



Universidad Autónoma del Estado de México



Facultad de Ciencias Agrícolas

Ingeniero Agrónomo Industrial

Unidad de Aprendizaje:  
Conservación de Granos, Semillas y Material Vegetativo

***PROYECTABLE***  
**Efecto del contenido de humedad  
y la temperatura en granos almacenados**



**Autor:**  
**Dr. NÉSTOR PONCE GARCÍA**

**Septiembre del 2015**

# CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Programa de Conservación de Granos, Semillas y Material Vegetativo.....	1
<b>Guión explicativo del Proyectable Efecto del contenido de humedad y la temperatura en granos almacenados.....</b>	<b>6</b>
Referencias consultadas.....	11



# Universidad Autónoma del Estado de México



Secretaría de Docencia

Coordinación General de Estudios Superiores



## Facultad de Ciencias Agrícolas

Programa de Estudio por Competencias

Nombre de la unidad de aprendizaje: <b>CONSERVACIÓN DE GRANOS, SEMILLAS Y MATERIAL VEGETATIVO</b>			
Programa Educativo en el que se imparte: <b>INGENIERO AGRÓNOMO INDUSTRIAL</b>		Área de Docencia: <b>AGRONÓMICA E INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL</b>	
Autores:	<b>Dra. Ma. Dolores Mariezcurrena Berasain, M en C Ma. Antonia Mariezcurrena Berasain. M en E Alfredo Medina García Ing. Zeferino Nava Pérez</b>	Fecha de Elaboración:	<b>01-11-2007</b>
Aprobado por:	HH. Consejos De Gobierno Y Académico	Fecha de Aprobación:	<b>27-11-2007</b>
 Vo. de Presidente del Área de Docencia  Dr. Francisco Gutiérrez Rodríguez		 FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS DIRECCION Sello Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma del Estado de México	

## I. Identificación de la Unidad de Aprendizaje

<b>ORGANISMO ACADÉMICO:</b> Facultad de Ciencias Agrícolas									
<b>Programa Educativo:</b> Ingeniero Agrónomo Industrial					<b>Área de docencia:</b> Industrias				
<b>Aprobación por los H. H. Consejos Académico y de Gobierno</b>			<b>Fecha:</b> Noviembre del 2007		<b>Programa elaborado por:</b> Dra. Ma. Dolores Mariezcurrena Berasain, M en C Ma. Antonia Mariezcurrena Berasain. M en E Alfredo Medina García Ing. Zeferino Nava Pérez			<b>Fecha de elaboración:</b> Noviembre 2007	
Clave	Horas de teoría	de	Horas de práctica	Total de horas	Créditos	Tipo de Unidad de Aprendizaje	Carácter de la Unidad de Aprendizaje	Núcleo de formación	Modalidad
	3		2	5	8	Teórico-Práctica	Optativa	Integradora	Presencial
<b>Prerrequisitos (Conocimientos Previos):</b> Fisiología vegetal, bioquímica general, bioquímica de alimentos, microbiología general, entomología, mecánica, control total de calidad, fisiología general y botánica.					<b>Unidad de Aprendizaje Antecedente:</b> Ninguna, no hay seriación		<b>Unidad de Aprendizaje Consecuente:</b> Ninguna, no hay seriación		
<b>Programas educativos en los que se imparte:</b> Ingeniero Agrónomo Industrial									

## II. Presentación

El Plan de Estudios del Programa Educativo de Ingeniero Agrónomo Industrial 2003 plantea un modelo basado en competencias con el fin de consolidar programas educativos pertinentes y de calidad. El currículo se divide en tres áreas de formación profesional: básica, sustantiva e integradora que en conjunto se diseñaron con base en una formación acorde a los tiempos actuales de una sociedad cada vez más dinámica, participativa, demandante e interrelacionada. La unidad de aprendizaje (UA) Conservación de granos y semillas en el plan de estudios 2003 se ubica en el núcleo de formación sustantivo, es de carácter optativa y contribuye a la formación del egresado de la licenciatura de Ingeniero Agrónomo Industrial, quien será un profesional competente para participar en la identificación y solución de problemas del área alimentaria mediante una actitud profesional responsable con el cuidado del ambiente y de la aplicación de las ciencias básicas, la ciencia y tecnología de alimentos, con la finalidad de ofrecer a la sociedad alimentos seguros y de calidad.

La conservación y protección de granos y semillas almacenados constituye una necesidad alimenticia, social y económica. Desde que los seres humanos empezaron a acumular reservas de una manera organizada, particularmente las del tipo alimenticio, trataron de buscar los mejores medios para su subsistencia. Por otro lado, la necesidad imperiosa y cada día mayor de disponer de alimentos de calidad para el consumo humano de una población en constante incremento, obliga al hombre a buscar medios idóneos para conservar sus granos y semillas con el mínimo de pérdidas para un mayor tiempo de almacenamiento.

Para proteger y conservar adecuadamente a los granos y semillas, es indispensable tomar en consideración algunos procesos como son cosecha, limpieza, clasificación, tratamiento, control de plagas y almacenamiento, además de realizar en todas las prácticas mencionadas, un correcto aseguramiento de la calidad, mediante análisis físicos y fisiológicos que permitan controlar al grano o a la semilla desde el momento en que se cosecha hasta culminar con su venta al agricultor.

Los criterios de evaluación tienen un carácter de proceso continuo durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de manera que se llevará a cabo la realimentación sistemática de los contenidos por parte del profesor y del alumno; el desempeño será observado mediante la elaboración de textos y la exposición de los temas seleccionados en las evaluaciones de carácter oficial.

## IX. Estructura de la Unidad de Aprendizaje

### Unidad de Competencia I: “**Importancia de la conservación de granos y semillas**”

- 1.1 Importancia de la conservación de granos y semillas
- 1.2 Los granos y su calidad

### Unidad de Competencia II: “**Morfología y composición química de granos y semillas**”

- 2.1 Morfología de granos y semillas (Propiedades y producción)
- 2.2 Composición química (Proteínas, carbohidratos, grasa, fibra y humedad)
- 2.3 Formación de grano
- 2.4 Proceso respiratorio
- 2.5 Preservación de la calidad de granos y semillas

### Unidad de Competencia III: “**Muestreo y operaciones especiales de granos y semillas**”

- 3.1 Definición de términos (Remesa, lote, muestra primaria, compuesta y representativa)
- 3.2 Personal que realiza el muestreo
- 3.3 **Inspección (grano caliente, olor objetable y otras anomalías)**
- 3.4 Descripción y manejo del equipo usado para el muestreo de granos y semillas (muestreador simple, sonda de alvéolos, sonda de profundidad, muestreador tipo pelicano y sonda neumática)
- 3.5 Desariste, desgrane y prelimpieza
- 3.6 Rompimiento de latencia, descascare y desborre

### Unidad de Competencia IV: “**Secado, acondicionamiento y almacenamiento**”

- 4.1 Beneficio del secado, secado natural y secado artificial
- 4.2 Maquina de aire y zarandas (Mesa de gravedad, cilindro separador, separador de espiral y de precisión)
- 4.3 Tratadoras y transportadores (elevador de cangilones, tornillo helicoidal, transportador vibratorio)
- 4.4 Aireación, empaque, arrumes, capacidad de almacén y reglas de almacenamiento

### Unidad de Competencia V: “**Protección y certificación de granos y semillas**”

- 5.1 Insectos, roedores y hongos
- 5.2 Métodos de control
- 5.3 Certificación de semillas

## XI. Desarrollo de la Unidad de Aprendizaje

UNIDAD DE COMPETENCIA III	ELEMENTOS DE COMPETENCIA <sup>4</sup>		
	Conocimientos:	Habilidades:	Actitudes/ Valores:
Definición de términos generales de muestreo. Inspección y personal que realiza el muestreo. Descripción y manejo del equipo usado para el muestreo de granos y semillas. Desariste, desgrane, prelimpieza, rompimiento de latencia, descascare y desborre	Definición de términos: remesa, lote, muestra primaria, compuesta y representativa Personal que realiza el muestreo Inspección: grano caliente, olor objetable y otras anormalidades Descripción y manejo del equipo usado para el muestreo de granos y semillas: muestreador simple, sonda de alvéolos, sonda de profundidad, muestreador tipo pelicano y sonda neumática Desariste, desgrane y prelimpieza Rompimiento de latencia, descascare y desborre	- Comprensión y análisis de los documentos científicos abordados  - Lectura y comprensión de los conceptos expuestos	- Análisis de la información a revisar y entrega de trabajos - Respeto a las opiniones de los demás - Participación en las discusiones
<b>ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS:</b> - Lectura previa de materiales impresos mediante preguntas guías y la argumentación de ideas  - Interacción estudiante-estudiante, estudiante-profesor		<b>RECURSOS REQUERIDOS:</b> Pizarrón, Video proyector	<b>TIEMPO DESTINADO:</b> 24 h
<b>CRITERIOS DE DESEMPEÑO III</b>	<b>EVIDENCIAS</b>		
- Tareas y ejercicios relacionados con los conceptos estudiados  -Presentación del primer examen parcial	<b>DESEMPEÑO</b>	<b>PRODUCTOS</b>	
	Trabajo en equipo: - Exposición oral de un proceso desde el contexto del equipo usado para el muestreo de granos y semillas - Uso correcto del lenguaje	- Trabajo escrito evaluado por el profesor - Entrega de tareas y ejercicios - Examen	

# **Guión explicativo del Proyectable**

## **Efecto del contenido de humedad y la temperatura en granos almacenados**

### **Diapositiva 1**

#### **Presentación**

Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Ciencias Agrícolas

Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Industrial

Unidad de aprendizaje: Conservación de granos, semillas y material vegetativo

#### **Diaporama: Efecto del contenido de humedad y la temperatura en granos almacenados**

Autor: Dr. Néstor Ponce García

Septiembre de 2015

### **Diapositiva 2**

Temario

- Efecto del contenido de Humedad y la Temperatura en granos almacenados
- El grano y sus propiedades
- Capacidad de absorción de agua
- Significancia práctica del agua durante el manejo, almacenamiento y comercialización
- Métodos de medición del contenido de humedad
- Temperatura
- Temperatura propia-respiración del grano
- Temperatura adquirida
- Proceso de respiración del grano

### **Diapositiva 3**

Los granos y sus propiedades:

- Baja conductividad térmica
- Capacidad de absorción de agua
- Naturaleza porosa

### **Diapositiva 4**

Conductividad térmica (CT)

- Propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor.



- Es la capacidad de una sustancia o material de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras adyacentes

### **Diapositiva 5**

- Cada grano o semilla tiene una determinada CT (oscila entre 0.05 - 0.1 W/m•K)
- La CT se refleja como la velocidad a la cual el calor pasa de las zonas calientes hacia las más frías en la masa de granos.
- A mayor contenido de humedad y temperatura, la CT tiende a incrementarse

### **Diapositiva 6**

Naturaleza porosa

- Estructura porosa que permite intercambio gaseoso:  $O_2 \leftrightarrow CO_2$   
e intercambio hídrico: absorción  $\leftrightarrow$  desorción
- Al ser muy pequeños los poros, la difusión de gases y líquidos es muy lenta, limitando su secado
- A medida que el grano se va secando, la difusión de los gases y el agua es más difícil.
- A medida que el grano se hidrata, los poros incrementan su diámetro favoreciendo el intercambio del oxígeno por el anhídrido carbónico (se incrementa)

### **Diapositiva 7**

- El agua se encuentra retenida en los granos y semillas en tres formas diferentes:
  - o Agua libre: Retenida en los espacios intergranulares, siendo la de mayor movilidad dentro del grano. Es la fracción que se elimina primero en el secado
  - o Agua absorbida: Fracción de agua retenida dentro del grano por la acción de las fuerzas de atracción molecular de los componentes coloidales del mismo
  - o Agua de constitución: Fracción de agua químicamente combinada con los componentes del grano. No se elimina por secado normal, alterándose sólo en casos extremos

### **Diapositiva 8**

- Esquema de un ejemplo de la significancia práctica del agua durante el manejo, almacenamiento y comercialización

### **Diapositiva 9**

- Durante la cosecha, los granos se obtienen de diferentes lugares y en diferentes momentos.
- Suelen existir marcadas diferencias entre la morfología y composición química de los granos.

### **Diapositiva 10**

- Durante el mezclado, es común encontrar granos “jóvenes” y “viejos” en un mismo lote.

- Cuánto mejor se realice el muestreo de un lote, cuánto mayor es la posibilidad de contar con una muestra promedio representativa.

#### **Diapositiva 11**

- El contenido de humedad NO se considera determinante para estimar el grado de un lote de granos, pero sí como un referente.
- El contenido de humedad se debe reportar en todos los certificados de calidad, sin embargo, los límites permisibles se estipulan en los respectivos contratos de compra-venta (comercialización).

#### **Diapositiva 12**

- Un problema práctico al que se enfrenta el comprador, es que el contenido de humedad reportado para un lote NO indica el rango de humedad, sino sólo un valor absoluto. El rango determina el riesgo de almacenamiento.
- No debe asumirse que el contenido de humedad de un lote de granos está uniformemente distribuido.

#### **Diapositiva 13**

- “La uniformidad del contenido de humedad en una masa de granos es un concepto, no un hecho”
- “Para determinar el grado y comercialización de un lote de granos, es aceptable considerar el valor promedio de una muestra representativa, pero para evaluar su condición y comportamiento en el almacén, no lo es”
- “Para determinar un contenido de humedad más certero en un lote de granos, las muestras primarias obtenidas deberían evaluarse por separado, lo que permitiría estimar un rango de humedad y, en consecuencia, un mejor control durante el almacenamiento”

#### **Diapositiva 14**

- Métodos de medición del contenido de humedad
  - Secado en estufa por convección forzada
  - Secado en estufa al vacío, con y sin desecante
  - Destilación
  - Reacción química con reactivo de Karl Fischer
  - Dispositivos electrónicos
  - Resonancia magnética nuclear (NMR)
  - Espectrofotometría de infrarrojo cercano (NIR)

#### **Diapositiva 15**

- Clasificación de los Métodos

1. Fundamentales o referencia básica
2. Rutinarios
3. Prácticos

#### **Diapositiva 16**

1. Fundamentales o referencia básica
  - Se realiza un secado al vacío con un desecante y se valora con reactivo Karl Fischer
2. Rutinarios
  - Destilación
  - Estufa al vacío
  - Estufa por convección

#### **Diapositiva 17**

3. Prácticos
  - Dispositivos electrónicos
  - Resonancia magnética nuclear (NMR)
  - Espectrofotometría de infrarrojo cercano
  - Termobalanza

#### **Diapositiva 18**

- Esquema para la interpretación del contenido de humedad en granos

#### **Diapositiva 19**

- Fórmulas para el cálculo del contenido de humedad en base seca y base húmeda en granos

#### **Diapositiva 20**

- Ejercicio para el cálculo del contenido de humedad del grano en base húmeda

#### **Diapositiva 21**

- Ejercicio para el cálculo del contenido de humedad del grano en base seca

#### **Diapositiva 22**

- Gráfica relacionada con el efecto del contenido de humedad en grano vs tiempo de almacenamiento

#### **Diapositiva 23**

- Gráfica que relaciona el efecto del contenido de humedad y la temperatura sobre la presencia de hongos en el grano

#### **Diapositiva 24**

- Gráfica que relaciona el efecto del contenido de humedad y la temperatura sobre la presencia de insectos en el grano

#### **Diapositiva 25**

Temperatura

- Entre el contenido de humedad del grano y la humedad del aire existe una relación constante que depende de la TEMPERATURA
- La TEMPERATURA actúa modificando la humedad relativa del aire:  
El aire caliente absorbe MÁS agua que el aire frío

#### **Diapositiva 26**

- Si el contenido de humedad del grano es bajo, las altas temperaturas afectan poco;
- Si el contenido de humedad es alto, el producto se puede conservar a bajas temperaturas.
- Una TEMPERATURA (ambiental) superior a la del grano al momento del almacenamiento incrementa la posibilidad de que el producto se deteriore

#### **Diapositiva 27**

- El deterioro se deberá principalmente a que la RESPIRACIÓN del grano y el METABOLISMO de los insectos, hongos y/o bacterias se incrementan
- Así como debe conocerse el contenido de humedad del producto, es esencial CONTROLAR LA TEMPERATURA, principalmente para evitar la proliferación de los insectos

#### **Diapositiva 28**

Proceso de respiración

- Aeróbico: Oxidación de carbohidratos y lípidos por acción del oxígeno atmosférico

#### **Diapositiva 29**

- Anaeróbico: La fuente de O<sub>2</sub> es la propia célula. Se presenta la descomposición de los Carbohidratos (azúcares) presentes en el grano

#### **Diapositiva 30**

Factores que intervienen en la respiración

- Temperatura: Cuando aumenta de 30°C a 40°C, se incrementa el proceso: a partir de este punto hay un descenso notable del mismo.
- %H Grano: Niveles entre 11 - 13% mantienen el proceso lento.

- Hongos: Los granos pasan a ser sustrato alimenticio de los hongos, los cuales incrementan el nivel de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y calor.
- Composición del aire ambiental: Cuanto mayor sea la producción de CO<sub>2</sub> y menor la de O<sub>2</sub>, menor será la intensidad respiratoria de los granos almacenados

### **Diapositiva 31**

Consecuencias del proceso de respiración

- Pérdida de peso: Al existir mayor consumo de sustancias orgánicas, el peso del grano decrece.
- Calentamiento de la masa de granaria por presencia de microorganismos

### **Diapositiva 32**

Calentamiento de la masa de granaria por presencia de microorganismos

- En su desarrollo, los hongos y bacterias consumen (por su actividad enzimática) sustancias alimenticias a expensas del grano y producen agua
- Debido a actividad enzimática hay presencia de olores y sabores desagradables, así como de micotoxinas

## **REFERENCIAS CONSULTADAS**

1. Bland, D.C.L. (1995). Almacenamiento del grano. CONCEPTO S.A. de C.V. México.
2. Bolívar B.M. (2007). Manejo de granos en almacenamiento, causas de deterioro y prevención. Archivos Lationamericanos de Producción Animal Vol. 15, Supl. 1, 180-184.
3. Callejo, G.M.J. (2002). Industrias de Cereales y Derivados. España: AMV Ediciones y Mundi-Prensa.
4. Doria J. (2010). Generalidades sobre las semillas: Su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales. Vol. 31, No. 31, 74-85.
5. Douglas J.E. (1982). Programas de semillas. Guía de planeación y manejo. CIAT. Colombia.
6. Duffus C., Slaughter C. (1985). Las semillas y sus usos. AGT Editores. México.
7. Evers, T., & Millar, S. (2002). Cereal grain structure and development: some implications for quality. Journal of Cereal Science, 36(3), 261-284.
8. Hosney, R.C. (1991). Principios de ciencia y tecnología de los cereales. España: Acribia.

9. Kent N.L. (1997). Tecnología de cereales. Introducción para estudiantes de Ciencia de los alimentos y Agricultura. ACRIBIA S.A. España.
10. Metcalf, L.R. & Luckmann, H.W. (1992). Introducción al manejo de plagas e insectos. Grupo Noriega Editores. LIMUSA, México.
11. Ramírez Genel M. (1987). Almacenamiento y Conservación de granos y semillas. CECSA. México.
12. Satorre, H.E., Benech, A.R.L., Slafer, G.A., de la Fuente, E.B., Miralles, D.J., Otegui, M.E., & Savin, R. (2004). Producción de Granos. Bases funcionales para su manejo. Argentina: Editorial Facultad de Agronomía.
13. Serna, S.S.R.O. (2009). Química, Almacenamiento e Industrialización de los Cereales. México: AGT Editor, S.A.
14. Tefera T, Kanampiu F, De Groote H, Hellin J, Mugo S, Kimenju S, Beyene Y, Boddupalli PM, Shiferaw B. & Banzinger M. (2011). The metal silo: An effective grain storage technology for reducing post-harvest insect and pathogen losses in maize while improving smallholder farmers' food security in developing countries. *Crop Protection*, 30, 240-246.
15. Terzi V, Tumino G, Stanca AM. & Morcia C. (2014). Reducing the incidence of cereal head infection and mycotoxins in small cereal grain cereal species. *Journal of Cereal Science*, 59, 284-293.

## **DIRECTORIO**

Dr. en D Jorge Olvera García

Rector

Dr. Alfredo Barrera Baca

Secretario de Docencia

Dra. Ángeles Ma. del Rosario Pérez Bernal

Secretaria de Investigación y Estudios Avanzados

Mtro. José Benjamín Bernal Suárez

Secretario de Rectoría

Mtra. Ivett Tinoco García

Secretaria de Difusión Cultural

Mtro. Ricardo Joya Cepeda

Secretario de Extensión y Vinculación

Mtro. Javier González Martínez

Secretario de Administración

Dr. Manuel Hernández Luna

Secretario de Planeación y Desarrollo Institucional

Dr. Hiram Raúl Piña Libien

Abogado General

Lic. Juan Portilla Estada

Director General de Comunicación Universitaria