el grano ha sido cosechado y se han eliminado los factores desfavorables que reducen su calidad (como ejemplos se pueden señalar el exceso de humedad, partes de planta, otras semillas, impurezas, entre otros contaminantes), su preservación depende de las siguientes operaciones: muestreo, clasificación, determinación del contenido de humedad, limpieza, secado y condiciones de almacenamiento.

Muestreo

Consiste en elegir pequeñas cantidades de granos que, en su conjunto, forman una muestra representativa del lote de granos. Para que sea representativa, la muestra deberá poseer todas las características del lote, por lo que la recolección de la muestra es una operación muy importante para establecer, con cierta certidumbre, las características del lote completo. La clasificación del lote de granos y oleaginosas debe ser efectuada de una manera correcta para evitar distorsiones en los datos, lo que podría traer consecuencias indeseables para el almacenamiento o comercialización del producto.

Equipo utilizado para el muestreo de granos y semillas

Muestreador simple. Se utiliza para el muestreo de productos envasados. Los muestreadores simples son metálicos y tienen forma cónica con una abertura para recibir los granos y un orificio por donde pasa el producto.

Muestreador compuesto o sonda de alvéolos. Se utiliza para el muestreo de productos a granel. Posee varias aberturas que permiten la retirada de pequeñas muestras a diversas profundidades. Se utiliza para recolectar muestras en camiones, silos, vagones de ferrocarril, etcétera.

Sonda manual. Esta sonda puede introducirse a distintas profundidades, por lo que es utilizada para recolectar muestras de productos a granel hasta los seis metros de profundidad.

Sonda neumática. Permite recolectar muestras a grandes profundidades por medio de la succión de granos. Puede ocasionar errores en el muestreo debido a que extrae una mayor cantidad de impurezas livianas.

Recipiente tipo pelícano o cucharón. Es un recolector de muestras para productos a granel que, por lo general, se utiliza cuando el producto está en movimiento, a la salida de los transportadores, ductos de descarga, cintas transportadoras.

Momento en que se realiza el muestreo

Cuando se recibe el producto. El muestreo tiene por finalidad determinar el contenido de humedad, las impurezas, los daños y la clasificación del producto; en el caso específico del trigo, calcular el peso por hectolitro.

Durante el almacenamiento. El muestreo se realiza para inspeccionar y clasificar el producto. La inspección tiene por objetivo comprobar la existencia de insectos, hongos y roedores, y si existe deterioro; además, está destinado a cuantificar el contenido de humedad del producto.

Durante la transferencia y comercialización del producto. El muestreo tiene la finalidad de clasificar el producto.

Índice de muestreo

En productos ensacados. Primero se establece el número de sacos a muestrear. Cuando el lote contiene menos de 10 sacos, todos los envases deben muestrearse; si el lote contiene de 10 a 100 sacos se recomienda muestrear por lo menos 10 sacos. Para lotes mayores de 100 sacos, el muestreo debe realizarse siguiendo las recomendaciones del Cuadro 1, en cada caso debe seleccionarse la toma de muestras adecuada (en zigzag, en cruz, en círculo, etc.) procurando que sea bien representado el lote.

Después de establecer el número de sacos que deben ser muestreados se recolectan las muestras con un calador simple. El calador debe introducirse desde abajo hacia arriba, con un movimiento de vaivén para hacer más fácil la salida del producto. Después de retirar el producto, se debe hacer una "X" con la punta del calador, en el orificio, con el objeto de reacomodar la malla del saco.

Para la homogeneización y división de la muestra se pasa el grano por el homogeneizador tipo Boerner, para que la muestra sea representativa del lote.

La división de la muestra tiene por objetivo hacer más fácil su manejo; la parte de la muestra que no se utiliza en el análisis debe ser devuelta al lote de extracción. Durante la recepción del producto, normalmente se preparan dos muestras de aproximadamente un kilo cada una: una servirá para el análisis y la otra para el archivo o muestra testigo. Por lo general, durante el almacenamiento, se prepara una sola muestra para el análisis.

Cuadro 1. Número de sacos a muestrear para lotes de más de 100 sacos

Número de sacos totales	Número de sacos a muestrear	Número de sacos totales	Número de sacos a muestrear
101 - 121	11	1090- 1156	34
122-144	12	1157-1225	35
145-169	13	1226-1296	36
170-196	14	1297-1369	37
197-225	15	1370-1444	38
226-256	16	1445-1521	39
257-289	17	1522-1600	40
290-324	18	1601 - 1681	41
325-361	19	1682-1764	42
362-400	20	1765-1849	43
401-441	21	1850- 1936	44
442-484	22	1937-2025	45
485-529	23	2026-2126	46
530-576	24	2117-2209	47
577-625	25	2210-2304	48
626-676	26	2304-2401	49

Las muestras deben ser envasadas en recipientes apropiados e identificadas para su posterior análisis de calidad.

Muestreo de productos a granel. El número de puntos a muestrear en los vehículos varía en función de su capacidad. En vehículos de hasta 15 toneladas se establecen por lo menos cinco puntos de muestreo. Los puntos de muestreo deben variar de un vehículo a otro para evitar posibles fraudes.

Para realizar el muestreo en silos se deben considerar cinco puntos de muestreo; se recomienda que uno de ellos esté ubicado en el centro del silo.

En los graneros horizontales o bodegas es conveniente aumentar el número de puntos de muestreo, cuidando que estén bien distribuidos en la superficie de los granos. Tanto en silos como en bodegas, las muestras se deben tomar a cada metro de profundidad con la sonda manual o neumática. Después de recolectar las muestras de cada lugar de muestreo es necesario homogeneizarlas y dividirlas.

Para el muestreo en ductos de descarga y cintas transportadoras se recomienda establecer los siguientes números de recolección:

- Lotes de hasta 10 toneladas: 20 tomas
- Lotes de hasta 50 toneladas: 22 tomas
- Lotes de hasta 100 toneladas: 25 tomas
- Más de 100 toneladas: mínimo 25 tomas por cada 100 toneladas.

Las muestras se deben recolectar con el muestreador apropiado, a la salida de los ductos de descarga o en las cintas transportadoras.

Clasificación

La clasificación de los granos, según los estándares de calidad fijados por las autoridades correspondientes, constituye un requisito básico para racionalizar la comercialización de los granos y, al mismo tiempo, proporciona elementos que hacen más fácil mantener las existencias que sirven de reserva. La comercialización de granos en los países cuya producción agrícola está más organizada, obedece siempre a patrones oficiales. Según estos patrones oficiales, los granos de cereales y leguminosas se clasifican de acuerdo con su calidad.

La clasificación del producto en una clase o grupo incluye la referencia sobre la especie, la variedad, la forma, el estado de presentación y el uso.

Una vez tomada la muestra de un lote de granos, se debe hacer el análisis de calidad.

Parámetros a evaluar en la muestra de granos

Contenido de humedad de los granos

Los granos están constituidos por materia seca y por cierta cantidad de agua. La materia seca está formada por las proteínas, los carbohidratos, las grasas, las vitaminas y las cenizas. El agua existente en la estructura orgánica de los granos se presenta bajo distintas formas, pero para fines prácticos se consideran dos tipos de agua: el agua libre que se retira fácilmente por medio de calor y el agua que retiene la materia sólida y que sólo se libera por la acción de altas temperaturas, lo que puede originar la volatilización y descomposición de las substancias orgánicas y, por lo tanto, la destrucción del producto.

El contenido de humedad de los granos se expresa, por lo general, como porcentaje del peso total del grano (base húmeda):

% en base húmeda = PA / PT X 100

PA= peso del agua
PT = peso del agua + peso de la materia seca (peso total del grano)

Métodos para determinar el contenido de humedad

La determinación del contenido de humedad de los granos debe realizarse en todas sus etapas de manejo para definir el momento de la cosecha hasta la salida del almacenamiento. La medición de humedad debe ser exacta, ya que el contenido de humedad de los granos es muy importante para mantener la calidad del producto almacenado, y en el caso de la semilla, para mantenerla viable durante más tiempo. Esta determinación presenta también una gran importancia desde el punto de vista comercial, ya que el precio varía en función de la humedad del grano.

Existen varios métodos para determinar el contenido de humedad de los granos y se clasifican básicamente en dos grupos, directos e indirectos.

Métodos directos

Se consideran los métodos básicos; de estos, los principales son los métodos de la estufa, la destilación y los rayos infrarrojos.

Método de la estufa. Para determinar la humedad de los granos se somete una muestra de granos de peso conocido al secado y se calcula el porcentaje de humedad a través del peso que se pierde durante el secado. Para obtener el porcentaje de humedad se divide la pérdida de peso de la muestra entre el peso original de ella y el resultado se multiplica por 100:

$$\text{Contenido de humedad (en \%)} = \frac{P_i - P_f}{P_f} \times 100$$

P_i = peso de la muestra antes del secado
P_f = peso de la muestra después del secado

Con relación a la temperatura y el tiempo de secado de las muestras existen diversos métodos cuyas referencias se encuentran en la bibliografía especializada(ISTA, 2007). Los métodos se diferencian sobre todo en lo que concierne a la temperatura de la estufa, al periodo de secado y al estado físico de la muestra (granos enteros o molidos).

De acuerdo con las reglas internacionales aprobadas por la Asociación Internacional de Probadores de Semillas(ISTA, International Seed Testing Association), la humedad en las semillas se estima con este método, en el que se recomienda el secado de algunos granos a 103° C ± 2° C por un periodo de 17 horas, o a una temperatura de 130° C ± 3° C por un periodo de cuatro horas para el caso del maíz; dos horas para los demás cereales y una hora para otros granos. Las reglas internacionales especifican cuáles granos deben molerse. Para todas las especies de semillas, este reglamento recomienda también el método de la estufa a 105° C ± 3° C por un lapso de 24 horas, sin moler el grano.

Métodos indirectos

Son los más usados en la práctica y generalmente incluyen los métodos eléctricos. Los aparatos eléctricos tienen que ser calibrados con los métodos directos.

Equipos eléctricos. Algunas propiedades físicas de los granos dependen en gran medida del contenido de humedad. Basado en este principio se construyeron diversos tipos de determinadores de humedad, los cuales se calibran con uno de los métodos directos (estufas, etcétera).

Los aparatos eléctricos son de gran utilidad durante el almacenamiento de los granos porque, periódicamente y con facilidad, se puede determinar su contenido de humedad.

Determinación del peso volumétrico

Para determinar el peso volumétrico de granos y oleaginosas se utiliza una balanza de peso volumétrico que establece kilogramos por hectolitro. En el cuadro siguiente se pueden observar algunos valores medios normales por especie.

Cuadro 2. Peso hectolítrico de cultivos básicos (ISTA)

Especie	Peso volumétrico kg/hl	Especie	Peso volumétrico kg/hl
Ajonjolí	66	Maíz	75
Avena	50	Sorgo	82
Cártamo	53	Soya	70
Frijol	75	Trigo	80

EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1. Muestreadores y caladores
2. Bolsas de papel
3. Marcadores
4. Divisor Boerner
5. Báscula granataria
6. Báscula para peso volumétrico
7. Diafanoscopio
8. Lupa
9. Grano almacenado de maíz, trigo, cebada, sorgo, frijol, avena, arroz y soya

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Con el calador adecuado se obtendrán las muestras primarias que conformarán la muestra compuesta representativa del lote de granos, de la que a su vez se obtendrá la muestra de envío.

Esta muestra debe homogeneizarse, para lo cual se utiliza el aparato homogeneizador tipo Boerner y después se le reduce al peso mínimo para constituir la muestra de trabajo.

La muestra de trabajo (o submuestra) después de pesada se clasificará en sus componentes, es decir, granos, granos de otros cultivos y materia inerte.

En general, la separación se basará en un examen de cada partícula de la muestra, determinando a qué componentes pertenece.

La separación del grano puro se puede efectuar visual o mecánicamente, según sean las características de los granos, de forma que no se modifique su capacidad de germinar.

Después de la separación de los tres componentes se realiza la identificación de las semillas encontradas de otros cultivos.

En seguida se realiza el pesaje de la materia inerte y de las semillas de otros cultivos, los resultados se anotan en el Registro de Análisis de

Calidad específica para el laboratorio. El peso de la fracción pura se puede determinar por diferencia de peso, esto es, peso inicial menos el peso de la materia inerte y semillas de otros cultivos, o por el pesaje directo.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

Cálculo y expresión de los resultados

El porcentaje en peso de cada constituyente se calculará con una cifra decimal. Los porcentajes se basarán en la suma de los pesos de los componentes, no en el peso inicial de la muestra de trabajo; no obstante, la suma de los pesos de los componentes deberá compararse con el peso inicial como comprobación de una posible pérdida de material o de cualquier otro error.

Los porcentajes de grano puro, otras semillas y materia inerte, se anotarán en los espacios correspondientes de la hoja de resultados del análisis de calidad del Laboratorio de Producción de Granos y Semillas.

Si el resultado de un componente fuera nulo, se expresará como 0.0 en el espacio que le corresponda.

Deberá emitirse un dictamen de la calidad del lote de grano o semilla de acuerdo con la normatividad establecida en el documento oficial del Laboratorio de Producción y Tecnología de Granos y Semillas FESC-UNAM, denominado Registro de Análisis de Calidad.

El reporte de la práctica deberá entregarse una vez concluida la prueba en la siguiente sesión de laboratorio.

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO **FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN** **Laboratorio de Producción y Tecnología de Granos y Semillas** **FESC-UNAM** **Departamento de Ciencias Agrícolas** **Registro de Análisis de Calidad**

LABORATORIO EN:	MUESTRAS REMITIDAS DE:	FECHA DE:		
		Muestreo	Recepción	Análisis

CULTIVO	VARIEDAD	ORIGEN		
ALMACÉN	**BODEGA**	**SECCIÓN**	**ESTIBA**	**CANTIDAD KG**

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Olor	Color	Humedad	Peso Volumétrico	Grano Kg.	Eficiencia de Selección

COMPONENTES DE LA MUESTRA			MATERIA INERTE	
Nombre	**Peso**	%		**Cantidad**
1. Grano puro			Grano quebrado	
2. Granos de otros cultivos			Fragmentos de plantas	
3. S. de malas hierbas			Piedras	
4. Materia inerte			Arena	
			Tierra	
			Otros	
Total			**Total**	

5 PRINCIPIOS GENERALES DEL ALMACENAMIENTO, CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS GRANOS BÁSICOS

INTRODUCCIÓN

La conservación y protección de los granos almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica. Desde que los seres humanos empezaron a acumular reservas de una manera organizada, particularmente las de tipo alimenticio, trataron de buscar los mejores medios para asegurar su preservación, para su utilización en la época, meses después o hasta en años posteriores, según les conviniera.

Actualmente, el almacenaje se ha convertido en una práctica de elevado contenido técnico, gracias a la acumulación de experiencias a lo largo de miles de años. Asociar el almacenaje con la política actual de implantar reservas reguladoras debe llevar a conservar científicamente los granos y a solucionar múltiples factores físicos, químicos y biológicos que se encuentran íntimamente conectados con esta compleja actividad. La cosecha en la mejor época, la limpieza, el secado, los almacenes adecuados en cuanto a ubicación, condiciones ambientales, orientación y proyecto, los silos con sistemas de aireación, y la calidad del producto durante el periodo del almacenaje, determinan su conservación.

Los granos almacenados se consideran como una masa porosa, constituida por los mismos granos y el aire intersticial. Constituyen un material biológico vivo, que usa el oxígeno del aire de los intersticios y deja libre el gas carbónico. Tienden a deteriorarse por ese proceso natural. Bajo condiciones ambientales favorables a la actividad metabólica, el fenómeno de la respiración se transforma en el principal agente responsable del deterioro. Este deterioro puede evaluarse, en muchos casos, a través del desarrollo de hongos, pérdida de capacidad de panificación, incremento de la acidez y el endurecimiento de los granos. En el caso de las semillas se tiene baja germinación y pérdida del vigor.

OBJETIVOS

1. El alumno aprenderá la importancia del acondicionamiento, almacenamiento y conservación de los granos y oleaginosas.

2. El alumno trabajará durante la práctica con un lote de grano que deberá analizar y del que diagnosticará el estado en que se encuentra y las medidas correctivas y preventivas para su conservación.

ACTIVIDADES PREVIAS A LA PRÁCTICA

Antecedentes

El almacenaje, que se considera una etapa final del proceso de producción, puede verse afectado por los siguientes factores:

- Uso de semillas no seleccionadas.
- Condiciones adversas durante la cosecha.
- Ataque de plagas y enfermedades durante el cultivo.
- Permanencia innecesaria del producto en la planta tras la maduración fisiológica.
- Daños mecánicos en la cosecha, limpieza, transporte, clasificación y manejo del grano en general.
- Secado inadecuado o inoportuno.
- Almacenaje inadecuado.

Por lo tanto se hace necesario que durante el periodo de almacenaje, la conservación y la protección de los granos se realice de manera segura, eficiente, técnicamente viable y económicamente factible. Dentro del contexto de la conservación y protección de los granos almacenados se tratarán aquí los métodos para un control eficiente de los insectos, roedores y hongos.

Insectos que atacan los granos almacenados

Estos insectos tienen características propias que los distinguen de los que se encuentran en la mayor parte de los cultivos. Son pequeños, prefieren los sitios oscuros, son capaces de esconderse en grietas muy reducidas

y se caracterizan por su elevada capacidad de reproducción, lo que permite que pocos insectos formen una población considerable en muy poco tiempo. Por esta razón, una pequeña infestación inicial puede dañar dentro de pocos meses una gran cantidad de granos almacenados.

Los insectos que atacan los granos almacenados se dividen en primarios y secundarios, según su tipo de alimentación. Los insectos primarios tienen la capacidad de atacar los granos enteros y sanos. Algunos insectos que pertenecen a este grupo pasan sus etapas inmaduras en el interior del grano y sólo los adultos pueden ser observados en la superficie. Otro grupo de insectos primarios vive y se desarrolla afuera de los granos y se alimenta del embrión o germen.

Los insectos secundarios son los que no consiguen atacar los granos enteros. Se alimentan de los granos quebrados, partículas de granos y polvos que quedan después del ataque de los insectos primarios. Algunos de los insectos de este grupo se alimentan también de los hongos que se desarrollan en los granos húmedos.

Los insectos son animales artrópodos, cuyo cuerpo está cubierto de un tegumento denominado exoesqueleto y está dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. En la cabeza están los órganos de los sentidos y el aparato bucal, mientras que el tórax contiene los tres pares de patas y las alas; en el abdomen están los órganos digestivos y respiratorios. Los insectos respiran a través de tráqueas.

Ciclo de vida. Los insectos que atacan los granos almacenados pertenecen al orden coleóptero (pequeños escarabajos llamados gorgojos) y al orden lepidóptero (pequeñas mariposas, palomillas o polillas). Se desarrollan a través de la metamorfosis (cambio de forma) que puede ser gradual o incompleta y completa.

La mayor parte de los insectos de los granos almacenados se desarrollan a través de la metamorfosis completa. Ponen el huevo dentro o sobre la superficie del grano, que pueden ser de varias formas y tamaños. Después del periodo de incubación, que varía de una especie a otra, dan origen a las formas inmaduras o larvas.

La larva, que representa la etapa comprendida entre la eclosión del huevo y la de pupa, presenta dos características bien definidas: alimentación y crecimiento. Durante el crecimiento consume una cantidad de alimento varias veces mayor que su propio peso.

En la etapa de pupa, el insecto sufre cambios profundos, internos y externos. Es un periodo de reposo aparente, a lo largo del cual adquiere las características de adulto. La etapa de insecto adulto, escarabajo o mariposa, tiene como principal función la reproducción y diseminación de la especie.

Los insectos de los granos almacenados presentan características apropiadas para el ambiente en donde se desarrollan y viven. Son pequeños, se movilizan en los espacios intersticiales de la masa de granos y están adaptados para vivir en un ambiente oscuro.

Los escarabajos o gorgojos son resistentes y de tamaño pequeño, lo que les permite movilizarse en los reducidos espacios que existen entre los granos, así como en las grandes profundidades de los silos, donde los granos se encuentran sometidos a grandes presiones. Las palomillas o polillas son frágiles y, por lo general, permanecen sobre la superficie de la masa de granos debido a su incapacidad de penetrar en ella, por lo que causan menores daños que los gorgojos o escarabajos. Todos los insectos que atacan los granos almacenados se caracterizan por su alta capacidad de proliferación.

Principales insectos

Gorgojo de los cereales *(Sitophilus spp.)*. Existen tres especies que son plagas importantes de los cereales almacenados; el gorgojo de los graneros o del trigo, Sitophilus granarius (L.); el gorgojo del maíz, Sitophilus zeamais Motschulsky, y el gorgojo del arroz, Sitophilus orizae (L.). Las especies Sitophilus orizae y Sitophilus zeamais son prácticamente idénticas. Aunque las dos especies pueden encontrarse a menudo atacando el mismo producto, se ha observado que S. zeamais es el principal responsable por las infestaciones que preceden a la cosecha, debido a la mayor tendencia de la especie a volar. Ponen los huevos dentro del grano y la larva, que no tiene patas, hace un túnel y se alimenta en el interior del grano. Desde que la hembra pone los huevos hasta la salida del adulto se requieren de 30 a 40 días bajo condiciones climáticas favorables. Cada hembra puede poner aproximadamente 300 huevos en su vida reproductiva.

Pequeño barrenador o taladrillo de los granos (*Rhyzoperta dominica F.*). En general ataca a la mayoría de los granos. El adulto mide alrededor de 3 mm de largo, su tamaño puede variar según el ambiente en el que se desarrolla. Cada hembra en su etapa reproductiva puede poner de 400 a 500 huevos en la parte posterior del grano. Desde el momento en que ponen los huevos hasta la salida del adulto son necesarios 30 días para su desarrollo bajo condiciones climáticas favorables.

Polilla o palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella O.)*. Es una pequeña palomilla de coloración amarilla pajiza, que se reconoce fácilmente por estar siempre volando en el almacén o andando rápidamente por sobre los granos o los sacos. Bajo condiciones ideales necesita 35 días para complementar su ciclo evolutivo. El promedio de huevos que pone la hembra, a los dos o tres días luego de que sale del grano, es cercano a 80. Los adultos no se alimentan y no viven más que unos cuatro días.

Gorgojo de la harina (*Tribolium confusum, Tribolium castaneum H.)*. Como estos insectos adultos o sus larvas no tienen mandíbulas muy resistentes, no son capaces de atacar granos enteros y sanos; atacan harinas y granos quebrados o dañados por otros insectos. Son, pues, insectos secundarios. El adulto mide de 3 a 4 mm de ancho y posee el cuerpo muy ancho y ligeramente plano. El Tribolium castanaeum es un poco menor que el Tribolium confusum. La hembra pone de 300 a 500 huevos en el exterior de los granos. El desarrollo, desde el huevo hasta el adulto, necesita de 30 a 35 días en condiciones favorables.

Gorgojo del frijol *(Acanthoscelides obtectus Say)*. Posee el cuerpo compacto, de 3 a 4 mm de largo. Inicia su ataque en el campo. Las hembras ponen los huevos en el interior de las vainas y después del nacimiento las larvas se introducen en los granos. Cada hembra puede poner unos 100 huevos. El periodo de desarrollo del insecto es de 23 a 27 días bajo temperaturas óptimas. Los adultos viven poco tiempo, alrededor de 20 días. Varios insectos pueden desarrollarse dentro de una misma semilla. La infestación se reconoce porque los granos de frijol presentan minúsculos orificios de entrada del insecto. Además del Acanthoscelides obtectus, el Zabrotes subfasciatus es también responsable de grandes daños al frijol almacenado.

Polilla o palomilla de las harinas (*Plodia interpunctella H.*). Ataca los cereales, sobre todo al trigo, maíz y arroz. Es una pequeña mariposa de color gris oscuro, con un tercio de base clara, blanco grisáceo. Cada hembra pone un promedio de 170 huevos a los tres o cuatro días de nacida. Los adultos viven alrededor de 10 días. El periodo para su desarrollo es de unos 30 días en condiciones favorables. Durante el día tiende a evitar la luz, permaneciendo quieta, y es de noche cuando presenta mayor capacidad de vuelo.

Los daños provocados por los insectos de los granos almacenados pueden ser similares a los causados a los cultivos. Se estima que del 5 al 10 % de la producción mundial se pierde a causa de los insectos, lo que equivale a la cantidad de granos necesaria para alimentar a 130 millones de personas anualmente. Estos valores no consideran otros daños, como son el calentamiento de la masa de granos, la diseminación de hongos, los costos de las medidas de control, etcétera. Se pueden mencionar algunos tipos de daños, tales como el daño directo, el daño indirecto y el daño ocasionado por los tratamientos químicos.

El daño directo sucede cuando los insectos consumen el grano y se alimentan del embrión o endospermo, lo que causa pérdida de peso, reducción de la germinación y menos cantidad de nutrientes. Por consiguiente, su cotización en el mercado disminuye. Otro daño directo es la contaminación por las deposiciones, las telas formadas por las polillas y los cuerpos de los insectos o parte de los mismos. Existe también el daño que ocasionan en las estructuras de madera, en instalaciones y en los equipos, creando focos de infestaciones y escondrijos para otros insectos.

Los daños indirectos son el calentamiento y la migración de la humedad, la distribución de parásitos a los seres humanos y a los animales, y el rechazo del producto por parte de los compradores. Los granos pueden calentarse como resultado directo de un ataque de insectos. A este fenómeno se le denomina bolsa de calor, debido a que los granos poseen una baja conductividad térmica y las pequeñas cantidades de calor generadas por los insectos no se disipan. La alta temperatura estimula a los insectos a una mayor actividad, lo que resulta en la formación de nuevos focos, hasta que toda la masa de granos se encuentra infestada y caliente.

Entre los daños causados por el tratamiento químico contra los insectos, los más importantes son los costos de los insecticidas, los equipos utilizados en el tratamiento fitosanitario y los residuos tóxicos, que afectan al trabajador y al consumidor.

Medidas de sanidad y controles preventivos

Las medidas de sanidad pretenden eliminar los insectos o, por lo menos, reducir su multiplicación. Los controles preventivos sirven para complementar otros métodos de control. Para administrar un control integrado, preventivo y curativo es muy importante que se haga a menudo una inspección del almacén y del producto.

Inspección

La inspección es el paso más importante del control preventivo y tiene como objetivo encontrar las probables fuentes de infestación y contaminación. Debe inspeccionarse el grano cuando se recibe y con cierta regularidad durante el periodo de almacenamiento. Los factores a observar durante la inspección son la humedad, la temperatura, el índice de infestación, los hongos, las materias extrañas, las impurezas y la contaminación por roedores y pájaros.

Preparación y limpieza del almacén

Antes de ocupar nuevamente una unidad de almacenaje se debe limpiar cuidadosamente la parte interna y externa del almacén. En el área alrededor de las instalaciones se debe observar si hay acumulación de granos, depósitos de sacos, hierba alta, aberturas por donde podrían entrar los pájaros y roedores, goteras en el techo y filtraciones en las paredes laterales. Se debe también desinfectar toda el área alrededor de la unidad almacenadora en el periodo entre cosechas.

Se deben tomar medidas para que el almacén se conserve siempre limpio, no solamente las paredes y pisos, sino también todos los equipos que allí estén. En el periodo entre cosechas, la parte interna del almacén y los equipos deben ser desinfectados con insecticidas de buena capacidad residual. Tales medidas contribuirán a que el nuevo lote de granos no se infeste durante su almacenaje.

Otra medida de control preventivo se refiere al uso de envolturas resistentes a la penetración de insectos. Esta resistencia dependerá del material usado, de su espesor y del sistema de cierre o costura de tales envolturas.

Controles correctivos

En general se puede decir que los controles destinados a los granos almacenados son similares a los métodos empleados en los cultivos. Existen varios métodos de control, entre los que se encuentran el legislativo, el mecánico, el físico, el químico y el biológico (que es muy poco usado).

Control legislativo. Incluye la cuarentena y la sanidad. La cuarentena comprende las prohibiciones o restricciones impuestas al transporte de los granos almacenados que se supone están infestadas por plagas. La sanidad se refiere a las medidas de higiene que se deben tomar para disminuir o eliminar los insectos. Tales medidas comprenden la cosecha en la época adecuada, la utilización de equipos desinfectados, la limpia cuidadosa de los granos y de los depósitos, los almacenes bien tapados y a prueba de roedores y pájaros, y el cuidado de no mezclar productos de distintas cosechas.

Control mecánico y físico. Incluye la humedad y la temperatura, el impacto, el almacenaje hermético, el traspaleo, las envolturas resistentes a la penetración de insectos, los polvos abrasivos, la radiación y la resistencia del grano.

La humedad y la temperatura

La humedad y la temperatura son muy importantes en el control de plagas de los granos almacenados. Para los insectos, la principal fuente de humedad es la humedad inicial del grano y, en menor escala, la humedad atmosférica y el agua metabólica. Por ello, es importante almacenar los granos con contenidos bajos de humedad, que reducen la posibilidad de incidencia de insectos. Las bajas humedades y las bajas temperaturas limitan la sobrevivencia y la reproducción de muchos insectos. El porcentaje mínimo de humedad en los granos, requerido para la reproducción de los insectos es de 9 por ciento, pero es difícil alcanzarlo debido al equilibrio higroscópico del grano con el medio ambiente y, además, no es conveniente por la pérdida de peso

de los granos. Cuando la humedad aumenta del 12 al 15 por ciento, los insectos se desarrollan y se reproducen con mayor intensidad. Por encima de estos límites, predominan los ácaros y los hongos, y a mayores humedades prevalecen las bacterias.

La proliferación de los insectos puede provocar un aumento sensible en la temperatura de la masa de granos. Para obtener un buen control se necesita conservarlos a bajas temperaturas, a través de sistemas de aireación, dentro de niveles económicamente aceptables. La mayor parte de los insectos no se reproduce si se les mantiene a temperaturas inferiores a los 21° C o superiores a los 35° C por largos periodos de tiempo. Las temperaturas favorables a la reproducción están entre estos puntos, considerándose los 28° C como ideal.

El almacenaje hermético

Consiste en no permitir que haya entrada del aire al interior del silo. Los granos e insectos consumen el oxígeno presente y lo sustituyen por el CO_2, muriendo por asfixia.

El traspaleo

Consiste en pasar el grano de un silo a otro por medios mecánicos, lo que reduce la temperatura y dispersa la humedad acumulada en algunos puntos de la masa de granos. Hay que preocuparse de no transitar granos infestados. Cuando haya necesidad se podrá efectuar una fumigación antes del traspaleo o durante él; este proceso sólo es aplicado en grandes instalaciones, dotadas de sistemas mecanizados de manejo del grano.

El empleo de variedades resistentes

El control de insectos mediante el empleo de variedades de granos resistentes a su ataque representa un método seguro y económico. Se considera variedad resistente a la que, bajo condiciones iguales y gracias a su constitución genotípica, se daña en menor intensidad por el ataque de un determinado insecto, que otra variedad menos resistente. Este sistema se usa principalmente para prevenir ataques de insectos en el campo.

Control químico

El método del control químico debe ser considerado como un complemento a las otras medidas, como la sanidad, el manejo de la temperatura y la humedad, el uso de instalaciones adecuadas, etcétera. Las principales desventajas del uso del control químico son, entre otras, que el control no es permanente, que puede haber riesgos de explosiones, residuos y toxicidad en el momento de la aplicación, y además, que causa resistencia de los insectos a determinados productos. El costo de los insecticidas y equipos es elevado y aumenta considerablemente el costo total de almacenaje de los granos en periodos prolongados.

Aplicación de insecticidas, fumigantes y medidas de control

Fumigación de maíz en mazorca

El almacenaje del maíz en mazorcas es una práctica bastante usada por los agricultores en pequeña escala. Para la operación de fumigación se recomienda la dosificación que aparece indicada en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Fumigación de maíz en mazorca

Fumigantes	i.a. en la fórmula (%)	Duración de la fumigación (horas)	Dosificación por m³
Fosfato de aluminio	57	72	1 tableta (de 3 g)
Fosfuro de aluminio	57	72	5 comprimidos (de 0.6 g)

Fumigación de granos ensacados

Se puede hacer la fumigación de granos ensacados por medio de cámaras móviles o en carpas de plástico que permitan la fumigación de cada pila en forma separada. Las carpas o lonas plásticas usadas para fumigar deben ofrecer, además de impermeabilidad a los gases, una buena resistencia al choque mecánico. La hermeticidad en el punto de contacto de la lona con el piso se realiza con culebras de arena, que pueden ser confeccionadas con lonas o sacos abiertos, de los cuales se cortan fajas de 25 cm de ancho por 1.5 a 2.0 m de largo. Después de coserlas se llenan de arena, lo que permite un buen cierre.

Las pastillas o tabletas del fumigante se distribuyen en un recipiente abierto, en los rincones de la pila. El tiempo de exposición varía de 72 a 120 horas, dependiendo de las condiciones de temperatura: a menor temperatura, debe dejarse más tiempo. Después del tiempo de exposición se deben abrir puertas y ventanas para una mejor eliminación de los gases.

Cuadro 2. Fumigación de granos ensacados

Fumigante	Temperatura del grano (°C)	Duración de la fumigación (horas)	Dosificación
Fosfuro de aluminio	más de 25	72	1 a 3 tabletas (de 3.0 g) por cada 15 a 20 sacos
	16-26	96	
	10-15	120	

Fumigación de granos ensacados usando fosfina

• Comprobar la estabilidad de la pila, o sea, que los sacos estén bien estibados y que no haya peligro de que se derrumben.
• Examinar el piso alrededor de la pila, comprobando si hay grietas o agujeros.
• Inspeccionar las carpas o lonas a utilizarse en la parte superior de la pila, para observar que no existan perforaciones o roturas. Las carpas deben estar en perfectas condiciones.
• Colocar la carpa plástica sobre la pila.
• Calcular la dosis correcta de pastillas o tabletas de fosfuro de aluminio que debe ser aplicada.
• Distribuir alrededor de la pila, por debajo de la carpa plástica, las cantidades del fumigante que ya fueron calculadas.
• Sellar la carpa plástica con el piso del almacén utilizando culebras de arena, de forma muy cuidadosa para evitar que se escape el gas.
• Dos horas después, comprobar si existen escapes de gas utilizando equipo especial y material de seguridad para los operarios.
• Dejar la cámara totalmente cerrada por lo menos tres días. Si se deja menos tiempo se reduce considerablemente la eficacia de la fumigación.
• Retirar la carpa plástica, siempre observando el sentido del viento. Abrir todas las puertas y ventanas para facilitar la salida de los gases remanentes.
• Hacer una pulverización residual con insecticida en todos los lados y en lo alto de la pila para prevenir una reinfestación del grano.

Roedores

Los roedores constituyen un serio problema, ya que causan enormes daños en la conservación y almacenaje de los granos alimenticios y sus subproductos. Las pérdidas y destrucción de productos equivalen a diez veces el valor de lo que consumen como alimento. Las ratas consumen el 10 por ciento de su peso diariamente, mientras que los ratones comen del 10 al 16 por ciento de su peso. Además, los roedores depositan sus excrementos, orinas, pelos y pulgas sobre los productos almacenados, contaminando, por consiguiente, la masa de granos y el mismo almacén. Los dientes incisivos de estos animales son capaces de roer materiales como madera, sacos y ladrillos. Pueden roer tubos de plomo, hilos de conducción eléctrica y causar incendios a través de cortocircuitos.

Además de ser animales destructores, los roedores son una fuente de enfermedades para los seres humanos y para los animales domésticos: transmiten la peste bubónica (provocada por la bacteria Pesteurella pestia), la fiebre de mordedura de ratón (producida por la bacteria Spirillum minas y Streptobacillus moniliformis), la ictericia (provocada por la bacteria Leptospira icterohaemorrhage), la rabia y otras enfermedades ocasionadas por mordeduras directas o por la orina y las deposiciones, y a través de sus parásitos internos o externos.
Los roedores se caracterizan por pertenecer al grupo de los mamíferos más prolíferos. Son animales de gran potencial biótico, es decir, poseen gran capacidad de reproducción. Otra importante característica es su adaptación a las más distintas áreas ecológicas. Soportan todos los climas, desde los más fríos hasta los más calientes, y viven en regiones de alta vegetación o en áreas prácticamente estériles.

Presencia de roedores en el almacén. Dado que el ratón presenta una ruta regular en su movimiento, produce un rastro bien definido. En el exterior de los edificios su presencia se distingue porque deja un camino liso en el suelo, sin vegetación. En el interior de los almacenes se perciben las huellas dejadas en los rincones, debido al polvo y las harinas que hay normalmente en el piso. Otras marcas de la presencia de ratones son los agujeros producidos en los sacos o recipientes de madera.

Las deposiciones son una forma de identificar a los ratones; se les encuentra a lo largo de los caminos por donde pasan o próximo a sus lugares de alimentación. Las deposiciones frescas presentan un aspecto brillante y oscuro mientras que las viejas tienen la coloración opaca y dura.

El paso inicial para un buen programa de combate de los roedores es conocer la especie, lugar de reproducción, fuentes de alimento y la intensidad de la infestación.

Medidas preventivas

Eliminación de los refugios. Una de las principales medidas profilácticas es eliminar los escondrijos preferidos por las ratas. Toda vegetación alta alrededor de los edificios, la basura amontonada, la madera apilada y los residuos de productos almacenados deben ser eliminados. Se deben tapar con cemento todos los agujeros, grietas y aberturas en las paredes del almacén. El alcantarillado, los respiradores, las aberturas para ventilación y las ventanas deben protegerse con telas metálicas con orificios menores de 0.6 centímetros

Edificios a prueba de roedores. En el caso de un depósito de madera, debe elevarse el piso de modo que quede, mínimo, a unos 80 cm por encima del suelo. Alrededor de los pilares se deben colocar barreras contra ratones para impedir que trepen por ellos. En un almacén tradicional es necesario cubrir las paredes externas con argamasa de cemento liso hasta unos 60 cm de altura y procurar que las puertas y ventanas ajusten perfectamente.

Hongos

Los hongos son organismos multicelulares, cuyas células se organizan en filamentos llamados hifas. La masa de hifas se conoce con el nombre de micelio y es la parte vegetativa. Los hongos se multiplican por esporas.

Cuando los hongos atacan los granos se producen pérdidas debidas a varias causas:

- Disminución del poder germinativo
- Decoloración de la semilla
- Calentamiento
- Alteraciones bioquímicas
- Posibilidad de producción de toxinas
- Perdida de matéria seca

Hongos de campo. Los principales hongos de campo encontrados en los granos de los cereales son de los géneros Cladosporium, Helminthosporium, Alternaria y Fusarium. Causan la decoloración de los granos de los cereales, lo que a menudo se observa cuando los granos quedan expuestos a la excesiva humedad de la cosecha. Además de afectar la apariencia del grano, los hongos de campo pueden ocasionar una disminución del poder germinativo de las semillas.

Hongos de almacén. Los daños causados por los hongos de almacén son mayores que los producidos por los hongos de campo. Las esporas de algunos hongos de almacenaje están presentes en los granos antes de la cosecha. Bajo condiciones favorables de temperatura y humedad, las esporas crecen y los granos son invadidos por los hongos.

Las condiciones que favorecen el desarrollo de los hongos en los granos son:

- Humedad elevada del grano
- Temperatura relativamente alta del grano
- Condición del grano (partido, sucio, etcétera)
- Cantidad de materias extrañas en el grano
- Presencia de organismos extraños

Contenido de humedad del grano y temperatura

Ninguna especie de hongo se desarrolla a una humedad relativa inferior al 60 %. Los hongos de la especie Aspergillus, la más resistente a ambientes secos entre los hongos de granos almacenados, crece a 65 % de humedad relativa. Como muchas especies, se desarrollan a más de 70 % de humedad relativa; un grano a 27° C estará expuesto a la invasión de hongos de almacén mientras su nivel de humedad esté por encima del 12.5 al 13.4 %.

Es importante notar que una medición de la humedad promedio dentro del almacén no determina ni garantiza el periodo del almacenaje de los cereales. El deterioro puede presentarse en lugares aislados del almacén, donde la humedad del grano es alta. El grano almacenado con un nivel de humedad promedio del 13 %, pero que presenta una variación entre el 10 y el 16 %, no es seguro para un almacenamiento a largo plazo, debido a que en alguna parte del lote existen granos con 16 % de humedad.

Micotoxinas

Algunos de los hongos que se desarrollan en los granos producen substancias químicas que son tóxicas tanto para los seres humanos como para los animales. Tales venenos químicos reciben la denominación de micotoxinas. Un grupo específico de micotoxinas, las aflatoxinas, ha sido considerado de gran peligro para los animales y las personas. La aflatoxina es procedente de los hongos de almacén, Aspergillus (específicamente Aspergillus flavus), cuyas esporas se encuentran muy diseminadas en la Naturaleza.

Una pequeña cantidad de aflatoxinas en el grano puede causar enfermedades graves y aun la muerte de animales. No todos los animales son susceptibles a la aflatoxina; los más jóvenes son más susceptibles que los más viejos. Se ha observado que las aves domésticas, los cerdos y los bovinos sufren serias alteraciones patológicas cuando ingieren alimentos contaminados con aflatoxinas.

EQUIPO, REACTIVOS Y MATERIALES

1. Lotes de grano de maíz, frijol, trigo, girasol, todos en malas condiciones de almacenamiento
2. Báscula
3. Bolsas de plástico
4. Lupa
5. Diafanoscopio
6. Microscopio estereoscópico
7. Agujas de disección
8. Pinzas
9. Sobres
10. Marcadores

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se asignará a cada equipo de trabajo un lote de grano, en el que se deberá determinar el estado de la muestra de acuerdo con las normas de calidad, se deberá identificar los insectos o patógenos presentes en la muestra, determinando su clasificación taxonómica. Se deberán definir las acciones a seguir para el control y correcta conservación del lote de granos.

RESULTADOS EXPERIMENTALES

El resultado de la práctica será el dictamen del estado del lote de grano o semilla, en el que se deberá emitir una evaluación detallada y las acciones a seguir para la limpieza, tratamiento y las medidas correctivas para una adecuada conservación del lote de granos, sustentado con la revisión de la bibliografía correspondiente.

El reporte se entregará en la siguiente sesión de prácticas en el laboratorio.

INSTRUCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE

Datos en la portada

Facultad de estudios Superiores Cuautitlán
Ingeniería Agrícola
Producción de Granos y Oleaginosas
Número y nombre de la práctica:
Nombre del alumno
Fecha de realización de la práctica
Semestre
Fecha de entrega del reporte

Objetivo

El correspondiente a la práctica incluido en el manual.

Introducción teórica

Investigación más a fondo del tema específico de la práctica (cinco referencias bibliográficas como mínimo).

Materiales y métodos

Los incluidos en el manual de prácticas, señalando si se llevaron a cabo algunas modificaciones al procedimiento.

Resultados y discusión

El alumno redactará de manera técnica el desarrollo de la práctica presentando los datos obtenidos y analizando los resultados.

Conclusiones

Enfocados al grado de efectividad de la práctica y al logro del objetivo, además de algunas deducciones que se obtengan.

Bibliografía

Se deberá incluir la literatura consultada utilizando el sistema Harvard.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, R. y Peske, S. T. (1992). *Manual para el beneficio de semillas.* Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

Airy, J. M. y Soreson, J. W. (1987). La producción de semillas. En *Producción de semilla híbrida de maíz y sorgo para grano* (pp. 274–285). México: CECSA.

Azcarraga, R. M. R. y M. P. Jacquez, R. (2005). *Manual de prácticas de anatomía y organografía vegetal*. México: FESC, UNAM.

Ávila, D. A., Sotomayor, V. H. C. y Turrent, F. (2002). El mercado de los fertilizantes. En *México a finales del siglo XX*. México: Universidad Autónoma de Chapingo-CIESTAAM.

Bahena, J. F. (2008). Enemigos naturales de las plagas agrícolas del maíz y otros cultivos. *Libro Técnico Núm. 5*. Michoacán, México: SAGARPA-INIFAP.

Baur, F. J. (1984). *Insect management for food storage and processing*. Minnesota: AACC, ST. Paul.

Bergvinson, D. J. y García-Lara, S. (2004). *Métodos de evaluación de germoplasma de maíz para el desarrollo de resistencia contra plagas de poscosecha*. En Deras, R. y Ayala, J. M. (Comps.). 50th. Reunión annual del PCCMCA. p. 151. San Salvador.

Chávez, A. (1993). *Mejoramiento de plantas 1*. México: Trillas.

Cervantes-Ortiz, F.; García de los Santos, G.; Carballo-Carballo, A. y Bergvinson, D. (1999). *The genetics and exploitation of heterosis in crops*. Based on the International Symposium on the Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. México: CIMMYT.

Comisión Suiza para el Desarrollo (COSUDE) (1998). Secamiento de granos su importancia y las prácticas comunes. *Programa regional poscosecha.* Managua: Agencia suiza para el desarrollo y la cooperación.

Copeland, L. O. y McDonald, M. B. (2001). *Principles of seed science and technology.* Estados Unidos: Burguess Publishing Company.

Crossa, J. L.; Mendoza-E, M. y Moreno, M. E. (2007). *Herencia del vigor de plántula y su relación con caracteres de planta adulta en líneas endogámicas de maíz tropical.* (falta país y editorial)

De Dios, C. A. (1996). Secado de granos y secadoras. Serie *Tecnología Poscosecha II.* Organización de la Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, FAO. Chile: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.

De León, C. (1984). *Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo*. México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Diario Oficial de la Federación. (1996). *Ley sobre producción, certificación y comercio de semillas*. Capítulo 1. Artículo 3. Definición XIX.

Espinosa C. A., Piña, Caetano de O., J. R., A. y Mora, M. V. (2004). *Listado de variedades liberadas por el INIFAP de 1980 a 2003*. Publicación Especial Núm. 2. México: SAGARPA, INIFAP, CEVAMEX.

Evans, L. T. (1983). F*isiología de los cultivos*. Argentina: Hemisferio Sur.

Esteva G. y Marielle C. (2003). *Sin maíz no hay país.* México: Museo Nacional de Culturas Populares, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

FAO. (1985). *Seca-aireación de granos*. Tecnología Poscosecha Núm. 5. Italia: FAO.

FAO. (2000). *Boletín de estadísticas*. Vol. 1 Núm. Italia: FAO

FAO/IPGRI. (1994) *Normas para bancos de genes.* Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI).

FIRA (1994). Oleaginosas: Elementos de análisis de las cadenas productivas. México: Banco de México-FIRA.

Freindship, R. (1992). Fumigación con fosfina bajo capas impermeables, *Boletín 26.* Traducción por el Proyecto de poscosecha y mercadeo. Ecuador: Natural Resources Institute. U.K. primario de cereales y papa, FAO.

Gamez, V. A. J. et al. (1996). *Híbridos y variedades de maíz liberados por el INIFAP hasta 1996*. México: INIFAP.

García-Lara, S.; Burt, A.J.; Serratos J. A.; Díaz-Pontones, D. M.; Arnason, J. T. y Bergvinson, D. (2003). Defensas naturales en el gusano de maíz al ataque de Stiphilus zeamais (coleoptera: Curculionidae): mecanismos y bases de la resistencia. En *Revista Educación Bioquímica* (22)138-145.

Gómez-Brindis, J. G. (2006). *Herbicidas agrícolas. Formulaciones, usos, dosis y aplicación.* México: Editorial Trillas.

Gutiérrez, H., G. F.; Carballo, C., A. M. L. y Ortega, D. (1991). Calidad de semilla en maíz en función de factores genéticos, fisiológicos y ambientales. En *Agrociencia* serie Fitociencia, 2 (1), 121-123. México: Colegio de Posgraduados Montecillo.

Hanson, H., Borlaug, N. R. y Glenn, A. (1985). *Trigo en el tercer mundo.* México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

Hewitt, A. C. (1992). *Restructuración económica y subsistencia rural: el maíz y la crisis de los ochenta.* México: El Colegio de México.

INIFAP (2007). Memoria: *Curso-taller de actualización tecnológica para el cultivo de maíz*. Campo Experimental Cotaxtla. En Memoria Técnica, 1 9. Veracruz: CIRGOC.

International Seed Testing Association (2004). *International Rules for Seed Testing*. Suiza: ISTA.

International Seed Testing Association (1995). Understanding Seed Vigour. Preparated by the ISTA Vigour test Committe. Suiza: ISTA.

Jugenheimer, P., W. R. (1990). Maíz. *Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas.* México: Limusa.

Lagunes T. A. (1993). *Uso de extractos vegetales y polvos minerales para el combate de plagas del maíz y del frijol en la agricultura de subsistencia*. Memorias. México: Colegio de Posgraduados.

Lara F., S. M. (1998). *Nuevas experiencias productivas y nuevas formas de organización flexible en la agricultura mexicana*. México: Juan Pablos.

Lelandr, H. (1982). *El sorgo*. México: Grupo Editorial Gaceta.

Mac Calla, A. F. (2000). Agriculture in the 21th Century. *CIMMYT Economic Program*. México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.

McGee, D. (1988). *Maize diseases.* Estados Unidos: The American Phytopathological Society.

Mendoza, E. M., Latournerie, L., Moreno, M. E., Castañón, G., Carrillo, J. C., León, C. D. y García, J. G. (2004). Cambios en la calidad de la semilla de maíz durante su desarrollo y maduración. En *Agronomía Mesoamericana*. 15(2), 155-160.

Molina, M. J. C., González, H. V. A., Livera, M. M., Castillo, G. F. y Ortega, D. M. L. (2003). Cambios en la calidad fisiológica y su asociación con la madurez de la semilla de maíz durante su formación. En *Rev. Fitotec. Mex.* 26(4), 271-277.

Moreno, M. E., Torres, F. y Chong, I. (1995). *El sistema poscosecha de granos en el nivel rural: Problemática y propuestas*. México: Programa Universitario de Alimentos, UNAM.

Moreno, C. P. (1996). *Vida y obra de granos y semilla*s. México: Fondo de Cultura Económica.

Moreno, M. E. (1996). *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Moreno, M. E., Vázquez, B. M., Rivera, R. A., Navarrete, M. R. y Esquivel, V. F. (1998). Effect of seed shape and size on germination of corn (Zea mays L.) stored under adverse conditions. En *Seed Sience and Technology*. 26: 439-448.

Murphy, D. J. (1994). *Designer oil crops: breeding, processing and biotechnology*. Estados Unidos: Weinheim.

Ortega C. A. (1987). *Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo*. México: CIMMYT.

Ortegón, M. A. S., A. Escobedo M., J. Loera G., A. Díaz F. y E. Rosales R. (1993). *El girasol.* México: Trillas.

Ortiz, C. A. (1990). *Manual de fumigación*. México: ANDSA.

Ortiz, C. A. (1991). *Manual de procedimientos para el muestreo de granos*. México: ANDSA.

Ortiz, C. A. (1992). *Manual de procedimientos para el análisis de aflatoxinas*. México: Edición ANDSA.

Ortiz, T. C., A. Espinosa, C., H. S., Azpiroz, R. y S. Sahagún, C. (Comp.). (2005). Producción y tecnología de semillas de maíz del INIFAP para los Valles Altos y Zona de Transición. En *Libro Técnico 3. Estado de México: Campo Experimental Valle de Toluca*, INIFAP, CIRCE.

Perry, D. A. (1981ª). Introduction. En *Handbook of vigour test methods*. Perry, D. A. (ed.) Suiza: International Seed Testing Association.

Perry, D. A. (1981b). Methodology and application of vigour test. En *Handbook of vigour test methods*. Perry, D. A. (ed.) Suiza: International Seed Testing Association.

Perry, D. A. (1981c). Seedling growth and seedling evaluation tests. En *Handbook of vigour test methods*. Perry, D. A. (ed.). Suiza: International Seed Testing Association.

Perry, D. A. (1983). The concept of seed vigor and its relevance to seed productions techniques. En *Seed production hebblewait.* Lugar: P. D. Butterworth publishers.

Poehlman, J. M. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas*. México: Limusa.

Preciado, O., R. E., S. A. y Ríos, R. (eds.). (2004). *Memoria del Simposium aportaciones de la geotecnia a la agricultura*. Chapingo, Estado de México: Sociedad Mexicana de Fitogenética,.

Prescott, J. M., Burnett, P. A., Saari, E. E. et al. (1986). *Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo*. México: CIMMYT.

PUAL, UNAM (1995). *Memorias del Curso almacenamiento y conservación en granos y semillas.* México: Programa Universitario de Alimentos.

PUAL, UNAM. (1994). *Memoria del Taller de insectos en granos almacenados*. México: Programa Universitario de Alimentos.

Ramírez, G. M. (1978). *Almacenamiento y conservación de granos y semillas*. México: CECSA.

Reyes, C. P. (1990). *El maíz y su cultivo*. México: AGT Editores.

Reyes, C. P., Reyes, C. A. M. y Reyes, F. E. M. (2002). *Introducción a la agronomía*. Trillas: México.

Romero, P. E. (2009). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo/Los precios elevados de los alimentos y la seguridad alimentaria: amenazas y oportunidades de la FAO*. 40(156). Enero-marzo. México: IIEc UNAM.

Salinas, M. Y. (2001). Desarrollo y aprovechamiento de maíces para usos especiales. En *Memoria del Día de Campo CEVAMEX* .1 Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. 20 y 21 de septiembre del 2001. México: CEVAMEX.

Sánchez, C. J. (2004). *Velocidad de emergencia y acumulación de materia seca en híbridos de maíz (Zea mays L.) en dos sustratos*. Tesis de Licenciatura. FES-Cuautitlán. UNAM. México,

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. (2001). *Boletín de variedades recomendadas de los principales cultivos con indicaciones para las épocas de siembra y cosecha ciclo primavera-verano y otoño-invierno*. México: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural.

Seefoó, L. J. L. (2008). *Desde los colores del maíz. Una agenda para el campo mexicano. I y II*. Michoacán, México: El Colegio de Michoacán.

Sevilla, P. R. y M. Holle, O. (2004). *Recursos genéticos vegetales*. Perú: Ediciones Torre Azul SAC.

Solano, A. M. (1998). *Androesterilidad e identificación de restauradores de la fertilidad en híbridos de maíz para Valles Altos*. (Tesis). FESC-UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de México.

Solís, M. E. y Rodríguez, A. G. (Comps.). (2000). *Trigo de riego: origen, variedades, manejo del cultivo, calidad industrial.* Campo Experimental Bajío, México: SAGAR, INIFAP.

Sotomayor, V. M. (2008). *Crisis de la agricultura y pobreza rural en América Latina.* México: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

Snowball, K. y Robson, A. D. (1991). *Carencias y toxicidades nutricionales que afectan al trigo. Una guía para su identificación en el campo.* México: CIMMYT.

Tadeo, R. M. y Espinosa, A. C. (2004). *Producción y tecnología de semillas*. México: FES-C, UNAM.

Tadeo, R., Espinosa, M. A. C., S. Patricia S., G. y Torres, E. (2004). Rendimiento de forraje de híbridos experimentales puma e híbridos comerciales de maíz para Valles Altos. En *Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria.* Año 4(13), 5-12.

Tadeo, R. M., Espinosa, A. C., A., Piña, D. V. y Martínez, R. M. (1994). Desarrollo de híbridos de maíz para alturas de transición 1*899-2200* msnm de México y su empleo en microempresas de semillas. En *Resumen de la XI Reunión Anual del PCCMCA*, San José, Costa Rica.

Tadeo, R. M., Espinosa, A. C., Arias, R. R. 2004. Producción de semilla y difusión de variedades e híbridos de maíz de grano amarillo para Valles Altos. En *Revista FESC Divulgación Científica Multidisciplinaria.* Año 4 (14): 5-10.

Tadeo, R. M., Espinosa, A. C., Martínez, R. M. y Solano, A. M. (2005). Puma 1075 híbrido de maíz para los Valles Altos de México (2200 a 2600 m). (*Desplegable Técnica* Núm. 1). México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Tadeo, R. M., Espinosa, C. A., Martínez, M. R. y Solano, A. M. (2005). Puma 1076 híbrido de maíz para los Valles Altos de México (2200 a 2600 m). (*Desplegable Técnica* Núm. 3). México:, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.

Tadeo, R. M., Espinosa, C. A., Martínez, M. R., Srinivasan, G., Beck, D., Lothrop, J., Torres, J. L. y Azpiroz, R. S. (2004). Puma 1075 y Puma 1076 híbridos de maíz de temporal para los Valles Altos de México (2200 a 2600 m). En *Rev. Fitotec. Mex.* 27(2), 211-212.

Trueba, I. (2006). *El fin del hambre en 2025, un desafío para nuestra generación*. País: Grupo Mundi-Prensa.

UPOV. (1992). *Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales* (Texto oficial en español). Ginebra, Suiza: UPOV.

Velásquez, C. G. A. (2001). H-151 y H-40, Dos nuevos cultivares de maíz para siembras de riego y buen temporal en los Valles Altos y Zona de Transición en Estado de México. INIFAP. En *Memoria del Día de Campo CEVAMEX. 7-101*. Expo Nacional de Maquinaria Agrícola. 20 y 21 de septiembre del 2001.

Villaseñor, M., H. E. y Espitia, E. R. (eds.). (2000). *El trigo de temporal en México.* Campo Experimental Valle de México. México: SAGAR, INIFAP y CIRCE.

Virgen, V., J. A., Carballo C., F. y Castillo G. (1992). Caracterización de genotipos de maíz y su utilidad en el mantenimiento varietal. En *Agrociencia* serie Fitociencia 3(2), 39-42. México: Colegio de Posgraduados Montecillo.

Wellhausen, E. J. et al. (1957). *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución.* México: SAG y Fundación Rockefeller.

REVISTAS Y CENTROS INTERNACIONALES DE INVESTIGACIÓN

Agrociencia.(s. f.) . Recuperadode: http://wwwcolpos.mx/agrocien/agrocienciahtm

Fitotecnia Mexicana (s. f.). Recuperado de: http://www.somefi.org/

Agricultura Técnica de México. (s. f.). Recuperado de: http://www.inifap.gob.mx/otros_sitios/agricultura_tecnica.htm

Interciencia. (s. f.). Recuperado de: http://www.interciencia.org/

Terra Latinoamérica. (s. f.). Recuperado de: http://www.chapingo. mx/terra/

Agronomía Mesoamericana. (s. f.). Recuperado de: http://www.eefb.ucr.ac.cr/esp_ragromeso.shtml

Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal. (s. f.). Recuperado de: http://redalyc.uaemex.mx

FAO. (s. f.). Recuperado de: http://www.rlc.fao.org/

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo (CIMMYT). (s. f.). Recuperado de: http://www.cimmyt.org/spanish/fp/index.htm

International Rice Research Institute (IRRI). (s. f.). Recuperado de: http://beta.irri.org/index.php/Home/Welcome/Frontpage.html

Centro Internacionalde AgriculturaTropical(CIAT). (s. f.). Recuperado de: http://www.ciat.cgiar.org/inicio.htm

International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT). (s. f.). Recuperado de: http://www.icrisat.org/

ANEXOS

PROGRAMA ANALÍTICO DE LA ASIGNATURA DE PRODUCCIÓN DE GRANOS Y OLEAGINOSAS

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Estudios Superiores
Cuautitlán Carrera de Ingeniería Agrícola
Séptimo semestre

Nombre de la Asignatura:
Producción de Granos y Oleaginosas
Adscrita al departamento de:
Ciencias Agrícolas
Nivel en el Plan de Estudios:
Licenciatura
Requisito de seriación:
Ninguno
Área:
Profesional
Carácter de la asignatura:
Obligatoria
Tipo de la asignatura:
Teórica - Práctica
Modalidad:
Curso
Número de horas por semana: 6

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA:

Que el alumno se familiarice con las prácticas y técnicas agrícolas que inciden en la producción de granos y oleaginosas; diferencie los factores que influyen en el desarrollo de los cultivos y evalúe las alternativas de sistemas de producción de acuerdo con las condiciones ecológicas del medio.

Clave	HRS/SEM		Créditos
	Teoría	Práctica	
	3	3	9

NÚM.	UNIDADES	HORAS
I	Introducción a la producción de granos y oleaginosas	16
II	Cultivos de importancia económica	18
III	Aspectos del sistema de producción	50
IV	Aspectos de investigación	12
	TOTAL DE HORAS	96

UNIDAD I. INTRODUCCIÓN A LA PRODUCCIÓN DE GRANOS Y OLEAGINOSAS

Número de horas para la unidad: 16

Objetivo de la unidad: Que el alumno identifique la importancia de la producción de granos y oleaginosas en la alimentación, así como su situación actual a través de las estadísticas de producción de los mismos.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Introducción a la producción de granos y oleaginosas

Subtema a: Importancia de granos y oleaginosas en la alimentación
Subtema b: Estadísticas de producción, productividady superficie sembrada

UNIDAD II. CULTIVOS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Número de horas para la unidad: 18

Objetivo de la unidad: Que el alumno se familiarice con los principales cultivos de importancia económica del país, como son los cereales, leguminosas, oleaginosas comestibles e industriales y textiles.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Cultivos de importancia económica

Subtema a: Cereales

a.1. Maíz
a.2. Trigo
a.3. Arroz
a.4. Cebada
a.5. Avena
a.6. Sorgo

Subtema b: Leguminosas

b.1. Frijol
b.2. Garbanzo

Subtema c: Oleaginosas comestibles

c.1. Soya
c.2. Cártamo
c.3. Ajonjolí
c.4. Cacahuate
c.5. Girasol

Subtema d: Oleaginosas industriales

d.1. Linaza
d.2. Colza

Subtema e: Textiles

e.1. Algodón
e.2. Henequén

UNIDAD III. ASPECTOS DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Número de horas por la unidad: 50

Objetivo de la unidad: Que el alumno analice lo relativo a los factores que influyen en los sistemas de producción, la tecnología generada a través de la investigación agrícola en los paquetes tecnológicos, así como aspectos relativos a las generalidades de mercadeo y poscosecha de los principales cultivos de granos y oleaginosas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Aspectos del sistema de producción

Subtema a: Importancia de economía y social
Subtema b: Origen y evolución
Subtema c: Taxonomía, fisiomorfología
Subtema d: Ecología
Subtema e: Labores de cultivo
Subtema f: Siembra
f 1. Fechas de siembra
f 2. Densidad de siembra
Subtema g: Variedades
Subtema h: Fertilización
Subtema i: Riegos
Subtema j: Control de plagas y enfermedades
Subtema k: Recolección
Subtema 1: Almacenamiento y conservación
Subtema m: Mercadeo

m.1. Costos de cultivo
m.2. Importación
m.3. Exportación
m.4. Precio de garantía, de referencia y medio rural
m.5. Industrialización
m.6. Problemática del cultivo

UNIDAD IV. ASPECTOS DE INVESTIGACIÓN

Número de horas para la unidad: 12

Objetivo de la unidad: Que el alumno analice lo relativo a los procesos de generación de variedades a través del mejoramiento genético, así como la generación e implementación de nuevos paquetes tecnológicos de granos y oleaginosas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Aspectos de investigación
Subtema a: Mejoramiento genético
Subtema b: Tecnología de producción

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

1. Establecimiento de cultivos granos y oleaginosas
2. Manejo agronómico de los cultivos sembrados
3. Cálculo de dosis de fertilización
4. Calibración de equipo de aplicación para el control de plagas y enfermedades
5. Evaluación de las diferentes etapas fenológicas de los cultivos en cuestión
6. Funcionamiento del equipo de cosecha de granos y oleaginosas.
7. Almacenamiento y conservación de granos y oleaginosas

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Exposición del profesor, exposiciones de los estudiantes, trabajo en grupos, aprovechamiento de los medio audiovisuales.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA ELEMENTOS DE EVALUACIÓN

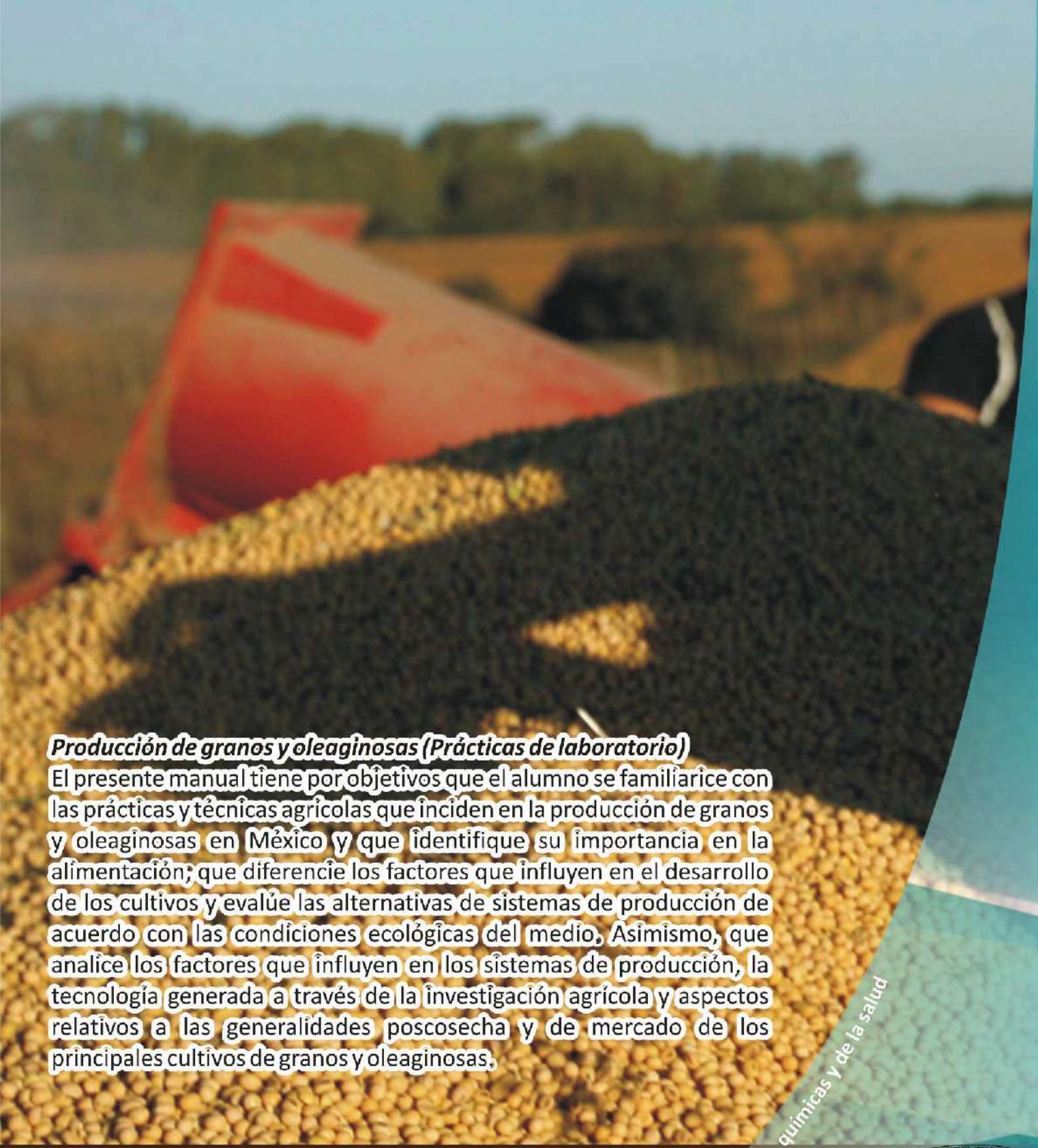
EXPOSICIÓN ORAL (X) EXÁMENES PARCIALES (X)
EXPOSICIÓN AUDIOVISUAL (X) EXÁMENES FINALES (X)
LECTURAS OBLIGATORIAS (X) TAREAS Y TRABAJOS (X)
PRÁCTICAS EN LABORATORIO
Y CAMPO (X) PARTICIPACIÓN EN CLASE (X)
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN (X) ASISTENCIA A PRÁCTICAS Y CLASE (X)

NORMAS DE EVALUACIÓN

Las que establecen los lineamientos institucionales al respecto. El valor de la evaluación de la parte teórica, mediante exámenes, tareas y proyecto de investigación será del 60 % de la calificación final; mientras que el valor de la evaluación de la parte práctica será con la participación en campo y la entrega de informes del 40 % de la misma.

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DEL DOCENTE

Ingeniero agrícola o agrónomo con especialidad en semillas, conocimiento de los sistemas productivos tanto de granos como de oleaginosas.



Producción de granos y oleaginosas (Prácticas de laboratorio)

El presente manual tiene por objetivos que el alumno se familiarice con las prácticas y técnicas agrícolas que inciden en la producción de granos y oleaginosas en México y que identifique su importancia en la alimentación; que diferencie los factores que influyen en el desarrollo de los cultivos y evalúe las alternativas de sistemas de producción de acuerdo con las condiciones ecológicas del medio. Asimismo, que analice los factores que influyen en los sistemas de producción, la tecnología generada a través de la investigación agrícola y aspectos relativos a las generalidades poscosecha y de mercado de los principales cultivos de granos y oleaginosas.

colección: manuales de ciencias biológicas, químicas y de la salud