

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN**

**PRODUCCIÓN Y TECNOLOGÍA DE SEMILLAS
(PRÁCTICAS DE LABORATORIO)**



Margarita Tadeo Robledo

Edición **UNAM**
es FESC



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
SECCIÓN DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA



PRODUCCIÓN Y TECNOLOGÍA DE SEMILLAS
(PRÁCTICAS DE LABORATORIO)

MARGARITA TADEO ROBLEDO

CLAVE CARRERA: 11825

CLAVE ASIGNATURA: 2110

ÍNDICE

♦INTRODUCCIÓN.....	7
♦OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA.....	9
♦OBJETIVOS DEL CURSO EXPERIMENTAL.....	9
♦REGLAMENTO INTERNO DE LABORATORIOS DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS.....	11
♦UNIDADES TEMÁTICAS.....	16
♦PRÁCTICA 1. MORFOLOGÍA DE SEMILLAS Y PLÁNTULAS.....	17
♦PRÁCTICA 2. TÉCNICAS DE MUESTREO EN LOTES DE SEMILLAS.....	23
♦PRÁCTICA 3. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SEMILLAS.....	33
♦PRÁCTICA 4. ANÁLISIS DE PUREZA EN SEMILLAS.....	37
♦PRÁCTICA 5. PRUEBAS DE GERMINACIÓN Y VIABILIDAD EN SEMILLAS.....	41
♦PRÁCTICA 6. PRUEBA DE VIABILIDAD Y VIGOR CON TETRAZOLIO.....	47
♦PRÁCTICA 7. DETERMINACIÓN DEL VIGOR EN SEMILLAS.....	49
♦PRUEBA DE VIGOR NÚMERO 1. ESTUDIO DE LA RELACIÓN FUENTE-DEMANDA DE SEMILLAS GERMINANTES.....	53
♦PRUEBA DE VIGOR NÚMERO 2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA.....	55
♦PRUEBA DE VIGOR NÚMERO 3. VELOCIDAD DE EMERGENCIA.....	57
♦INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE DE PRÁCTICAS.....	61
♦BIBLIOGRAFÍA GENERAL DE LA ASIGNATURA.....	63
♦BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.....	67
♦REVISTAS Y CENTROS INTERNACIONALES DE INVESTIGACIÓN.....	69
♦ANEXOS.....	71

◆INTRODUCCIÓN◆

El término *semilla* puede referirse a una etapa en el ciclo de vida de una planta floral, pero también nos remite al resultado de la reproducción sexual; por lo tanto, la semilla tiene un papel vital no sólo en el ciclo de vida de las plantas, sino también en la agricultura y en el comercio.

Para fines de esta práctica, es importante mencionar que el término *semilla* no es en todos los casos botánicamente correcto; es decir, no es usado en el sentido de un óvulo maduro y fecundado, sino que se refiere a la unidad de diseminación de los cultivos de semilla, sin importar si es una semilla verdadera, un fruto o alguna otra estructura.

Características de las semillas

Considerando los requerimientos de las plantas y las necesidades del hombre, las semillas tienen ciertas características de importancia:

-*Resistencia a condiciones desfavorables.* Es lo que permite a las especies sobrevivir en condiciones de sequía severa o en periodos de intenso frío, lo que mataría a la planta misma. Las semillas pueden ser almacenadas durante el invierno o en cualquier otra época desfavorable y ser usadas cuando sea propicio.

-*Pequeñas y resistentes al manejo.* Estas características permiten que las semillas sean fácilmente diseminadas por el viento, el agua y los animales, por lo que es posible que las plantas colonicen nuevas áreas. Su sencillo manejo, facilita el transporte de estas y permite su desarrollo en las regiones más favorables, así como su distribución en otras zonas agrícolas. Las semillas contienen un embrión con material de reserva. La nueva planta que crece del embrión es nutrida por los materiales de reserva hasta que está suficientemente grande para producir su alimento por sí misma. Además, estas reservas en las semillas son usadas como fuente de alimento humano.

-*Pueden ser producidas en cantidades muy grandes.* Lo que ayuda a garantizar su supervivencia de un año a otro y de un lugar a otro.

-*Contienen los códigos genéticos de las plantas.* Dichos códigos aseguran que las especies continúen sin mayores cambios de una generación a otra, y esto permite que sean desarrolladas nuevas variedades, multiplicadas y distribuidas. Las variedades pueden ser producidas idénticas al tipo original mediante esquemas de certificación

Variabilidad en las semillas

Es innegable la extensa variabilidad que existe en las semillas. Con relación a la variación externa puede ser en tamaño, forma, color y superficie. El tamaño puede ser tan pequeño como una partícula de polvo, por lo que en un peso muy pequeño pueden encontrarse miles de semillas, o de gran magnitud, que su peso llega a ser igual de elevado. Otro aspecto de enorme variación es la forma que está determinada por la estructura de las flores y el proceso reproductivo, por eso es muy difícil clasificarlas en grupos. Las formas más comunes son: redonda, linear, oblonga, elíptica, ovalada, triangular, elongada, entre otras.

La superficie puede estar en el rango de lisa o rugosa, o tener en la cubierta diferentes estructuras, en cuanto al color, predominan las semillas negras y cafés; sin embargo, pueden observarse amarillas, blancas, verdes, rojas, etcétera.

Existe también una gran variación interna en la semilla y esto puede observarse en el tipo, tamaño y localización del embrión; los tipos más comunes son el basal, lineal, espatulado, curvo, plegado y enrollado.

Asimismo, las semillas presentan cierta variación fisiológica respecto a las reservas que almacenan. El patrón de utilización de estas, varía entre especies. En algunas semillas las sustancias de reserva pueden ser dirigidas y absorbidas por el embrión antes de que la semilla esté madura (frijol, chícharo, girasol) y en otras (maíz, avena, trigo) las reservas del endospermo no son digeridas hasta que la semilla madura es plantada e imbibе agua.

Existe variación química en las semillas con relación al tipo de reservas que predominan en ella. En algunas semillas la principal reserva son los carbohidratos; en otras, los lípidos o proteínas, la proporción de esas reservas y de otros compuestos también varía.

♦OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA♦

Mediante el aprendizaje de la producción y tecnología de semillas el alumno:

- a) Juzgará la importancia y la necesidad de la producción y la tecnología de semillas en la agricultura.
- b) Describirá los fundamentos involucrados en la producción y la tecnología de semillas.
- c) Identificará los principales problemas técnicos, ecológicos, económicos y sociales en la producción y tecnología de semillas.
- d) Establecerá la relación entre la producción y la tecnología de semillas y el mejoramiento genético.

♦OBJETIVOS DEL CURSO EXPERIMENTAL♦

- El alumno será capaz de evaluar la calidad genética, fisiológica, sanitaria y física de las diferentes categorías de semilla.
- El alumno dominará las técnicas de beneficio de semilla de los principales cultivos de importancia económica.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA DE PLANEACIÓN
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN**



**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:

1. 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.
2. 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.
3. Los estudiantes que al haber 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 demuestre que se necesita el laboratorio para su trabajo.
4. 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 depende 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:

1. Dirigir el laboratorio de acuerdo a su reglamento.
2. Velar por el buen funcionamiento del equipo a su cargo.
3. Coordinar las actividades académicas del laboratorio.
4. Coordinar las actividades del laboratorista y del auxiliar de laboratorio.
5. 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:

1. Supervisar y controlar el funcionamiento del laboratorio
2. Elaborar y presentar informes periódicos del laboratorio.
3. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores.

Artículo 7. Son funciones del laboratorista:

1. Mantener el material y equipo en condiciones de higiene y limpieza.
2. Llevar el inventario de material, equipo y reactivos del laboratorio, reportando al responsable de laboratorio cualquier inexistencia.
3. Reportar fallas en equipo y en el suministro eléctrico, de agua, gas y vacío.
4. Suministrar el material a los usuarios del laboratorio.
5. Cumplir el horario que se le asigne para atender a las necesidades que se tengan en el laboratorio.
6. Realizar todas aquellas actividades inherentes al puesto que apruebe la comisión mixta de tabuladores.

Artículo 8. Son funciones del auxiliar de laboratorio:

1. Asear, lavar, esterilizar, secar y guardar el material, instrumental, equipo y mobiliario.
2. Apoyar en el levantamiento del inventario del laboratorio.
3. Proporcionar, recuperar y controlar el material, sustancias, equipo e instrumental del laboratorio, reportando faltantes, desperfectos y anomalías al responsable del laboratorio.
4. Asear, lavar y mantener ordenada el área del laboratorio.
5. Trasladar mobiliario y equipo de laboratorio, instrumental y sustancias a los lugares que le sean indicados.
6. Realizar 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:

1. Ingresar y consumir cualquier tipo de alimento o bebida.
2. Fumar.
3. Usar teléfono celular o localizador.
4. Cometer desorden, bullicio o cualquier acto de indisciplina que vaya en contra de la Legislación Universitaria.
5. Realizar acciones que pongan en peligro la integridad física de los demás usuarios del laboratorio.
6. Utilizar y manipular cualquier instrumento, equipo o reactivo sin autorización del profesor responsable de la práctica o del responsable del laboratorio.
7. El ingreso a toda persona ajena que interfiera con el desarrollo de las actividades que se realizan en estos.
8. 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 cualquier falla del equipo ante el profesor titular del grupo o responsable del laboratorio o laboratorista, inmediatamente para deslindar responsabilidades.

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 dársele 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 ser 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.

◆UNIDADES TEMÁTICAS◆

Número de práctica	Título de la práctica de laboratorio	Número y nombre de la unidad temática en el programa de la asignatura
1	Morfología de semillas y plántulas	UNIDAD II. SISTEMAS DE PROPAGACIÓN DE PLANTAS SUPERIORES
2	Técnicas de muestreo en lotes de semillas	UNIDAD VI. ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS
3	Determinación del contenido de humedad en semillas	UNIDAD VI. ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS
4	Análisis de pureza en semillas	UNIDAD VI. ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS
5	Pruebas de germinación y viabilidad en semillas	UNIDAD V. CONTROL DE CALIDAD
6	Pruebas de viabilidad y vigor con tetrazolio	UNIDAD V. CONTROL DE CALIDAD

PRÁCTICA 1

◆MORFOLOGÍA DE SEMILLAS Y PLÁNTULAS◆

Introducción

Las semillas constituyen una estructura altamente especializada que posee los elementos necesarios para servir de puente de unión entre una generación con otra, para asegurar la transmisión de la identidad genética de la especie y 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 así de ambiente. Donde se establece la plántula, permanecerá toda su vida.

Objetivos

1. El alumno deberá identificar por género y especie de semillas de gramíneas, leguminosas, hortalizas y forestales.
2. El alumno deberá analizar las estructuras de las semillas de cultivos de gramíneas, leguminosas, hortalizas y forestales para identificar sus características morfológicas y fisiológicas.
3. El alumno deberá identificar la morfología de las plántulas de cultivos de gramíneas, leguminosas, hortalizas y forestales.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro de antecedentes antes del inicio de la práctica, entregando al profesor un resumen de la información en una cuartilla.

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.

Formación de la semilla

En general, las semillas presentan características acordes con las especies a que pertenecen. Los elementos básicos de la estructura de la semilla son: tegumento, embrión y 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. Todo ello nos da una idea de 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 misma. Las semillas 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, de 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 se encuentra la misma información; entonces los cromosomas hijos se separan para formar dos núcleos hijos (posteriormente células) idénticos genéticamente. Finalmente la célula se divide.

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 constituyen el punto inicial de la nueva generación. Representa el vehículo para reinicio de nuevos ciclos.

Es además alimento primario fundamental para la humanidad, pues representa el insumo básico para lograr la producción de granos, frutos, flores, fibras, siendo el alimento (granos), la base para satisfacer las necesidades primarias del hombre, entonces debe coincidir en que las semillas son altamente estratégicas para un país.

Cuatro de iniciones de la semilla

-Botánica: Una semilla verdadera es un óvulo maduro, fecundado, que posee una planta, material de reserva almacenado y una cubierta protectora.

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

-Agrícola: Es cualquier parte de la planta utilizada para producir un cultivo. Es una unidad de disseminación de las especies, pudiendo ser verdaderas semillas como trébol, brassicas, tomates, cebolla; o fruto o porción de fruto como trigo y maíz, y fruto más estructuras como cebada, avena y 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 en el comercio; 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. Regular la velocidad de 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 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 sustancias orgánicas que son utilizadas por el eje embrionario en el proceso de germinación; eso 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.

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 semillas es considerada un área especializada de la Agronomía.

Dentro de la producción de semillas, es imprescindible el reconocimiento de las semillas que se utilizarán para el establecimiento del cultivo en el campo de los productores así como el conocer cada una de las estructuras de las plántulas de los cultivos básicos que le permita al alumno su identificación en el campo. Es indispensable que el alumno tenga la capacidad de distinguir, identificar y nombrarlas correctamente.

Esto es posible mediante el conocimiento y exploración de las semillas y plántulas, auxiliándose de dibujos y tomando en cuenta las características de cada una de ellas.

Equipo, reactivos y materiales

1. Semillas de gramíneas, leguminosas, hortalizas y forestales
2. Cajas de Petri
3. Papel absorbente
4. Agua destilada
5. Una 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 del inicio de 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 la plántula tenga 10 centímetros de altura se extraerán las plántulas 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 semillas como en plántulas se deberán hacer todas las observaciones necesarias para su caracterización; por ejemplo, la forma, el tamaño, el color, la superficie, el número de hojas, el 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 contrastar lo observado durante la práctica, con la bibliografía sugerida en el programa de teoría de la asignatura.

Manejo de residuos

En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

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 de nombrar cada una de las partes que la conforman.

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

Nota: 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.

PRÁCTICA 2

♦TÉCNICAS DE MUESTREO EN LOTES DE SEMILLAS♦

Introducción

El muestreo es fundamental desde todos los puntos de vista de la evaluación de la calidad de las semillas, desde su obtención, producción, condicionamiento, análisis y, finalmente, fiscalización del comercio.

Las variedades mejoradas obtenidas por los genetistas necesitan multiplicarse en gran escala y generar un volumen disponible para atender a las necesidades de los agricultores. En este proceso de multiplicación, los materiales pasan por constantes evaluaciones de calidad para identificar y preservar las características favorables.

Desde el estadio inicial, todos los materiales pasan por rigurosos controles de calidad, ejercidos por los mejoradores. En este punto, con poblaciones pequeñas, es posible observar prácticamente cada individuo con relación a las características deseables o indeseables. A partir de aquí, durante el proceso de multiplicación, con el aumento de los volúmenes de semillas y de las áreas, esta observación individual se vuelve prácticamente imposible de realizar.

Cuando los volúmenes son mayores, los técnicos necesitan realizar una inspección completa que les permita determinar con cierta seguridad, si el área de producción será aceptada o rechazada. Esa inspección tendrá que realizarse sobre una muestra. Esas muestras serán áreas del campo de producción, tomadas al azar dentro de una trayectoria previamente establecida, cuyo tamaño será en función del límite de tolerancia para los factores que serán observados.

Si en un lote de semillas todos los individuos fueran iguales, tendríamos un lote perfectamente homogéneo y bastaría retirar apenas una muestra para realizar una evaluación correcta.

Objetivos

1. Identificar las técnicas para evaluar lotes de semillas.
2. Familiarizar al alumno con las técnicas de muestreo de lotes de semillas al momento de la recepción en la planta de beneficio.
3. Definir la calidad de un lote de semilla almacenado a granel o encostalado, de acuerdo con los estándares de calidad marcados por ISTA.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro de “Antecedentes” antes del inicio de la práctica y entregar al profesor un resumen de la información en una cuartilla.

Antecedentes

El proceso de muestreo es de extrema importancia, se necesita que la muestra sea representativa del lote de donde proviene; debe tenerse en cuenta que, un lote de semillas nunca es perfectamente homogéneo. Durante el proceso de acondicionamiento de las semillas, además de la limpieza, el manejo del lote produce una distribución uniforme y aleatoria de todos los componentes presentes.

Se considera lote de semillas a una cantidad específica de ellas, físicamente identificadas, en el cual cada porción es, dentro de límites mínimos de tolerancias, homogénea y uniforme para la información que constan en su identificación.

La uniformidad está relacionada con la probabilidad de que un componente ocurra en una muestra, con un tamaño constante y a través de todo el lote. En un lote de semillas uniforme habrá una diferente pero constante probabilidad asociada con cada componente. Esto nos lleva a concluir que si los componentes de un lote de semillas están distribuidos de forma aleatoria en todo el lote, una muestra representativa retirada de cualquier punto no debe ser significativamente diferente de otra muestra representativa retirada de cualquier otro punto.

La uniformidad de un lote de semillas es determinada por la proporción de semillas de la especie en cuestión y el material extraño presente, la variación que ocurre con esos constituyentes y su distribución en el lote.

Con relación a la semilla de la especie en cuestión, pueden existir variaciones con relación al grado de humedad, tamaño, forma, peso, nivel de daños y viabilidad, entre otros.

Por otro lado, el material extraño puede ser extremadamente variable y estar compuesto por semillas de otras especies (cultivadas o silvestres) y por material inerte (residuos, paja y terrones de tierra).

La uniformidad puede ser, entonces, considerada como una característica dinámica, siendo influenciada a partir de la cosecha, donde normalmente es más uniforme, pasando por el transporte y el acondicionamiento. En el almacenamiento, las cualidades fisiológicas y sanitarias son las que están más sujetas a alteraciones, tanto dentro de los recipientes individuales como dentro del lote.

Para la secuencia de las técnicas de muestreo es preciso tener en cuenta todas las posibilidades de variación, la finalidad del muestreo y la etapa que está siendo realizada. De esta forma, podemos tener los siguientes tipos de muestras:

-*Muestra simple*: Es una pequeña porción tomada de cualquier punto del lote.

-*Muestra compuesta*: Es la resultante de la combinación y mezcla de todas las muestras simples.

-*Muestra de envío*: Es la recibida por el laboratorio para la ejecución de los análisis. Esta debe poseer un tamaño especificado en las Reglas internacionales de ensayos de semillas y puede incluir toda o una submuestra de la muestra compuesta.

-*Muestra de trabajo*: Es una submuestra tomada de la muestra de envío al laboratorio, sobre la cual será realizado un análisis de calidad.

-*Submuestra*: Es una parte de la muestra obtenida por reducción, utilizando metodologías de muestreo prescritas.

Una muestra es obtenida a partir de un lote de semillas, por la recolección de pequeñas porciones de forma totalmente aleatoria, en diferentes puntos y combinaciones del lote. De esa muestra, muestras menores serán obtenidas por una o más divisiones sucesivas.

Muestreo en diferentes etapas de producción de semillas

La finalidad del muestreo de un determinado volumen de semillas es obtener una muestra de tamaño adecuado para la realización de los análisis requeridos, en la cual estén presentes los mismos componentes del volumen total y en proporciones semejantes; además, que la probabilidad de ocurrencia de cualquier componente, de estar presente en la muestra, sea determinada solamente por el grado de ocurrencia del mismo.

Cada característica de calidad de un volumen de semillas está basada en un muestreo realizado según procedimientos previamente descritos. La cantidad de semillas que componen la muestra, sobre la cual los individuos serán examinados, es extremadamente pequeña comparada con el volumen que representan. Cuando un resultado es expresado como un simple número para un lote de semillas, se presume que no existe ningún tipo de heterogeneidad; esto quiere decir que no hay variación significativa en las diferentes partes del lote de semillas.

Si un lote es heterogéneo por encima de la tolerancia, la muestra retirada no será representativa del lote. El muestreo deberá ser realizado con máxima atención visual para identificar posibles diferencias visuales entre las muestras simples, lo que caracteriza la homogeneidad del lote.

La colecta de muestras de semillas, en cualquiera de las etapas, solamente debe ser ejecutada por personas debidamente entrenadas y autorizadas, que sean conscientes de la responsabilidad e importancia de esa operación, considerando:

- a) Tipo de semilla: tamaño, forma y si tiene tratamiento químico o revestimiento.
- b) Tipo de recipiente, donde están acondicionadas las semillas.
- c) Acceso a los recipientes que componen el lote.

- d) Acceso a las informaciones completas del lote.
- e) Disponer de instrumentos adecuados para la retirada de las muestras.
- f) Disponer de un divisor de muestras.
- g) Disponer de embalajes para colocar las muestras.

Muestreo en el flujo de la semilla

En la práctica, es conveniente realizar el muestreo durante el acondicionamiento, específicamente durante el llenado de los embalajes, pudiendo ser realizado manualmente o usando las herramientas adecuadas, pero siempre teniendo en cuenta que, en ambos casos, es importante que toda la sección transversal del flujo de semillas sea uniformemente muestreada y varias muestras simples deben ser retiradas a intervalos regulares de tiempo, para que sean representativas de la totalidad del lote.

Muestreo en el laboratorio

La muestra de envío, recibida en el laboratorio de análisis de semillas, generalmente necesita ser reducida a una muestra de trabajo igual o mayor que el tamaño prescrito para cada especie y análisis.

La muestra de envío de ser inicialmente mezclada, debe pasar por divisiones sucesivas, utilizando instrumentos específicos para la obtención de las muestras de trabajo.

Deben ser retiradas también muestras por duplicado y submuestras independientemente de la muestra de envío, siendo el remanente nuevamente homogeneizado, antes de que otra muestra o submuestra sea retirada.

-*Lote*: Es una cantidad específica de semillas, identificable físicamente.

-*Muestra o primaria*: Pequeña porción tomada en algún punto (al azar) del lote.

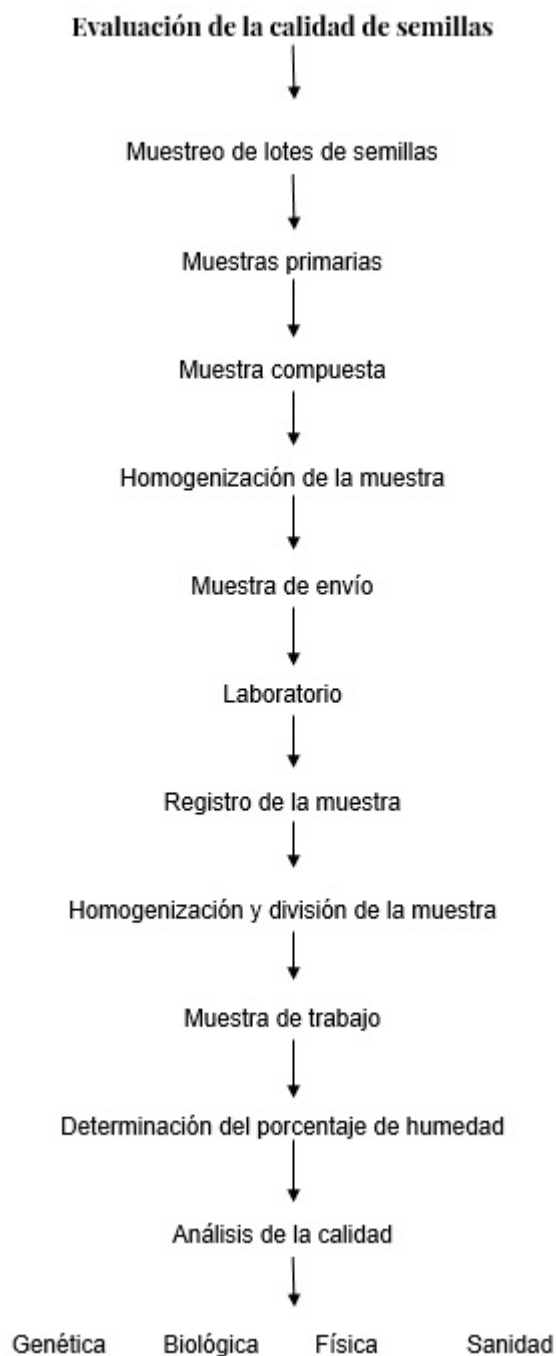
-*Muestra global*: Se forma mediante la combinación y mezcla de todas las muestras elementales tomadas del lote.

-*Muestra de envío*: La muestra global es generalmente superior al necesario para la realización de ensayos, en cuyo caso debe reducirse. Por lo tanto, la muestra a enviar comprende la muestra global reducida en caso necesario.

Entonces, una muestra se obtiene a partir de un lote de semillas tomando pequeñas porciones (muestra elemental) al azar, en diferentes sitios del lote y mezclándolos (muestra global). De esta muestra se obtienen muestras menores en una o varias etapas (muestra a enviar).

Es importante, antes de muestrear, verificar las condiciones físicas del lote (limpieza, que las bolsas estén en buen estado, etc.) y, en caso necesario, hacer una aclaración. Identificar siempre los envases que contienen las muestras.

El objetivo del muestreo es obtener una muestra de tamaño adecuado para el análisis, en la cual estén presentes los mismos constituyentes y en las mismas proporciones que en el lote de semillas.



Equipo utilizado para el muestreo de 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 o de profundidad*. Esta sonda puede introducirse en distintas profundidades, por lo que es utilizada para recolectar muestras de productos a granel hasta los seis metros de profundidad.

-*Sonda neumática*. Esta sonda 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 pelicano 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, impurezas, daños y la clasificación de la semilla.

-*Durante el almacenamiento*. El muestreo se realiza para inspeccionar la semilla. La inspección tiene por objetivo comprobar la posible existencia de insectos, hongos o roedores y, de ser el caso, si existe deterioro; además, está destinado a cuantificar el contenido de humedad de la semilla.

-*Durante la transferencia y comercialización de la semilla*. El muestreo tiene la finalidad de clasificar el producto.

Índice de muestreo

-*En semilla ensacada*: 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 2”. 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 debe ser muestreado, 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. Durante el almacenamiento, por lo general se prepara una sola muestra para el análisis.

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

-*Muestreo de semillas 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 dividir las.

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.

-Análisis de la calidad de la muestra: Una vez tomada la muestra de un lote de semillas se debe hacer el análisis de calidad.

Equipo, reactivos y materiales

1. Muestreadores y caladores
2. Bolsas de papel
3. Marcadores
4. Divisor Boerner
5. Báscula granataria
6. Bolsas de plástico
7. Semilla almacenada de gramíneas, leguminosa, hortalizas y forestales
8. Diafanoscopio
9. Zarandas
10. Contador de semillas
11. Bolsas para espiga
12. Bolsas de plástico
13. Sobres
14. Etiquetas
15. Marcadores
16. Engrapadora y grapas
17. Ligas

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 la submuestra), después de pesarla, se clasificará en sus componentes: granos, granos de otros cultivos y materia inerte.

Se preparara la muestra de envío.

Se preparará la muestra de trabajo.

Manejo de residuos: En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

Resultados experimentales

Cálculo y expresión de los resultados. Los resultados de laboratorio no pueden indicar más que la calidad de la muestra remitida para el análisis. En consecuencia, deben concentrarse todos los esfuerzos en asegurar que la muestra remitida represente exactamente la composición del lote de semillas en cuestión.

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

PRÁCTICA 3

◆ DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SEMILLAS ◆

Introducción

Contenido de humedad de las semillas

Las semillas y 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 las semillas 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 sustancias orgánicas, por lo tanto, la destrucción del producto.

Objetivos

- Determinar la cantidad de agua contenida en la semilla.
- Definir el flujo que deberá seguir la semilla en la planta de beneficio.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro de antecedentes antes del inicio de la práctica, entregando al profesor un resumen de la información en una cuartilla.

Antecedentes

El contenido de humedad de la semilla es uno de los factores más importantes en la conservación de su viabilidad durante el almacenamiento temporal en el campo, o definitivo en el almacén. El tamaño de la muestra remitida para determinar dicho contenido es variable dependiendo de la especie, debe recibirse en un recipiente herméticamente cerrado, del cual se ha eliminado la mayor parte posible de aire.

El contenido de humedad de las semillas se expresa, por lo general, como porcentaje del peso total de la semilla (base húmeda):

$$\% \text{ en base húmeda} = \text{PA} / \text{PT} \times 100$$

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 o semillas 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 las semillas es muy importante para mantener la calidad del producto almacenado y para mantenerlo viable durante más tiempo.

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

Métodos directos

Se consideran, en general, como métodos básicos, principalmente los 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:

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

P_i = peso de la muestra antes del secado

P_f = peso de la muestra después del secado

Con relación a la temperatura y al 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, para el que se recomienda el secado de algunos granos a $103\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 17 horas, o a una temperatura de $130\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 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 $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 horas, sin moler el grano.

Métodos indirectos

Son los más usados en la práctica e incluyen, sobre todo, recursos eléctricos. Los aparatos de esta índole, tienen que ser calibrados con los métodos directos.

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

Equipo, reactivos y materiales

1. Muestra de semilla, que deberá tomarse de la muestra de envío.
2. Báscula granataria.
3. Determinador de humedad Stand Lite
4. Estufa Felisa
5. Báscula
6. Bolsas de papel
7. Bolsas de plástico
8. Marcadores
9. Etiquetas
10. Engrapadora
11. Cajas de Petri
12. Agujas de disección
13. Pinzas
14. Diafanoscopio
15. Microscopio estereoscópico
16. Lupa

Se deberá definir la cantidad de semilla necesaria de acuerdo con el equipo que se disponga. Se pesa la semilla, se coloca en el determinador de humedad y se obtiene la lectura.

Procedimiento experimental

Manejo de residuos: En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

Resultados experimentales

Nota: El reporte deberá entregarse en la siguiente sesión de las prácticas en el formato que se incluye en el presente manual.

PRÁCTICA 4

♦ANÁLISIS DE PUREZA EN SEMILLAS♦

Introducción

La calidad de semilla es un concepto múltiple, es decir, que comprende varios componentes que no tienen el mismo valor, cuyo orden de importancia relativa no es la misma en todas las circunstancias.

Para un agricultor, la calidad significa idoneidad para sembrar en su propio campo de cultivo en un momento del año determinado, para su propio y particular propósito. Por ejemplo, el agricultor debe tomar en cuenta que la sanidad de la semilla es más importante en una zona húmeda que en una seca; la capacidad de germinación que tiene la semilla en condiciones atmosféricas adversas y en las adecuadas; el tamaño de la semilla, ya sea para siembra mecánica o para siembra a mano; la pureza analítica para la primera cosecha o para las siguientes; la pureza de un cultivar, para una cebada cervecera, o para alimentación de ganado

La pureza analítica indica qué cantidad del material de una bolsa es semilla intacta, de las especies nombradas en la etiqueta; esta pureza se estima mediante el análisis de una pequeña muestra en el laboratorio.

El control de calidad es el conjunto de acciones que se realizan en las diferentes etapas de la producción de semilla (desde la siembra hasta que se lleva al almacén).

Objetivo

-Determinar la calidad de un lote de semillas.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro de “Antecedentes” antes del inicio de la práctica y entregar al profesor un resumen de la información en una cuartilla.

Antecedentes

El análisis de semillas, en términos generales, permite obtener información básica para conocer la calidad de un lote de semillas. Este análisis también es útil para evaluar futuros métodos de recolección, control de enfermedades y plagas, manejo adecuado para el almacenamiento, tratamientos pregerminativos y siembra. Es considerado una muy buena herramienta que permite optimizar los procesos de la manipulación de semillas y disminuir las pérdidas en la producción.

La cantidad de semillas a enviar para el análisis de calidad dependerá de la especie que se trate, estas cantidades están establecidas en las reglas de ISTA, lo que puede ser consultado directamente en las reglas.

Análisis de pureza

Tiene como objetivo determinar la composición de las semillas y cuantificar las clases de semillas contenidas en un lote, las cuales se clasifican como semillas puras, semillas de otras especies y materia inerte.

Para determinar la pureza, el tamaño de la muestra debe ser de un peso estimado que contenga por lo menos 2.500 semillas, sujeto a un mínimo de 0.5 g y un máximo de 1000 gramos.

Equipo, reactivos y materiales

1. Zarandas
2. Diafanoscopio
3. Determinador de humedad
4. Balanza de peso volumétrico
5. Balanza granataría
6. Pinzas y agujas de disección
7. Marcadores
8. Bolsas de plástico
9. Sobres
10. Lupa

Procedimiento experimental

Con la muestra de trabajo obtenida en la *práctica 2*, el alumno deberá determinar los contenidos de la muestra de acuerdo con los parámetros de calidad física, genética fisiológica y sanitaria que se indican en la hoja de análisis de calidad que se anexa.

Manejo de residuos

En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

Resultados experimentales

Los resultados deben reportarse en el formato: Registro de análisis de calidad de semillas, con el respectivo dictamen del análisis.

Nota: El reporte deberá entregarse en la siguiente sesión de prácticas, siguiendo el formato para reporte de prácticas, que se incluye en el presente manual.



REGISTRO DE ANÁLISIS DE CALIDAD DE SEMILLAS

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

CULTIVO	VARIEDAD	ORIGEN		
ALMACÉN	BODEGA	SECCIÓN	ESTIBA	CANTIDAD EN Kg

A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Olor	Color	Humedad	Peso volumétrico	Semilla por kg	Eficiencia de selección

B. ANÁLISIS DE PUREZA

1. SEPARADOS			2. SEMILLAS DE OTRAS VARIEDADES		3. SEMILLAS DE OTROS CULTIVOS	
	Peso	%	Nombre	Cantidad	Nombre	Cantidad
1. Semilla pura						
2. Semilla de otros cultivos						
3. Semilla de malas hierbas						
4. Materia inerte						
Total			Total		Total	

4. SEMILLA DE MALAS HIERBAS			5. MATERIA INERTE	
Nombre	Clasificación	Cantidad		Cantidad
			Semillas quebradas	
			Fragmentos de plantas	
			Piedras	
			Arena	
			Tierra	
			Otros	
		Total	Total	

Analista :	Jefe de Laboratorio:
------------	----------------------

PRÁCTICA 5

◆PRUEBAS DE GERMINACIÓN Y VIABILIDAD EN SEMILLAS◆

PRUEBA DE GERMINACIÓN ESTANDARIZADA DE ACUERDO CON LAS REGLAS DE LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ENSAYOS DE SEMILLAS (ISTA)

Introducción

La germinación en el laboratorio se refiere a la aparición y desarrollo de la plántula hasta un estado en el que el aspecto de sus estructuras esenciales presenta indicadores de que la semilla es, o no, capaz de desarrollarse hasta establecerse como una planta normal bajo condiciones ambientales favorables. Es necesario otorgar a la semilla condiciones de humedad, temperatura y luz (en algunos casos), necesarias para que ocurra la germinación. Esta última es una secuencia de eventos que dan como resultado la transformación de un embrión en estado quiescente en una plántula.

El proceso de la germinación puede dividirse en varios eventos:

-*Imbibición*: es un proceso físico de absorción de agua.

-*Activación*: 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.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro de "Antecedentes" antes del inicio de la práctica, y entregar al profesor, un resumen de la información en una cuartilla.

Antecedentes

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 colocada en el sustrato en repeticiones de 25, 50 o 100, según el tamaño.

-*Tipos de sustrato*: A fin de proveer humedad adecuada y sostén a las semillas durante el ensayo, se utilizan 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 caja de Petri, mesas de germinación o 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 está la porosidad, que debe ser tal, que retenga la humedad y no tener sustancias tóxicas que puedan afectar la germinación; además, que permita el desarrollo de las raíces sobre su superficie y no dentro de este.

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, sobre todo 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.

Las condiciones estándar de germinación son la humedad y la aireación. El sustrato debe tener suficiente humedad para suplir las necesidades de agua de la semilla y nunca deberá estar tan húmedo que forme 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, así como de la especie de la semilla 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 %.

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 diferentes de temperatura para su germinación. Estos 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. 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 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, esta 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. El 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, 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 siete días adicionales si al término del segundo conteo no se ha iniciado la germinación (ISTA).

Evaluación de las plántulas durante la prueba de germinación

Las plántulas normales. Son aquellas 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:

1. 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, coleoptilo rígido y bien desarrollado.
2. Plántulas con ligeros defectos. Muestran defectos leves en las estructuras anteriores o cierto retardo sin que esto limite su crecimiento.
3. Plántulas con infección secundaria. Aquellas dañadas por hongos o bacterias, pero resulta evidente que la semilla misma no es la fuente de infección y se observa, además, 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 consultar el *Manual de evaluación de plántulas*.

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

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

Equipo, reactivos y materiales

1. Semillas de diferentes especies
2. Papel para germinación
3. Agua destilada
4. Bolsas de plástico
5. Ligas
6. Charolas
7. Cajas de Petri
8. Germinadora
9. Marcadores
10. Sustrato (agrolita y phytmos)

11. Cámara ambiental
12. Contador de semillas

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 que se trate, posteriormente, se cubrirán con otra toalla de papel y se enrollarán 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* de ISTA.

Manejo de residuos. En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

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 son establecidas según las reglas de ISTA.

Cálculo y expresión de resultados

El resultado de la prueba de germinación se obtiene como 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 especificada en las reglas ISTA.

Los resultados de la prueba deberán concentrarse en el cuadro de *Registro de prueba de germinación*.

Nota: El reporte completo de la práctica, deberá entregarse una vez concluida la prueba en la siguiente sesión de laboratorio, con el formato de “Reporte de prácticas” incluido en el presente manual.

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:
-----------	-----------------------

PRÁCTICA 6

◆PRUEBA DE VIABILIDAD Y VIGOR CON TETRAZOLIO◆

Introducción

La prueba de vigor con tetrazolio permite estimar, en forma rápida, la condición biológica de las semillas en cuanto a viabilidad y vigor, lo cual es frecuentemente necesario en el comercio de las semillas. Es también una prueba utilizada en el análisis de semillas latentes, así como para completar los datos obtenidos en una prueba de germinación y en el diagnóstico de las causas del deterioro de las semillas. Es pues, una prueba, de la cual se obtiene, información rápida y objetiva de la condición de la semilla con respecto a su viabilidad.

Objetivo

Determinar la viabilidad de lotes de semillas de manera rápida, cuando se requiere de información rápida y no se pueden esperar los resultados de los métodos convencionales de germinación.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro de antecedentes antes del inicio de la práctica y entregar al profesor un resumen de la información en una cuartilla.

Antecedentes

La prueba de viabilidad con tetrazolio, se basa en la reacción bioquímica de ciertas enzimas de las células vivas con la sal de tetrazolio, la cual consiste en la reducción del tetrazolio, formándose un compuesto rojo llamado *formazan*. La actividad de esos sistemas enzimáticos decrece paralelamente con la viabilidad de las semillas.

Mediante la solución incolora 2, 3, 5 cloruro o bromuro de trifenil tetrazol, es posible observar un proceso de reducción que tiene lugar dentro de las células vivas del tejido de las semillas. Por hidrogenación del compuesto se produce una nueva sustancia color rojo, estable e insoluble (trifenil formazan), que es producida dentro de células vivas. Esto permite distinguir partes vivas de la semilla coloreadas de rojo, de aquellas muestras sin color.

Además de las semillas viables completamente teñidas y las no viables sin teñir, se presentan semillas parcialmente coloreadas que pueden mostrar proporciones variables de tejido necrótico, cuya intensidad de color determina si la semilla se clasifica como viable o no viable. Junto con esto, deben considerarse diferencias en color, para reconocer y localizar tejido fuerte, débil o muerto.

Equipo, reactivos y materiales

1. Solución: 2,3,5 triphenyltetrazoliumchlorid
2. Cámara o incubadora que mantenga la temperatura de 20 a 40 °C
3. Refrigerador para conservar muestras teñidas para lecturas posteriores
4. Unidades de aumento como pueden ser lupas, estereoscopio binocular, etcétera
5. Vasos de precipitado y cajas de Petri
6. Envases de vidrio o plástico
7. Navajas de un filo, navajas de rasurar, agujas de disección y pinzas
8. Toallas de papel
9. Agua destilada

Procedimiento experimental

-Preparación de la solución. Para preparar una solución al 0.5 % a partir de la solución madre del 1 %, se mezclan volúmenes iguales de agua destilada y de solución madre.

-Preparación de la semilla. El tamaño de muestra ideal es de 400 semillas tomadas al azar de la fracción de semilla pura obtenida en el análisis de pureza. Si se cuenta con poca semilla, la prueba se puede establecer usando 200 semillas en dos repeticiones de 100.

Una vez seleccionada la semilla, se acondicionan remojándolas en agua o entre toallas húmedas por 12 horas a 15 °C, o entre 3 y 4 horas a 30 °C, enjuagando al final antes de agregar la solución. Posteriormente, las semillas se disectan longitudinal o transversalmente dependiendo del tipo, o se hace una escisión en el embrión, agregando la solución hasta cubrir las semillas; éstas se deben proteger de la luz y mantenerse a temperatura de 30 °C por el tiempo necesario. Al alcanzar el teñido, lavar las semillas para remover la solución y mantener en agua durante la evaluación. Si la lectura se hará en un lapso mayor al estipulado en la prueba, la semilla deberá conservarse en refrigeración.

Manejo de residuos. En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

Resultados experimentales

El objetivo principal del ensayo es distinguir entre semillas viables y no viables, pero mediante una evaluación cuidadosa, es posible distinguir diferentes categorías de viabilidad.

Las semillas viables son aquellas que producen plántulas normales en el ensayo de germinación, tales semillas se tiñen completamente y cuando están parcialmente teñidas, el patrón muestra que la semilla es viable. Las semillas no viables no cumplen con estas características.

Se cuentan las semillas viables en cada repetición, reportando el promedio después de co-tejar la tabla 5B de tolerancias de ISTA (1995).

PRÁCTICA 7

♦ DETERMINACIÓN DEL VIGOR EN SEMILLAS ♦

Introducción

El vigor es una característica relevante en siembras comerciales, ya que contar con esta característica, en un buen nivel, es importante para lograr un adecuado establecimiento de plantas, sobre todo en condiciones limitantes y aun en condiciones desfavorables (Virgen, 1983; Villaseñor, 1984), por ello, es conveniente definir los factores que intervienen en su expresión.

El concepto *vigor* está referido a una respuesta en condiciones desfavorables. El vigor *per se* puede representarse en términos de rapidez de crecimiento y tamaño alcanzado. También, se puede relacionar con la capacidad para desarrollar una planta vigorosa bajo condiciones desfavorables (Tadeo y Espinosa, 2004).

El *vigor de semilla*, es un elemento que representa una mayor seguridad para el productor; además, el vigor es heredable y puede manejarse genéticamente. La ISTA (International Seed Testing Association) maneja varios conceptos para explicar el origen del vigor de la semilla, dentro de los cuales destacan:

1. Constitución genética.
2. Desarrollo y nutrición de la planta madre.
3. Etapa de madurez en la cosecha.
4. Tamaño de semilla.
5. Integridad mecánica.
6. Envejecimiento.
7. Patógenos.

La diferencia en semillas con alto y bajo vigor se detecta sólo en fases iniciales de crecimiento, y bajo condiciones adversas, pero no hay suficientes evidencias de que el efecto se conserve para su expresión en rendimiento (Tadeo y Espinosa, 2004). El vigor permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del ambiente no son del todo favorables para germinación y emergencia.

Por otra parte, la semilla es el insumo más importante en el proceso productivo y tiene una estrecha relación con el rendimiento, por ello es fundamental utilizar semilla de buena calidad, la cual se da desde la capacidad de la semilla para germinar y tener un desarrollo óptimo en plántulas hasta llegar a ser una planta adulta, siendo esto conocido como *vigor*. El vigor en plántulas es una característica deseable en todo tipo de semillas, sobre todo, cuando las condiciones de siembra y preparación del terreno no son homogéneas o se presentan

factores externos como la dureza del terreno, falta de humedad, topografía accidentada, que afectan el crecimiento de la plántula (Sánchez, 2004).

El vigor, la germinación y la viabilidad son parámetros de calidad en semillas que le dan un valor comercial. Es importante señalar que los factores que determinan la calidad son de tipo genético, fisiológico, sanitario y físico (Moreno, 1996).

Objetivo

-Definir el vigor de lotes de semilla utilizando las diferentes metodologías para evaluar vigor, propuestas por ISTA.

Actividades previas a la práctica

El alumno deberá revisar la información que se incluye en el rubro “Introducción” antes del inicio de la práctica y entregar al profesor un resumen de la información en una cuartilla.

Vigor de semillas: Es la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla (o lote de semillas), durante su germinación y emergencia de la plántula.

La definición engloba procesos relacionados con las diferencias en vigor:

- a) Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación, tales como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria.
- b) Velocidad y uniformidad de la emergencia de la plántula en el campo.
- c) Capacidad de emergencia de las plántulas bajo condiciones desfavorables del medio ambiente.

Utilidad del vigor de semillas. Permite predecir el comportamiento de un lote de semillas cuando las condiciones del ambiente no son del todo favorables para germinación y emergencia. El vigor y la longevidad están muy relacionados, una semilla vigorosa tiene mayor longevidad.

Pruebas para evaluar vigor (ISTA, 2002)

-*Prueba de frío* (cold test): Se realiza bajo condiciones de baja temperatura, 7 días a 10 °C, después de 5 a 6 días a 25 °C, en suelos con patógenos de semilla.

-*Prueba de conductividad eléctrica.* Semillas con baja viabilidad y vigor, presentan una mayor lixiviación de solutos que semillas vigorosas y de alta germinación.

-*Prueba de envejecimiento acelerado.* Predice la capacidad de almacenamiento de semillas (longevidad), se emplea frecuentemente en soya. Se somete a las semillas a altas temperaturas (40 °C), así como a humedad relativa por 72 horas.

-*Prueba de deterioro controlado.* Se controla el contenido de humedad de las semillas. Es un tanto similar a envejecimiento acelerado.

-*Prueba de la actividad de la descarboxilasa del ácido glutámico.* Predice el comportamiento en el almacén. El ácido glutámico es degradado por la enzima generándose CO₂; a mayor producción de bióxido de carbono, mayor actividad de la enzima y, por lo tanto, menor deterioro.

-*Prueba de crecimiento de plántulas.* Se mide el crecimiento de plántulas.

-*Prueba de velocidad de germinación.* Se efectúan conteos diarios del número de semillas germinadas. Termina cuando se logra el máximo de germinación.

V.G. = (Núm. de semillas germinadas por día) / Días después de la siembra.

V.G. = (X₁)/1 + (X₂)/2 + (X₃)/3 ++ (X_{i-1})/n-1 + (X_i)/n

-*Prueba del primer recuento de emergencia:* De 5 a 10 días después de la emergencia se hace un único conteo.

-*Prueba de ladrillo molido.* Se establece una capa de 0.5 a 3.0 centímetros de grosor de ladrillo molido. Esta capa se coloca en la parte superior, es decir, primero se cubren las semillas con la capa de suelo preestablecida de 7 a 12 centímetros y en la parte superior se deposita el ladrillo molido o arcilla, la cual se compacta al secarse, oponiendo resistencia para que las plantas emerjan. De esta manera sólo logran salir a la superficie aquellas plántulas con suficiente vigor.

-*Prueba de tetrazolio.* Se ha tratado de relacionar el vigor de diferentes lotes de semilla con respecto a la intensidad de la tinción que ocurre con el cloruro de tetrazolio, lo que se fundamenta en el mayor nivel y actividad respiratoria y proceso de oxidación-reducción; sin embargo, es difícil manejar y estandarizar esta prueba por las interacciones con otros factores.

-*Prueba de profundidad de siembra:* No hay duda de que a mayor profundidad de siembra se requiere mayor nivel de vigor para emerger, lo que depende del tipo de suelo y de las condiciones de humedad que se otorguen en la prueba.

PRUEBA DE VIGOR NÚMERO 1

♦ESTUDIO DE LA RELACIÓN FUENTE-DEMANDA♦ DE SEMILLAS GERMINANTES

Introducción

Las pruebas desarrolladas para la evaluación del vigor se han clasificado de diversas maneras. Isely (citado por Copeland y McDonald, 1995) las divide en directas e indirectas; las primeras imitan el ambiente del campo en algún aspecto y miden la habilidad de la semilla para emerger bajo condiciones simuladas de estrés de campo; mientras que las segundas, miden componentes fisiológicos específicos de semillas. Woodstock (1973) las clasifica en fisiológicas y bioquímicas; en las primeras, incluye aquellas pruebas que miden algunos aspectos de la germinación o del crecimiento de la plántula; en las segundas, involucra a las que evalúan una reacción química específica, como lo son la actividad enzimática o respiración, las cuales están relacionadas con la germinación de la semilla y, consecuentemente, con su capacidad de vigor.

Bustamante (1995) las agrupa en tres categorías: a) pruebas de crecimiento de plántula (evaluación del crecimiento de plántulas, velocidad de germinación, tasa de crecimiento de plántulas y calificación del vigor de plántulas); b) pruebas de estrés (prueba fría, germinación a baja temperatura, envejecimiento acelerado, deterioración controlada y prueba de Hiltner); c) pruebas bioquímicas (conductividad eléctrica, prueba topográfica de tetrazolio, índice respiratorio, prueba de la actividad del ácido glutámico descarboxilasa).

Objetivo

-Explorar la respuesta de la semilla, con base en la traslocación de reserva de la semilla en endospermo o cotiledones a las diferentes estructuras de la plántula.

Equipo, reactivos y materiales

1. Semilla
2. Sobres
3. Papel absorbente
4. Germinadora
5. Estufa Felisa
6. Báscula
7. Agujas de disección
8. Agua destilada
9. Bolsas de plástico
10. Marcadores
11. Etiquetas

Procedimiento experimental

Cada equipo trabajará con la especie asignada.

Seleccionar grupos de 10 semillas hasta obtener 30 repeticiones. Cada grupo de 10 semillas deberá tener el mismo peso.

M	Lunes	Martes	Mier.	Jueves	Viernes	Lunes	Martes	Mier.	Jueves	Viernes
DDI										

M: Muestreo

DDI: horas después de imbibición

Total de papel a preparar: 80 toallas.

Resultados experimentales

El alumno, con los datos obtenidos, deberá utilizar modelos estadísticos de predicción de crecimiento como son: Taza Relativa de Crecimiento, y presentar las curvas ajustadas de la translocación de reservas hacia las diferentes estructuras de las plántulas.

Manejo de residuos

En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

Nota: Deberá entregar el reporte de la práctica en la siguiente sesión después de concluida la prueba.

PRUEBA DE VIGOR NÚMERO 2

◆CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA◆

Introducción

En el congreso de la ISTA, realizado en 1950, se constituyó el Comité de Evaluación Bioquímica y de Plántula del Vigor, para definir e investigar la propiedad del vigor de la semilla; sin embargo, fue hasta 1977 cuando este comité emitió la siguiente definición: “el vigor es la suma total de aquellas propiedades de la semilla que determinan el nivel de actividad y comportamiento de la semilla o lote de semilla, durante la germinación y emergencia de la plántula. Las semillas que funcionan bien son denominadas *semillas de alto vigor* y aquellas que funcionan deficientemente son llamadas *semillas de bajo vigor*” (Perry, 1981). Según McDonald, citado por Valadez (1991), ésta es considerada una definición académica, debido a que discute, identifica y describe el vigor de la semilla; es decir, trata de transmitir qué es el vigor.

Objetivo

Definir el vigor de un lote de semillas evaluando el deterioro de las membranas, utilizando la metodología de una prueba de conductividad eléctrica.

Equipo, reactivos y materiales

1. Semilla
2. Agujas de disección
3. Cajas de Petri
4. Papel absorbente
5. Sobres
6. Marcadores
7. Etiquetas
8. Conductímetro
9. Vaso de precipitado
10. Germinadora
11. Báscula

Procedimiento experimental

1. De cada muestra de semillas, tomar y pesar cuatro repeticiones de 50 semillas.
2. Determinar la conductividad eléctrica © del agua deonizada, la misma debe ser menor de $2-3 \text{ m Scm}^{-1}$
3. Colocar cada repetición en el interior del vaso de precipitado, que contenga aproximadamente 100 mL de agua deonizada y tapar.

4. Dejar las semillas en imbibición durante 24 horas en cámara ambiental a 25 °C.
5. Retirar las repeticiones de la cámara y esperar 30 minutos para determinar la conductividad eléctrica.
6. Calibrar el conductímetro con una solución de KCL (0,01 N). La lectura deberá ser de 1273 mS cm⁻¹ a 20 °C.
7. Agitar las muestras aproximadamente 10-15 s, previamente a determinación de ©.
8. Corregir cada lectura, dividiéndola por el peso de la muestra para determinar la C en mS cm⁻¹ g⁻¹ de semilla.
9. Graficar los datos obtenidos
10. Presentar conclusiones.

Resultados experimentales

El alumno deberá elaborar un reporte con el dictamen del estado de daño que presentan las muestras.

Manejo de residuos

En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica según el caso.

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

PRUEBA DE VIGOR NÚMERO 3

◆VELOCIDAD DE EMERGENCIA◆

COMPARACIÓN DEL VIGOR DE SEMILLA DE DOS VARIEDADES DE MAÍZ Y DOS TAMAÑOS DE SEMILLA

Introducción

Los efectos más reconocidos del vigor son los relacionados con la emergencia de las plántulas, ya que es de esperarse que la semilla de alto vigor germine en forma más sincronizada y que las plántulas crezcan más rápido y uniformemente que las procedentes de las de bajo vigor (Perry, 1983). La emergencia sincronizada es crucial para obtener un cultivo de madurez uniforme, sobre todo donde la operación de cosecha se realiza una sola vez, en tales casos el productor requiere un estimador más preciso de la emergencia en campo que lo que puede proporcionar una prueba de germinación, por lo que alguna forma de evaluación del vigor puede cumplir este requerimiento (Hampton y Coolbear, 1990).

El vigor es importante, porque las semillas vigorosas de la misma variedad a menudo producen más que las semillas de bajo vigor; aunado a esto, debido a su mayor potencial de crecimiento, con las semillas vigorosas se favorece el establecimiento temprano y son aptas para evitar o tolerar el ataque de microorganismos, insectos y la competencia con malezas. (Ching, 1973).

Tamaño, peso, forma, densidad y profundidad de siembra de la semilla

Diversos autores citados por Mc Daniel (1973), coinciden en señalar que el vigor de plántula medido como peso fresco, proteína o función respiratoria, se ha correlacionado positivamente con el peso de la semilla en cebada; la mayor cantidad de mitocondria (proteína) de plántulas producidas de semillas pesadas, fue indicativo del mayor potencial de crecimiento de esas plántulas.

La densidad de la semilla también está positivamente correlacionada con el vigor de las plántulas y establecimiento de plantas. Tupper *et al.* (citados por Copeland, 1976) reportaron que la densidad y el peso de la semilla tienen una fuerte influencia sobre la precocidad en la germinación de semilla de algodón.

Sheih y MacDonald (1982) encontraron que el primer conteo en la prueba de germinación estándar mostró que las semillas pequeñas de maíz germinaron más rápidamente que las semillas grandes, lo que indica que las primeras fueron más vigorosas. Dado que las semillas pequeñas completan el proceso de imbibición más rápidamente que las semillas grandes, esta observación puede deberse a la iniciación temprana de los procesos de la germinación en las semillas pequeñas. Por otra parte, encontraron una diferencia significativa atribuible al

tamaño de la semilla para todas las pruebas de vigor, con excepción del conteo final en la germinación y estudios de emergencia en campo, lo cual confirmó que el tamaño de la semilla no altera significativamente la emergencia final de campo.

Villaseñor (1984), al utilizar semilla de maíz de diversos genotipos, encontró que el tamaño de semilla dentro de genotipos fue determinante en el mayor consumo y producción de materia seca (vigor), y observó que hubo un efecto materno sobre la mayor expresión del vigor, por lo que recomendó utilizar como hembras las líneas con mayor tamaño de semilla para producir plántulas más vigorosas.

La FAO (1985) apunta que la semilla grande y pesada suele producir plántulas fuertes, con satisfactorio desarrollo de raíces y tallos, debido a que tienen una mayor reserva de nutrientes y a que, en las etapas iniciales de su desarrollo, la joven planta tiene que vivir de las sustancias nutritivas contenidas en la semilla.

Corral (1985) al evaluar genotipos de sorgo y 5 tamaños de semilla en condiciones de laboratorio en una prueba de vigor efectuada a 25 °C, encontró una estrecha relación entre el tamaño de la semilla y el vigor de plántula, expresado en términos de materia seca total o en peso seco por plántula; el mayor tamaño de semilla produjo mayor cantidad de materia seca.

Castellanos (1986) encontró que el porcentaje de germinación fue superior en semillas de cebolla provenientes de plantas de bulbo grande.

Marroquín (1986) al estudiar la influencia del contenido de reservas y del tamaño del embrión de la semilla de maíz sobre el vigor de las plántulas, concluyó que las semillas y sus estructuras (embrión y materias de reserva) que presentan los mayores pesos y volúmenes, originan plántulas más vigorosas, principalmente con base en peso seco de plántula y de raíz, así como longitud de parte aérea.

Bodnaryk y Lamb (1991) mencionan que el tamaño de la semilla, al favorecer el desarrollo vigoroso de la plántula, mejora su resistencia al ataque de plagas. Para demostrar lo anterior indujeron el ataque de pulgas sobre plántulas de canola y de mostaza procedentes de semillas de varios tamaños, encontrando que la proporción del área del cotiledón dañada en ambas especies fue más alta para las plántulas desarrolladas de semillas pequeñas. La proporción de plántulas muertas como resultado de la alimentación por el escarabajo fue también mayor en plántulas de semillas pequeñas, llegando al 100 % en canola a densidades altas del organismo plaga (10 por plántula) contra un 28.3 % de plántulas muertas cuando éstas procedían de semillas grandes; mientras que en la mostaza murió el 45.52 % de plántulas procedentes de semillas pequeñas y sólo el 9.1 % cuando éstas provenían de semillas grandes.

Objetivos

-Determinar para distintos tamaños de semilla de maíz, en comparación de los híbridos Puma 1075 y Puma 1076, la velocidad de germinación, así como la velocidad de emergencia y de acumulación de materia seca.

-Establecer las diferencias entre la germinación y el vigor (emergencia y acumulación de materia seca), para semilla de diferentes tamaños del híbrido de maíz Puma 1075 en comparación con el Puma 1076.

Hipótesis

La germinación entre diferentes tamaños de semilla de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076 es similar dentro de cada material; sin embargo, la velocidad de emergencia es diferente dependiendo del tamaño de semilla. La germinación y el vigor entre los Puma 1075 y Puma 1076 son diferentes, lo cual es influenciado por su ciclo vegetativo.

Equipo, reactivos y materiales

1. Semilla
2. Sobres
3. Marcadores
4. Báscula
5. Zarandas
6. Charolas
7. Sustrato (agrolita y pythmos)
8. Agujas de disección
9. Contador de semillas
10. Estufa Felisa
11. Computadora para análisis de datos (SAS)
12. Reglas
13. Vernier
14. Bolsas de plástico
15. Ligas

Procedimiento experimental

Se utilizará semilla de los híbridos de maíz Puma 1075 y Puma 1076, híbridos trilineales de la UNAM.

-*Tratamientos.* Se evaluarán tres diferentes tamaños de semilla de cada uno de los maíces, para lo cual se seleccionarán lotes de 25 semillas cada uno, con peso aproximadamente similar entre semillas y con peso similar entre cada uno de los lotes del mismo tamaño.

De cada tamaño se deberá contar con 12 repeticiones, cada una de 25 semillas, con lo cual la suma será 300 semillas para estandarizar las pruebas de germinación como lo marca la ISTA (International Seed Testing Association).

-*Diseño experimental.* Se establecerá un ensayo en Bloques Completos al Azar, el cual considerará los tres diferentes tamaños de semilla, así como los dos híbridos, con 12 repeticiones.

Cada parcela será de 25 semillas (una hilera), en almácigo (invernadero), sembrada a lo ancho de la cama, distribuyendo las 25 semillas a distancias equidistantes y cubriendo con tierra para dar una profundidad de 10 a 12 centímetros.

-*Altura de plántulas* A los 12 y 17 días se tomará la altura en centímetros de tres plántulas de cada parcela para evaluar este parámetro.

-*Datos a tomar:* Se tomará diariamente el registro del número de plantas emergidas, anotando fecha y número de plantas totales emergidas cada día, esto se hará hasta que en cada parcela dejen de emerger plántulas.

-*Materia seca:* A los 12 y 17 días y probablemente a los 22 días, se tomarán 5 plantas de cada parcela, a las cuales se les separará parte aérea y raíces para llevarse a la estufa. Después de lograrse materia seca, será tomado el peso.

-*Evaluación de germinación.* La germinación será evaluada en la cámara germinadora en cuatro repeticiones de 25 semillas, a temperatura de 270 °C, en conteos a los cinco días.

Manejo de residuos

Nota: En esta práctica no se generan residuos peligrosos. Los restos de la práctica deberán colocarse en los contenedores de basura orgánica e inorgánica, según el caso.

◆INSTRUCCIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL REPORTE◆ DE PRÁCTICAS

Portada

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Ingeniería Agrícola

Producción de Granos y Oleaginosas

Número y nombre de la práctica:

Nombre del alumno:

Semestre:

Fecha de realización de la práctica:

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 mismos plantados 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 GENERAL DE LA ASIGNATURA◆

-Andrade, B. H. J. (1992). *Mejoramiento del vigor en semillas de maíz y su relación con emergencia y rendimiento*. Tesis de Maestría y Ciencias. México, Universidad Autónoma Chapingo.

-Ansorena. (1990). *Manual del manejo de productos a granel para la industria de la Construcción y Agrícola*. España, Hemisferio.

-Basma, A. S. (1995). *Seed Quality; Basic Mechanism and Agricultural Implications*. Estados Unidos, Food Products Press.

-Beck, D. (1999). "Manejo de campos de producción de semilla de maíz." en *Manual para producción de semilla de maíz*. Curso técnico, mayo-junio 1999. México, CIMMYT, El Batán.

-Bressani R. (1994). "Opaque 2 Corn in Human Nutrition and Utilization" en *Quality protein maize: 1964-1994*. Proc. of the International Symposium on Quality Protein Maize. Embrapa/CNPMS. December 1-3, 1994. pp. 41-63. Sete Lagoas MG Brasil

-Catálogo Nacional de Variedades Factibles de Certificación (2003). C.V.C. México, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

-Copeland, L. O., Mac Donald, M. B. (1995). *Principles of Seed Science and Technology*. Tercera edición. Estados Unidos, Chapman and Hall.

-Coors, J. G., Pandey, Shivaji. (1999). *Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. American Society of Agronomy, Inc. Crop Science Society of America, Inc. Madison, Estados Unidos.

-Espinosa, C. A.; Tadeo, R. M.; Piña, del V. A. y Martínez, M. R. (1997). "Capacidad productiva de cruza de variedades de maíz de polinización libre combinadas con híbridos simples de maíz" en *Agronomía Mesoamericana*. Costa Rica, Vol. 8, pp. 139-142.

-Espinosa, C. A. y Tadeo, R. M. (1998). "Evaluación de desespigue mecánico en híbridos dobles de maíz en los valles altos de México" en *Agronomía Mesoamericana* 9 (1), pp. 90-92.

-Espinosa, P. H.; A. Carballo C.; A. Hernández L., y A. Martínez G. (1999). "Fertilización foliar y densidad de población en el rendimiento y calidad de semilla de frijol" en *Revista Fitotecnia Mexicana* 22, México, 1999, pp. 75-86.

-Espinosa, C. A.; Tapia N., A. R. Aveldaño S. (1999). "Variedades y producción de semilla en México" en *Ciencia y Desarrollo*. Noviembre-diciembre, México, 1999. Vol. XXV. Núm. 149. pp. 62-67.

-Espinosa, C. A.; A. Turrent F.; H. Córdova O.; N. Gómez M.; M. Sierra M.; E. Betanzos M.; F. Caballero H.; B. Coutiño E.; A. Palafox C.; F. Rodríguez M.; A. García B.; O. Cano, y R. Aveldaño S. (2001). *Maíces de calidad proteínica: Una alternativa para el campo mexicano. innovación y competitividad*. Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico, AC (ADIAT), Números 3 y 4, pp. 10-15.

-Espinosa, C. A. y Tadeo, R. M. (2002). "Tecnología de producción de semillas para los híbridos H-48, H-50 y H-153 con el esquema de androesterilidad" en *Memoria del día de Campo CEVAMEX 2002*, Memoria Técnica Núm. 2, México, CEVAMEX, CIRCE, INIFAP.

-Fehr, F. W. P. (1993). *Producción y recolección de semillas* en Colección FAO. Tecnología de semillas de cereales. FAO, Italia.

-Fragoso, G. J. (1995). *Obtención de líneas A, B y R de sorgo tolerantes a frío para la mesa central de México*. Tesis de Licenciatura. México, Universidad Autónoma de Chapingo.

-Feistritzer, W. P.; Bradley R. y Ogada, F. (1983). "Producción y recolección de semillas" en Colección FAO, *Tecnología de semillas de cereales*. FAO, Italia.

-IPOFOS (1996). *Manual internacional de fertilidad de suelos*, México, Instituto de Potasa y el Fósforo.

-Gutiérrez H. (2002). "Diferentes tiempos de preacondicionamiento para la prueba del tetrazolio (TZ) en semillas de soya" en XVIII *Seminario Panamericano de semillas*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (1997). *Tecnologías Llave en Mano: División Agrícola*. Tomo II, INIFAP, México.

-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (1999). *500 Tecnologías Llave en Mano*. SAGAR, INIFAP, México.

-International Seed Testing Association (1999). *International Rules for Seed Testing Rules*. ISTA, Seed Sci. and Technol. Vol. 27, Supplement. Adopted at the Twenty-fifth International Seed Testing Congreso, South Africa.

-International Seed Testing Association (2002). *International Rules for Seed Testing Annexe* to Chapter 7 Seed Health Testing: Seed Health Testing Methods. Adopted at the Twenty –sixth International Seed Testing Congress, Angers France 2001. To Become Effective on 1 January 2002. ISTA, Zurich, Switzerland.

-Jugenheimer, R. W. (2001). *Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla*. México, Noriega Limusa.

-Leyva, O. O. R. (1997). *Efecto de la fertilización foliar y el método de trilla sobre la calidad física y fisiológica en semillas de frijol*. Tesis de Maestría en Ciencias. México, Montecillo, Colegio de Posgraduados.

-Ley y Reglamento: *Variedades Vegetales y Semillas* (2000). México, SNICS.

-*Ley Federal de Variedades Vegetales y su Reglamento* (2000). México, SNICS.

-*Ley sobre Producción, Certificación y comercio de Semillas y su Reglamento* (2000). México, SNICS.

-López-P, M. y G., J. C. (1997). *Las industrias de la semilla en Brasil y México: Desempeño anterior, problemas actuales y perspectivas para el futuro*. Documento de trabajo de Economía del CIMMYT, México.

-Morris, M. L. y López, P. M. A. (2000). *Impactos del Mejoramiento de Maíz en América Latina 1996-1997*. CIMMYT, México.

-Moreno, M. E. (1996). *Análisis físico y biológico de semillas agrícolas*. México, Instituto de Biología de la UNAM.

-Nuez, W. (1995). *Soil Conditions and Plant Growth*. Décima edición. Londres, Longman.

-Ortega, C. A.; O. Cota A.; S. K. Vasal; E. Villegas M.; H. Córdova O.; M. A. Barrera S.; J. J. Wong P.; C. A. Reyes M.; R. E. Preciado O.; A. Terrón I.; A. Espinosa C. (2001). “H-441C, H-442C y H-469C, híbridos de maíz de calidad proteínica mejorada para el noroeste y subtrópico de México” en *Campo Experimental Valle del Yaqui*, Folleto Técnico Núm. 41, Sonora, INIFAP, CIRNO,

-Poelhman, J. M. (2003). *Mejoramiento genético de las cosechas* (Trad. al español de Manuel Guzmán Ortiz). Segunda edición. México, Limusa.

-Reyes, C. y Reyes, M. P. (2002). Introducción a la Agronomía. México, Trillas.

-Rivera, P. A. (2001). “*Metodologías tradicionales usadas en el mejoramiento genético de papa en México*” en Libro Técnico Núm. 3. México, SAGARPA, INIFAP, CIRCE, Campo Experimental Valle de Toluca, Metepec.

-Sierra, M. M.; A. Palafox C.; O. Cano R.; F. A. Rodríguez M.; A. Espinosa C.; A. Turrent F.; N. Gómez M.; H. Córdova O.; N. Vergara A.; R. Aveldaño S.; J. A. Sandoval R.; S. Barrón F.; J. Romero M.; F. Caballero H.; M. González C.; E. Betanzos M. (2001). “Descripción varietal de H-519 C, H-553 C y V-537 C, maíces con alta calidad de proteína para el trópico húmedo de México” en *Folleto Técnico* Núm. 3. México, INIFAP, CIRGOC, Campo Experimental Cotaxtla, Veracruz.

-Tadeo, R. M.; A. Espinosa C.; A. M. Solano; R. Martínez M. (2001). “Esterilidad masculina para producir semilla híbrida de maíz” en *Revista Ciencia y Desarrollo*, 157. México, pp. 64-75.

-Tadeo, R. M. y Espinosa, C. A. (2002). *Apuntes del curso: Tecnología y producción de semillas. Ingeniería Agrícola*. México, FES-Cuautitlán, UNAM.

-Vargas, R. J. M. (1996). *Velocidad de emergencia, un parámetro importante para la selección por vigor de semillas de líneas e híbridos de maíz*. Tesis profesional. México, Universidad Autónoma Chapingo.

-Vasal, S. K. (1994). “High Quality Protein Corn” en Hallauer, A.R. (editor). *Speciality Corns*. Estados Unidos, Boca Ratón, CRC Press.

-Villaseñor, M. H. E. y Espitia, R. E. (2000). “El trigo de temporal en México” en *Libro Técnico* Núm. 1, México, SAGAR, INIFAP, CIRCE, Campo Experimental Valle de México.

◆BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA◆

-Evans, L. T. (1983). *Fisiología de los cultivos*, traducción H. González I. Argentina, Hemisferio Sur.

-Márquez, S. F. (1985). *Genotecnica vegetal*. Métodos, teoría y resultados. Tomo I. México, AGT Editor.

-Molina, G. J. D. (1980). *Selección Masal visual estratificada en maíz*. Chapingo, México, Colegio de Posgraduados.

-Perry, D. A. (1980). "El concepto de vigor de semillas y su relevancia en las técnicas de producción de semilla" en P. D. Hebblethwaite (Ed), *Producción moderna de semillas*, Inglaterra.

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

-Sánchez, E. A. (1988). "Producción de semillas de maíz híbrido" en *Producción y manejo de semillas*. Tamaulipas Norte México, SARH. PIFSV.

-Tadeo R. M., Espinosa C. A., Solano A. M., Martínez M., R., (2001). "Esterilidad masculina para producir semilla híbrida de maíz" en *Ciencia y desarrollo*, CONACYT. Marzo-abril, Núm. 157, Vol. XXVII, Núm. 64, p. 75.

-Tadeo R. M., Espinosa C. A., Solano A. M., Martínez M. R., (2003). "Androesterilidad en líneas e híbridos de maíz de Valles Altos de México" en *Agronomía Mesoamericana*, Vol. 14, Núm. 1, pp. 15-19.

-Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., A. Piña D. V. (2004). "Maize Seed Production at the Agricultural Engineering Department of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) en *Abstracts 27th ISTA Congress Seed Symposium*, Budapest, Hungary. p. 101.

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

-Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., R. Arias Rubí. (2005). "Producción y tecnología de semillas, desarrollo y difusión de híbridos y variedades de maíz de la UNAM para su adopción extensiva en México" en XX Reunión Latinoamericana de Maíz. Editores Miguel

Barandiaran Gamarra, Alexander Chávez Cabrera, Ricardo Sevilla Panizo, Teodoro Narro León. Lima, Perú, pp. 435-441.

-Tadeo R. M., A. Espinosa C., R. Martínez M., D. Salazar H., Téllez, C., J. M. Osorio H. (2006). "Plant Breeding and Maize Seed Production at the Agricultural Engineering Department of the National University of Mexico (UNAM)", en *Book of poster abstracts. International Plant Breeding Symposium*, México Ed. Sophie Higman, pp. 20-25

-Tadeo R., M., A. Espinosa C., R. Martínez M., C. Téllez, I. González R., J. M. Osorio H., R. Valdivia B., N. Gómez M., M. Sierra M., F. Caballero H., A. Palafox C., F. A. Rodríguez M. (2007). "Maize Seed Production and Plant Breeding in Relation with the Process Teaching – Learning at the National Autonomous University of Mexico (UNAM) en *African Crop Science Conference Proceedings*, African Crop Science Society. El Minia, Egypt. Volumen 8, Núm. 19, p. 22.

-Tadeo R. M., Espinosa C. A., Martínez Mendoza R., (2005). *Procedimientos técnicos para producción de semilla de híbridos y variedades de maíz en México*. Proyecto PAPIME 209803. UNAM-FESC, México, Departamento de Ciencias Agrícolas. Cuautitlán Izcalli.

-Tadeo R. M., Espinosa C. A., Beck D., Torres J. L., (2007). "Rendimiento de semilla de cruas simples fértiles y androestériles progenitoras de híbridos de maíz" en *Agricultura Técnica en México*. Mayo-agosto. Vol. 33 (2): pág.175-180.

-Tadeo R. M., Espinosa C. A., Serrano R. J., Sierra M. M., Caballero H. F., Valdivia B. R., Gómez M. N. O., Palafox C. A., Rodríguez M. F. A. y Zamudio G. B. (2010). "Productividad de diferentes combinaciones de semilla androestéril y fértil en dos híbridos de maíz" en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Julio-septiembre. Vol. 1 (3) 2010. pp. 273:287.

-Tanaka, A. y Yamaguchi, J. (1984). *Producción de materia seca componentes del rendimiento del grano de maíz* (traducción de Josué Kahashi Shibata). Chapingo, México, Colegio de Posgraduados.

-Villaseñor, M. H. E. (1984). *Factores genéticos que determinan el vigor en plántula de maíz*. Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillos, México, Colegio de Posgraduados.

◆REVISTAS Y CENTROS INTERNACIONALES◆ DE INVESTIGACIÓN

-*Agrociencia*. Disponible en: <http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>

-*Fitotecnia Mexicana*. Disponible en: <http://www.somefi.org/>

-*Agricultura Técnica de México*. Disponible en: http://www.inifap.gob.mx/otros_sitios/agricultura_tecnica.htm

-*Interciencia*. Disponible en: <http://www.interciencia.org/>

-*Terra Latinoamérica*. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/>

-*Agronomía Mesoamericana*. Disponible en: http://www.eefb.ucr.ac.cr/esp_ragromeso.shtml

-*Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe, España y Portugal*. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx>

-*FAO*. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/>

-*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo (CIMMYT)*. Disponible en: <http://www.cimmyt.org/spanish/fp/index.htm>

-*International Rice Research Institute (IRRI)*. Disponible en: <http://beta.irri.org/index.php/Home/Welcome/Frontpage.html>

-*Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)*. Disponible en: <http://www.ciat.cgiar.org/inicio.htm>

♦ANEXOS♦

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA DE: PRODUCCIÓN Y TECNOLOGÍA DE SEMILLAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Décimo semestre

Nombre de la asignatura:

Producción y Tecnología de Semillas

Adscrita al departamento de:

Ciencias Agrícolas

Nivel en el plan de estudios:

Licenciatura

Requisito de seriación:

Ninguno

Área:

Paquete terminal en producción carácter de la
asignatura: **Obligatoria de elección tipo de la asignatura:**

Teórica -Práctica

Modalidad:

Curso

Número de horas por semana: 5

Clave	HRS/SEM		Créditos
	Teo.	Prac.	
	3	2	8

OBJETIVO GENERAL DE LA ASIGNATURA

Mediante el aprendizaje de la producción y tecnología de semillas el alumno:

- Juzgará la importancia y necesidad de la producción y tecnología de semillas en la agricultura.
- Describirá los fundamentos involucrados en la producción y tecnología de semillas.
- Identificará los principales problemas técnicos, ecológicos, económicos y sociales en la producción y tecnología de semillas.
- Establecerá la relación entre la producción y tecnología de semillas y el mejoramiento genético.

Núm.	UNIDADES	HORAS
I	La agricultura en México en relación con la producción de semillas	5
II	Sistemas de propagación de plantas superiores	5
III	Principios ecológicos, económicos y tecnológicos en la selección de las zonas productoras de semillas	10
IV	Principios agronómicos	10
V	Control de calidad	10
VI	Acondicionamiento de semillas	15
VII	Almacenamiento y conservación de semillas	15
VIII	Comercio de semillas	10
IX	Producción de semilla de algunas especies representativas en México	
	TOTAL DE HORAS	80

UNIDAD I. La agricultura en México en relación con la producción de semillas

Número de horas para la unidad: 5

Objetivos de la unidad: Conocer la evolución histórica de la producción e investigación agrícola con la producción y tecnología de semillas.

- Identificar las principales funciones de los organismos y servicios del sistema nacional de producción, certificación y comercio de semillas (SNPCCS).
- Establecer la importancia de la certificación en la producción de semillas.
- Comprender la relación entre el mejoramiento genético vegetal y la producción de semillas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Historia y perspectivas del suministro de variedades mejoradas.

Tema 2: Mejoramiento genético y desarrollo de variedades mejoradas.

Tema 3: Organismos relacionados con el Sistema Nacional de Producción, Certificación y Comercio de Semillas.

UNIDAD II. Sistemas de propagación de plantas superiores

Número de horas para la unidad: 5

Objetivo de la unidad: Proporcionar los elementos involucrados en la propagación de plantas, obtención de semillas e importancia de la misma desde el punto de vista agronómico.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Reproducción sexual y multiplicación asexual

Tema 2: Mecanismos florales en la formación de semillas

Tema 3: Morfología y fisiología en la formación de semillas

Tema 4: Dispersión de frutos y semillas

UNIDAD III. Principios ecológicos, económicos y tecnológicos en la selección de las zonas productoras de semillas

Número de horas para la unidad: 10

Objetivo de la unidad: Identificar los factores del ambiente que se consideran en la producción de semillas. Destacar la importancia económica en relación con las zonas ecológicas apropiadas para la producción de semillas. Determinar zonas ecológicas adecuadas para la producción de semillas de una especie. Identificar los factores tecnológicos necesarios para facilitar la producción de semillas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1. Factores climáticos que afectan la producción de semillas

Tema 2. Factores económicos. Costos de producción, rendimiento de semilla, costo del transporte, disponibilidad de crédito

Tema 3. Factores tecnológicos: Disponibilidad de infraestructura de riego, paquete tecnológico para la producción de semilla, plantas de acondicionamiento y almacenaje de semillas

Tema 4. Vías de comunicación

UNIDAD IV. Principios agronómicos

Número de horas para la unidad: 10

Objetivo de la unidad: Destacar la importancia de las prácticas agronómicas empleadas en la producción de semillas. Diferenciar las prácticas agronómicas del cultivo para la producción de semilla con las de producción comercial. Conocer las diferentes prácticas agronómicas de los cultivos, así como algunas prácticas especiales para la obtención de semillas.

Contenido temático de la unidad:

- Tema 1: Selección del terreno
- Tema 2: Preparación del terreno
- Tema 3: Semilla y siembra
- Tema 4: Riego
- Tema 5: Fertilización
- Tema 6: Plagas y enfermedades
- Tema 7: Malezas
- Tema 8: Cosecha y Trilla

UNIDAD V. Control de calidad

Número de horas para la unidad: 10

Objetivo de la unidad: Conocer las normas generales para producir semilla legalmente. Identificar los elementos que determinan la calidad genética, física, fisiológica y sanitaria de las semillas. Conocer las normas de calidad en campo de diferentes especies.

Contenido temático de la unidad:

- Tema 1: Madurez fisiológica
- Tema 2: Concepto de calidad de semilla y sus componentes
- Tema 3: Normas de certificación de semillas
- Tema 4: Conservación de la identidad genética y de la pureza varietal
- Tema 5: Control de la calidad física, fisiológica y sanitaria en laboratorio

UNIDAD VI. Acondicionamiento de semillas

Número de horas para la unidad: 15

Objetivo de la unidad: Identificar los factores que afectan la calidad fisiológica de la semilla durante el secado. Explicar los principios y etapas del acondicionamiento de semillas. Conocer los principios del tratamiento, físico y/o químico, a la semilla para obtener una mejor calidad fitosanitaria. Establecer las ventajas y desventajas de los envases para los diferentes tipos de semilla.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Secado de semillas: Sistemas y métodos

Tema 2: Etapas en el acondicionamiento de semillas: Principios, bases de la separación y equipo para la limpieza y clasificación

Tema 3: Tratamiento de la semilla

Tema 4: Envasado y etiquetado

UNIDAD VII. Almacenamiento y conservación de semillas

Número de horas para la unidad: 15

Objetivo de la unidad: Conocerá las formas de almacenamiento tradicional y moderno. Indicará las condiciones ambientales óptimas para el almacenamiento de semillas. Identificará los principales problemas en el almacenamiento de semillas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Factores de la semilla que afectan su longevidad durante el almacenamiento

Tema 2: Efectos ambientales en la longevidad de semillas almacenadas

Tema 3: Selección y diseño para el almacenamiento de semillas

Tema 4: Consideraciones para el almacenamiento

Tema 5: Fumigación

Tema 6: Control de insectos y roedores

Tema 7: Transporte

UNIDAD VIII. Comercio de semillas

Número de horas para la unidad: 10

Objetivo de la unidad: Identificar el proceso de comercialización de las semillas por diferentes tipos de empresas.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Estructuración: Importación, comercio local y tipos de empresas de semillas

Tema 2: Comercio: Mercadeo de semillas, planeación, ejecución y evaluación

UNIDAD IX. Producción de semilla de algunas especies representativas en México

Número de horas para la unidad: Trabajo de investigación para realizarse durante todo el semestre.

Objetivo de la unidad: Señalar la importancia económica de algunas especies. Identificar las condiciones ecológicas más apropiadas para la producción de semilla de cada especie. Establecer prioridades de investigación en el proceso de producción de semilla de cada especie.

Contenido temático de la unidad:

Tema 1: Cultivos de estudio:

- | | |
|------------|-------------------|
| 1. Maíz | 8. Cebolla |
| 2. Sorgo | 9. Zanahoria |
| 3. Frijol | 10. Cucurbitáceas |
| 4. Arroz | 11. Jitomate |
| 5. Trigo | 12. Chile |
| 6. Algodón | 13. Lechuga |
| 7. Soya | 14. Alfalfa |

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

Práctica 1. Morfología de semillas y plántulas

Práctica 2. Técnicas de muestreo

Práctica 3. Determinación del contenido de humedad en semillas

Práctica 4. Análisis de pureza en semillas

Práctica 5. Pruebas de germinación y viabilidad en semillas

Práctica 6. Determinación del vigor en semillas

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Exposición del profesor, exposiciones de los estudiantes, trabajo en grupos, utilización de medios audiovisuales.

TÉCNICAS DE ENSEÑANZA	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN		
EXPOSICIÓN ORAL	(X)	EXÁMENES PARCIALES	(X)
EXPOSICIÓN AUDIOVISUAL	(X)	EXÁMENES FINALES	(X)
SEMINARIOS	(X)	TAREAS Y TRABAJOS	(X)
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	(X)	ASISTENCIA A CLASE	(X)
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	(X)	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	(X)

NORMAS DE EVALUACIÓN

Las que los lineamientos de la institución indiquen al respecto.

PERFIL PROFESIOGRÁFICO DEL DOCENTE

Docente con licenciatura en alguna de las áreas de la agronomía como mínimo, con formación académica en producción y tecnología de semillas y con una marcada experiencia profesional y conocimiento sólido sobre aspectos referentes a la temática del curso.

Producción y tecnología de semillas (Prácticas de laboratorio)

Las prácticas contenidas en el presente manual se enfocan en la evaluación de la calidad genética, fisiológica, sanitaria y física de semillas de los principales cultivos de importancia económica, con el fin de establecer estrategias para su cultivo y producción. En el mismo, destacan las diferencias que presentan las semillas dependiendo de la especie a la que pertenecen (tamaño, forma, color, superficie, etcétera).

