

SA  
327  
.U5  
v.7

# UNIDADES DE APRENDIZAJE PARA LA CAPACITACION EN TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE FRIJOL

# 7

## TECNOLOGIAS NO CONVENCIONALES PARA EL MANEJO POSCOSECHA DE SEMILLA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

**Naira A. Camacho  
Rony O. Carrillo**

030111

CIAT - BID - PROFRIJOL  
1992

La serie de unidades de aprendizaje  
sobre tecnologías de producción de frijol fue elaborada  
y publicada con el auspicio del  
**Banco Interamericano de Desarrollo (BID)**  
Proyecto de Formación de Capacitadores,  
convenio CIAT-BID: ATN/SF-3840-RE (2).



# **TECNOLOGIAS NO CONVENCIONALES PARA EL MANEJO POSCOSECHA DE SEMILLA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)**

**Autores:**

Naira A. Camacho, Ing. Agr.

Roni O. Carrillo, Ing. Agr.

**Asesoría Científica:**

Guillermo Giraldo, Ing. Agr.

Edgar A. Burbano, M. Sc.

Roberto Aguirre, M. Sc.

**Coordinación general:**

Vicente Zapata S., Ed.D.

Marceliano López G., M.Sc.

**Producción:**

Patricia Perdomo V., Zoot.

**Diagramación:**

Juan Carlos Londoño L., Biól.

Camacho, Naira A. ; Carrillo, Roni O. Tecnologías no convencionales de manejo poscosecha de semilla de frijol / asesoría científica, Guillermo Giraldo, Edgar Burbano, Roberto Aguirre; coordinación general, Vicente Zapata S., Marceliano López G.; producción, Patricia Perdomo V.; diagramación, Juan Carlos Londoño L. —Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1992. 153 p. Es.— (Unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de frijol ; 7)

Incluye 75 diapositivas col. y 39 transparencias.

ISBN: \_\_\_\_\_

Publicado en cooperación con el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe, PROFRIJOL.

1. Frijol -- Semillas -- Tecnología poscosecha. 2. Frijol --Almacenamiento. I. Camacho, Naira A. II. Carrillo, Roni O. III. Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centro América, México y el Caribe. IV. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

# Contenido

	Página
Prefacio .....	1
Características de la audiencia .....	3
Instrucciones para el manejo de la unidad .....	4
Flujograma para el estudio de esta unidad .....	6
Dinámica de grupo .....	7
Expectativas de aprendizaje .....	8
Exploración inicial de conocimientos .....	10
Objetivos: terminal y específicos .....	16
Introducción .....	17
<b>Cosecha y trilla de semillas de frijol en sistemas no convencionales</b>	
• Cosecha .....	1-10
• Métodos prácticos y rápidos para estimar el contenido de humedad de la semilla .....	1-15
Bibliografía .....	1-17
Práctica 1.1. Evaluación de los métodos de arranque y trilla ....	1-19
Resumen de la Secuencia 1 .....	1-28
<b>Beneficio de semillas de frijol en sistemas no convencionales</b>	
• Limpieza .....	2-9
• Secamiento de las semillas .....	2-10
• Selección .....	2-11
• Tratamiento .....	2-12
• Almacenamiento .....	2-13
• Pruebas básicas de calidad .....	2-16
• Equipos para el beneficio de semillas de frijol en sistemas no convencionales .....	2-19
Bibliografía .....	2-24
Práctica 2.1 Evaluación de los métodos de limpieza y selección de semilla de frijol en sistemas no convencionales.	2-25
Práctica 2.2 Establecimiento del tiempo de almacenamiento ..	2-37
Ejercicio 2.1 Resultados obtenidos respecto a la eficiencia y eficacia de los métodos de manejo poscosecha .....	2-44
Resumen de la Secuencia 2 .....	2-48
Evaluación final de conocimientos .....	2-49

**Anexos**

Anexo 1.	Recursos necesarios .....	A-5
Anexo 2.	Evaluación del evento de capacitación .....	A-7
Anexo 3.	Evaluación del desempeño de los instructores .....	A-8
Anexo 4.	Sistemas de producción de semillas para pequeños agricultores. ....	A-10
Anexo 5.	Guía para el establecimiento de las parcelas para las prácticas de la humedad de la semilla, el arranque y la trilla, en el campo. ....	A-15
Anexo 6.	Evaluación de plántulas de frijol en ensayos de germinación. ....	A-16
Anexo 7.	Diagramas de los equipos. ....	A-26
Anexo 8.	Principios básicos del secado de la semilla. ....	A-38
Anexo 9.	El almacenamiento de la semilla .....	A-39
Anexo 10.	Lecturas recomendadas .....	A-46
Anexo 11.	Diapositivas que complementan la unidad .....	A-47
Anexo 12.	Transparencias para el uso del instructor .....	A-51

En las últimas décadas el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, en colaboración con los programas nacionales de investigación agrícola, ha desarrollado tecnología para los cultivos de frijol, yuca y arroz. Al mismo tiempo, el Centro contribuyó al fortalecimiento de la investigación en los programas nacionales mediante la capacitación de muchos de sus investigadores. Como consecuencia, ahora existe en América Latina un acervo de tecnologías superiores para los agricultores y un número importante de profesionales expertos en los cultivos mencionados.

También existe en nuestros países latinoamericanos un gran número de extensionistas dedicados a estos cultivos. Sin embargo, muchos de ellos no han tenido la oportunidad de actualizarse en las nuevas tecnologías y, por lo tanto, el flujo de ellas a los agricultores no ocurre con la rapidez y amplitud requeridas para responder a las necesidades de mayor producción de alimentos y de aumento de los ingresos de nuestros pueblos. Para superar esta limitación, el CIAT ha fomentado redes de capacitación que ayudan a los extensionistas a actualizarse en las nuevas tecnologías.

Las nuevas redes están integradas por profesionales expertos en frijol, yuca o arroz, quienes aprendieron métodos de orientación del aprendizaje para la capacitación de otros profesionales, y quienes están provistos de ayudas didácticas para facilitar el aprendizaje: Unidades de Aprendizaje, una de las cuales es la presente.

Hasta ahora se desarrollaron tres redes de capacitación; en el proceso de su transformación de especialistas agrícolas en "capacitadores" de profesionales agrícolas, elaboraron estas Unidades de Aprendizaje. Creemos que ellas son instrumentos dinámicos que esperamos sean adoptados por muchos profesionales, quienes harán ajustes a sus contenidos para adecuarlos a las condiciones locales particulares en que serán usados.

Hasta ahora las Unidades pasaron exitosamente la prueba de su uso. Pero sólo con el correr del tiempo veremos si realmente habrán servido para que la tecnología haya llegado a los agricultores, mejorando su bienestar y el de los consumidores de los productos generados en sus tierras. Con el ferviente deseo de que estos beneficios se hagan realidad entregamos las Unidades para su uso en las redes y fuera de ellas.

En el desarrollo metodológico de las Unidades y en su producción colaboraron muchas personas e instituciones. A todas ellas nuestro reconocimiento; especialmente a los nuevos capacitadores, a los dirigentes de sus instituciones y a los científicos del CIAT.

Un particular agradecimiento corresponde a la señora Flora Stella Collazos de Lozada por su eficaz y eficiente transcripción de los originales.

Hacemos un claro reconocimiento de la labor de dirección de la estrategia de formación de capacitadores, realizada por Vicente Zapata S., Ed. D., y de las correspondientes actividades de capacitación de las cuales surgió la serie de Unidades de Aprendizaje para la Capacitación en frijol.

Finalmente nuestro agradecimiento al Banco Interamericano de Desarrollo que financió el Proyecto para la Formación de Capacitadores, incluyendo la producción de estas Unidades.

---

*Gerardo Hábich*

Director Asociado de Relaciones Institucionales  
CIAT

## Características de la audiencia

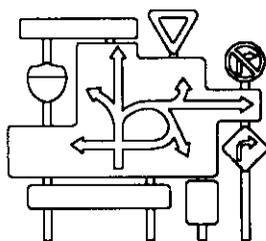


Esta unidad de aprendizaje está dirigida a una audiencia conformada por técnicos de educación media y superior (Ingenieros Agrónomos, Técnicos Agrícolas, estudiantes de agronomía de nivel universitario medio y superior) cuya actividad principal sea la transferencia de tecnología y que están directa o indirectamente vinculados con instituciones gubernamentales, privadas o semiprivadas.

Los principales intereses y necesidades generales de la audiencia son:

- El mejoramiento de sus capacidades como profesionales transferidores de tecnología en aspectos referentes al cultivo del frijol, para capacitar a los profesionales que trabajen en extensión agrícola.
- El mejoramiento de las capacidades en el mismo proceso de transferencia de tecnología citado anteriormente, pero para capacitar a los productores del grano.

## Instrucciones para el manejo de la Unidad



Esta unidad de aprendizaje ha sido preparada para su uso en el área de Centro América, México y el Caribe, por lo cual en ella se hace referencia específica a ese contexto geográfico y a los agroecosistemas comprendidos en dicha región. Las personas interesadas en emplear este material para la capacitación en otras regiones o países deberán realizar los ajustes necesarios, tanto en el contenido teórico como en aquellas partes que se refieren a los resultados de la investigación local.

El contenido de la unidad se distribuye en dos secuencias instruccionales, con recursos metodológicos y materiales de apoyo, con el fin de facilitarle a la audiencia el aprendizaje. Para optimizar su utilidad sugerimos tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

Antes de usar la unidad cerciórese de que sus componentes (páginas de contenido, diapositivas y transparencias) se encuentren en buen estado y con la secuencia adecuada; familiarícese con ellos; asegúrese de contar con el equipo necesario para proyectar las diapositivas y transparencias; compruebe su buen funcionamiento; ponga en práctica los recursos metodológicos de la unidad, midiéndoles el tiempo para que pueda llevar a cabo todos los eventos de instrucción (preguntas, respuestas, ejercicios, presentaciones, etc.); prepare los sitios y materiales que necesite para las prácticas de campo y finalmente asegúrese de tener a mano todos los materiales necesarios para la instrucción.

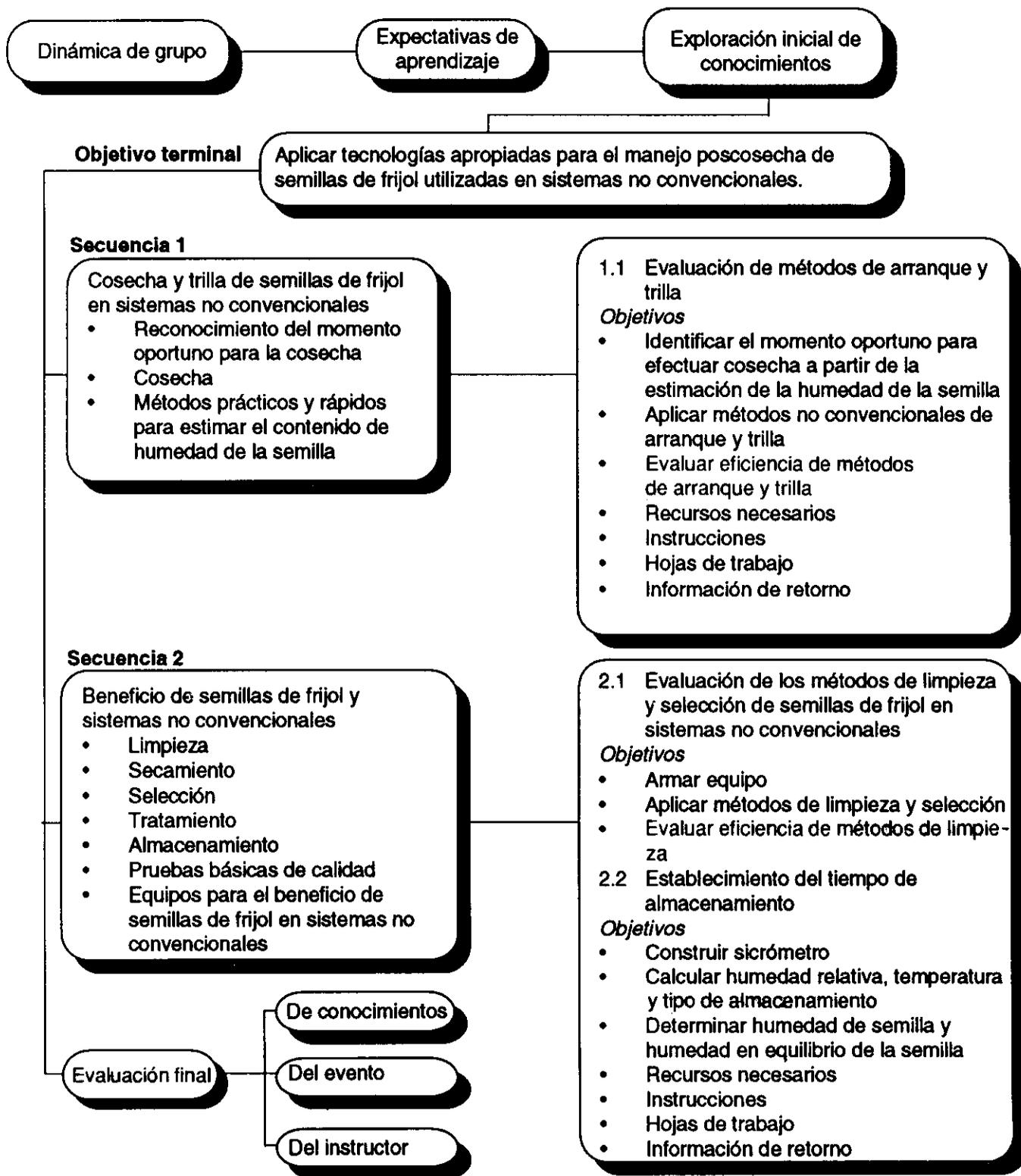
Durante el uso de la unidad tenga siempre presente que los participantes en el curso son los protagonistas de su propio aprendizaje, por lo tanto, anímelos a participar activamente; revise continuamente el flujograma de actividades programadas y el tiempo que ha destinado para cada una con el fin de asegurar su cumplimiento; evite las discusiones personales innecesarias para que pueda cumplir con los objetivos de la unidad; escriba las observaciones que, según su criterio, permiten mejorar el contenido y la metodología de la unidad; haga énfasis en los objetivos específicos para aumentar la concentración de la audiencia; centre la atención de los participantes en los puntos principales y en la relación que tienen todos los subtemas con el objetivo terminal de la unidad.

Para desarrollar cada secuencia, el instructor discutirá los objetivos específicos, luego expondrá el contenido técnico e introducirá las prácticas y ejercicios en el aula, en el laboratorio y en el campo.

A los participantes se les hará una evaluación formativa y al final de la unidad se realizará la evaluación sumativa.

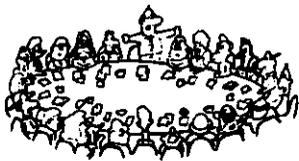
Después de usar la unidad cerciórese de que todos sus elementos queden en buen estado y en el orden adecuado; obtenga información de retorno con respecto a su eficacia como instrumento de aprendizaje; responda a las inquietudes de la audiencia y haga las preguntas que considere convenientes. Insista en la consulta de la bibliografía recomendada y en la búsqueda de información más detallada sobre los temas del contenido que hayan despertado mayor interés en la audiencia. Finalmente, después de transcurrido el tiempo necesario, evalúe la forma en que se está realizando el manejo poscosecha de las semillas de frijol en la zona de influencia de quienes recibieron la capacitación; sus aplicaciones en los lotes de los productores le indicarán su utilidad y el grado de aprendizaje obtenido.

# Flujograma para el estudio de esta Unidad<sup>1</sup>



1/ El flujograma muestra la secuencia de pasos que el instructor y la audiencia deben dar para lograr los objetivos.

## Dinámica de grupo



Con el propósito de conocerse y lograr una mayor integración entre los participantes del evento, éstos pueden realizar las siguientes tareas:

1. Contestar en forma individual el siguiente formulario:
  - ¿Qué habilidades tengo yo que pueda compartir con este grupo?
  - ¿Qué condiciones (características) debe tener un grupo como éste para ser productivo?
  - ¿Cuáles son los principales problemas que puede enfrentar un grupo de aprendizaje como éste?
2. Formar grupos de 4 a 6 participantes
  - Los integrantes de cada grupo se presentarán entre sí y comentarán de dónde son, a qué entidad pertenecen, qué hacen, y nombrarán un vocero que presentará al grupo ante todos sus compañeros de curso.
  - Enseguida compartirán las respuestas al formulario y se procederá a hacer un resumen de ellas para presentarlas ante el grupo total.
  - El instructor puede optar por otra forma de iniciación, especialmente cuando los participantes han compartido varios días de trabajo en equipo, u otro instructor ha realizado un ejercicio similar. También se puede prescindir de ella.

## Expectativas de aprendizaje

### **Orientación para el instructor**

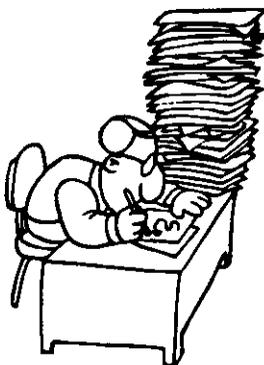
En el cuestionario de Expectativas de Aprendizaje los participantes pueden expresar sus intereses y/o qué esperan del contenido técnico de esta unidad. Este resultado será correlacionado con los objetivos de la capacitación. Las preguntas deben responderse en forma individual; al terminar cada participante se reunirá con sus compañeros de grupo para compartir sus respuestas. El grupo escogerá un relator quien tendrá a su cargo la presentación de las expectativas del grupo.

Con base en las presentaciones realizadas por los relatores, el instructor resumirá en un papelógrafo la información presentada. Cuando todos los relatores hayan hecho su presentación, el instructor procederá a indicar cuáles expectativas:

- Coinciden plenamente con los objetivos de la unidad.
- Tienen alguna relación con los objetivos de la unidad.
- Se refieren a otros aspectos de la capacitación que no han sido considerados en la unidad.

# Expectativas de aprendizaje

## Instrucciones para el participante



El cuestionario que se presenta a continuación tiene como objetivo correlacionar sus expectativas con las de sus compañeros y con los objetivos de la unidad. Cuando haya contestado las preguntas reúnase con sus compañeros de grupo, comparta con ellos las respuestas y nombren un relator para presentar las conclusiones ante el grupo total de participantes.

Tiempo: 20 minutos

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Nivel académico: \_\_\_\_\_

Institución o Entidad: \_\_\_\_\_

Responsabilidad actual en su trabajo

- Investigación
- Extensión
- Docencia
- Administración
- Otros

1. ¿Cómo se enteró de este evento y qué lo motivó a participar en él?

\_\_\_\_\_

2. ¿Qué espera usted aprender con el estudio de esta unidad?

Para beneficio de su institución: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Para beneficio personal: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Exploración inicial de conocimientos

### **Orientación para el instructor**

A continuación se presenta un cuestionario con una serie de preguntas que tienen relación con el contenido técnico de la unidad. Al contestar estas preguntas los participantes tendrán la oportunidad de explorar sus conocimientos acerca de los temas principales de la unidad.

Una vez que los participantes hayan contestado el formulario, el instructor dará las respuestas correctas sin entrar en mayores detalles o explicaciones sobre el por qué de las respuestas.

Al finalizar el estudio de la unidad se hará la evaluación final de conocimientos para comparar los resultados con la exploración inicial. De esta manera se podrá tener una indicación sobre el progreso logrado por los participantes.

## Exploración inicial de conocimientos

### Instrucciones para el participante



Responder este cuestionario le ayudará a conocer cuánto sabe acerca de los aspectos más importantes de esta unidad. Cuando lo haya respondido, usted podrá comparar los resultados que obtenga con los que le presente el instructor y estimar los conocimientos con que usted inicia el estudio de este tema.

Tiempo: 20 minutos

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Señale con un círculo la opción que considere correcta:

1. En los sistemas no convencionales cuál de los siguientes métodos se utiliza para estimar el contenido de humedad de la semilla:
  - a. La uña y el diente
  - b. El higrómetro
  - c. Horno microonda
  - d. El probador de humedad Steinlite
  
2. El método de trilla que menos daño físico causa a la semilla es:
  - a. Trilladora autopropulsada
  - b. Trilladora estacionaria de motor
  - c. Garroteo
  - d. Tabique, garita o marimba
  
3. El método tradicional del venteado de la semilla utiliza:
  - a. Una venteadora de aire caliente
  - b. Una asperjadora de motor
  - c. Las corrientes de viento naturales
  - d. Zarandas horizontales

4. Los agricultores realizan la selección manual de la semilla con base en:
  - a. Características visibles de las semillas
  - b. Características no visibles de las semillas
  
5. El almacenamiento de la semilla de frijol comprende las siguientes etapas:
  - a. Desde la madurez fisiológica hasta el secado de la semilla.
  - b. Desde el secado de la semilla hasta el envasado.
  - c. Desde el secado hasta la germinación en el campo.
  - d. Todas las anteriores.
  
6. La magnitud de los daños físicos que sufren las semillas durante la trilla depende:
  - a. Del contenido de humedad y del método de trilla.
  - b. Del método de trilla.
  - c. De las características de la variedad.
  
7. La humedad óptima para el trillado es:
  - a. 10 - 15%
  - b. 18 - 20%
  - c. 20 - 25%
  
8. En el punto de madurez fisiológica la semilla alcanza:
  - a. Su máxima germinación
  - b. Su máximo vigor
  - c. Su máximo peso
  - d. Un alto nivel de humedad
  - e. Todas las anteriores

9. El método no convencional de cosecha de la semilla de frijol es:
  - a. Manual
  - b. Manual mecánico
  - c. Mecánico
  
10. Las pruebas de calidad para determinar la pureza física de la semilla de frijol se realizan:
  - a. Después del tratamiento
  - b. Después de la trilla y antes del tratamiento
  - c. En campo, durante la cosecha.

## Exploración inicial de conocimientos - Información de retorno

### Orientación para el instructor

Una vez los participantes hayan contestado las preguntas del cuestionario, el instructor procede de la siguiente manera:

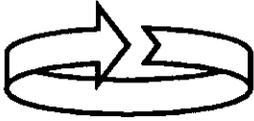
1. Presenta las respuestas correctas (papelógrafo, acetato o impreso).
2. Permite que los participantes comparen sus respuestas con las que él ha presentado.
3. Discute brevemente las respuestas, sin profundizar demasiado en cada una de ellas.

Para hacer más dinámico este ejercicio, los cuestionarios se pueden intercambiar entre los participantes y revisarse.

El instructor puede hacer un conteo del número de individuos que contestaron acertadamente a cada una de las preguntas. De esta manera puede conocer en qué medida un mayor o menor número de participantes posee un conocimiento previo acerca de los diferentes tópicos a tratar.

Es también recomendable que el instructor tenga a disposición de los participantes las reseñas bibliográficas específicas (texto, capítulo, página) que se refieren a las respuestas.

# Exploración inicial de conocimientos - Información de retorno



Pregunta No.	Respuesta
1	a
2	c
3	c
4	a
5	d
6	a
7	b
8	e
9	a
10	b

 **UNIVERSIDAD**  
UNIDAD DE INVESTIGACION Y  
DOCUMENTACIÓN

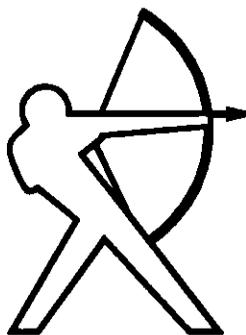
## Objetivos

### Terminal

Al finalizar el estudio de esta unidad de aprendizaje, el participante estará en condiciones de aplicar las tecnologías apropiadas del manejo poscosecha de semillas de frijol utilizadas en sistemas no convencionales.

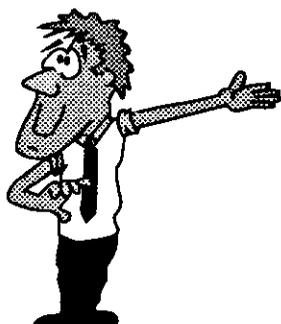
### Específicos

Los objetivos específicos propuestos en esta unidad se habrán logrado cuando el participante esté en capacidad de:



- Determinar el momento oportuno para realizar la cosecha, a partir de la estimación (utilizando métodos no convencionales) del contenido de humedad de la semilla.
- Aplicar los métodos no convencionales de arranque, secamiento de las plantas y trilla en la producción de semilla.
- Evaluar las pérdidas de semilla al aplicar los diferentes métodos no convencionales de arranque y trilla.
- Evaluar los daños físicos producidos a la semilla al aplicar los diferentes métodos de trilla no convencionales.
- Evaluar la eficiencia del arranque y la trilla.
- Armar dos equipos sencillos para el manejo poscosecha utilizando material de bajo costo existente en su área de trabajo.
- Aplicar los métodos sencillos de beneficio para obtener semillas de óptima calidad.
- Evaluar la eficiencia de los métodos de limpieza y selección de los sistemas no convencionales.
- Estimar el tiempo de almacenamiento de las semillas de frijol.

## Introducción



Los pequeños agricultores, en su gran mayoría, no utilizan semillas mejoradas, y es poco lo que se ha aportado en el sentido de diseñar estrategias o alternativas para mejorar la producción y abastecimiento de semillas (Camargo *et al.*, 1989).

Parecería que la solución más cercana y factible es capacitar a los agricultores para que estén en condiciones de tecnificar sus actividades agropecuarias utilizando los recursos disponibles en su medio, ya sea en forma individual o colectiva.

La presente unidad de aprendizaje tiene como propósito capacitar a los extensionistas de América Central, México y el Caribe para que apliquen técnicas apropiadas de manejo poscosecha de semillas de frijol en sistemas no convencionales, de manera que el agricultor disponga oportunamente de semilla de buena calidad.

En el sentido más amplio, la semilla mejorada es una semilla de buena calidad (calidad fisiológica, calidad sanitaria, calidad genética y pureza física), tanto de variedades mejoradas como de las tradicionales (Camargo *et al.*, 1989).

Es conveniente definir y describir los sistemas de producción de semillas para que los extensionistas, dependiendo de las condiciones de su área de trabajo, puedan reconocer el sistema de producción imperante. Los sistemas que probablemente existen se describen en el Anexo 4.

# **Secuencia 1**

## **Cosecha y trilla de semillas de frijol en sistemas no convencionales**

# Flujograma Secuencia 1

Cosecha y trilla de semillas de frijol en sistemas no convencionales

## Objetivos

- Determinar el momento oportuno para realizar la cosecha, a partir de la estimación (utilizando métodos no convencionales) del contenido de humedad de la semilla.
- Aplicar los métodos no convencionales de arranque, secamiento de las plantas y trilla en la producción de semilla.
- Evaluar las pérdidas de semilla al aplicar diferentes métodos no convencionales de arranque y trilla.
- Evaluar los daños físicos producidos a la semilla al aplicar los diferentes métodos de trilla no convencionales.
- Evaluar la eficiencia del arranque y la trilla

## Contenido

- Reconocimiento del momento oportuno para la cosecha.
- Cosecha (arranque, secamiento de las plantas y trilla).
- Métodos prácticos y rápidos para estimar el contenido de humedad de la semilla.

## Bibliografía

## Práctica

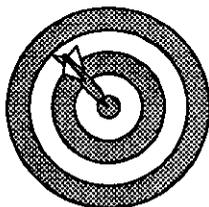
- Objetivos
- Recursos necesarios para la práctica
- Procedimiento para evaluar las actividades de arranque y trilla.
- Instrucciones
- Hoja de trabajo:
  - Evaluación de actividades de trilla con garrote.
  - Evaluación de actividades de trilla con la mesa trilladora.
  - Evaluación del daño físico causado a la semilla.
  - Evaluación de actividades de arranque y trilla.
- Información de retorno

## Resumen Secuencia 1

# Contenido

	Página
Objetivos .....	1-7
Información .....	1-9
Cosecha .....	1-10
• Arranque .....	1-11
• Secamiento de las plantas .....	1-11
• Trilla .....	1-14
Métodos prácticos y rápidos para estimar el contenido de humedad de la semilla. ....	1-15
Bibliografía .....	1-17
<b>Práctica 1.1 Evaluación de los métodos de arranque y trilla</b>	
• Objetivos	
• Recursos necesarios	
• Instrucciones para organizar a los participantes e introducir la práctica	
• Cómo usar las hojas de trabajo para evaluar las actividades prácticas	
• Hojas de trabajo	
• Información de retorno	
Resumen de la Secuencia 1 .....	1-28

## Objetivos



Al finalizar esta secuencia los participantes estarán en capacidad de:

- ✓ Indicar el momento oportuno para realizar la cosecha, a partir de la estimación (utilizando métodos no convencionales) del contenido de humedad de la semilla.
- ✓ Aplicar los métodos no convencionales de arranque, secamiento de las plantas y trilla en la producción de semilla.
- ✓ Evaluar las pérdidas de semilla al aplicar los diferentes métodos no convencionales de arranque y trilla.
- ✓ Evaluar los daños físicos producidos a la semilla al aplicar los diferentes métodos de trilla no convencionales.
- ✓ Evaluar la eficiencia del arranque y la trilla.

La producción de semillas es un proceso que incluye dos fases: la de campo o multiplicación y la de poscosecha o beneficio.

La calidad del trabajo en el campo durante la fase de multiplicación, no sólo condiciona el trabajo después de la cosecha sino también la cantidad y calidad de la semilla obtenida.

En la fase de precosecha hay algunos puntos importantes que se deben tener en cuenta:

- La semilla destinada a la siembra debe tener buena calidad fisiológica (germinación, vigor), pureza física, calidad genética y calidad sanitaria.
- El terreno para la siembra debe estar preparado adecuadamente; se debe practicar la rotación de cultivos y seguir las orientaciones técnicas.
- Es conveniente ejecutar las prácticas culturales necesarias, como deshierbas, eliminar plantas atópicas y/o enfermas, etc.
- Para obtener una cosecha oportuna y en condiciones climáticas favorables se debe efectuar la siembra tratando de que la maduración del cultivo coincida con el final de la época lluviosa, y preferentemente producir la semilla bajo condiciones de riego.

El momento oportuno para cosechar está directamente relacionado con la madurez fisiológica de la semilla, la cual se presenta al final de la etapa R-8 (CIAT, 1982). Esta etapa se inicia con el llenado de las vainas y finaliza cuando las semillas han alcanzado su máximo tamaño y peso y han adquirido el color típico de su variedad. Antes de terminar la Etapa R-8, cuando se observa el inicio de un cambio de coloración de verde a verde-amarillento en hojas y vainas, las semillas empiezan a pigmentarse del color típico de la variedad y es en este momento que la semilla alcanza su madurez fisiológica, expresa su máxima germinación y vigor (calidad fisiológica). Según la variedad, las semillas de frijol alcanzan su peso seco máximo 30 a 35 días después de la floración; en este momento el contenido de humedad es alto (35-39%) y si se trillara en esas condiciones se le causarían daños físicos graves (Garay *et al.*, 1991).

El cultivo entra entonces en la Etapa R-9. Después de la madurez fisiológica las vainas y las semillas se deshidratan rápida o lentamente, dependiendo de la humedad relativa ambiental, hasta que la semilla alcance un contenido de humedad ligeramente inferior al 20%, apropiado para la trilla. La semilla aún mantiene un alto potencial de rendimiento y su calidad fisiológica y sanitaria es buena. Para saber si ya ha alcanzado la madurez de cosecha en el campo, se debe observar la dehiscencia: cuando la vaina al ser presionada suavemente se abre es porque está lista para la trilla. A partir de este momento el ambiente y la duración de exposición en el campo son factores que incidirán negativamente en la calidad de la semilla (Giraldo y Garay, 1991).

En condiciones climáticas secas la deshidratación es rápida. Las vainas secas se desgranar con facilidad, por lo que su cosecha se debe hacer con prontitud. El secamiento excesivo puede ser causa de daños físicos a la semilla si no se tiene cuidado en la trilla. En cambio, en condiciones húmedas, lluviosas y cálidas, la planta y la semilla no se secan con la misma rapidez, pues cada lluvia esporádica ocasiona la rehidratación. Este fenómeno obliga al agricultor y a los técnicos a esperar más tiempo antes de efectuar la trilla.

Informaciones recientes demuestran que la cosecha tardía implica para la semilla pérdida de germinación, vigor y contaminación de microorganismos patogénicos y saprófitos (Giraldo y Garay, 1991). Estos fenómenos exigen el desarrollo de métodos de cosecha que eviten el deterioro en el campo (Garay *et al.*, 1991).

## Cosecha

La cosecha es una de las labores más importantes en el proceso de producción de semilla de frijol de óptima calidad. Algunas labores de precosecha condicionan en parte la calidad y cantidad de la semilla obtenida; si la cosecha es deficiente se pierden todos los esfuerzos realizados durante la fase de multiplicación.

En los sistemas convencionales la cosecha se puede realizar en forma directa, mecanizada o manual-mecánica; en los sistemas no convencionales esta labor es manual (Giraldo, G. 1989) e involucra dos acciones: arranque o corte y trilla.

En algunos lugares la cosecha se efectúa solamente cuando la planta ha alcanzado un grado de humedad que permita realizar el arranque e inmediatamente efectuar la trilla; en otros, la cosecha incluye arranque, secamiento de las plantas y las vainas y la posterior trilla en forma sucesiva pero independiente.

## Arranque

El arranque manual es el sistema más utilizado en América Latina y es ideal por el poco o ningún daño que se le causa a la semilla. Sin embargo, cuando éste no es muy eficiente o se realiza en época no oportuna se puede afectar la calidad de la semilla.

En algunos casos el arranque se hace tardíamente y a menudo las plantas arrancadas se dejan en contacto con el suelo y las malezas húmedas. En estas circunstancias no se aprovecha el efecto deshidratador del arrancado. Existen evidencias prácticas que demuestran que las semillas de plantas arrancadas, cuando permanecen en contacto con el suelo húmedo, pierden calidad con mayor facilidad que las plantas en pie. Un esquema preventivo puede consistir en arrancar las plantas tan pronto el 80 -90% de las vainas y semillas hayan alcanzado la humedad de trilla (18 - 20%). Una vez arrancada la planta se acelerará la deshidratación de las vainas, las hojas y los tallos (Garay *et al.*, 1991).

Cuando el clima es errático (lluvias imprevistas), es preferible arrancar en la mañana solamente la cantidad de plantas que se pueda trillar el mismo día. En días soleados, una planta arrancada por la mañana estará a punto de trilla por la tarde. En casos excepcionales, la trilla puede retrasarse por uno o dos días, pero las plantas no deben dejarse en contacto con el suelo. Si se hacen arrumes, debe haber buena ventilación. Como regla general, cuanto más rápido se saque la semilla del campo tanto mejor será su calidad (Garay *et al.*, 1991).

En algunos sistemas tradicionales la planta se arranca con raíz, práctica que no es recomendable pues se contamina el grano con tierra, piedras, etc., lo cual dificulta su limpieza posterior y aumenta los costos de todas las operaciones siguientes. En otros sistemas agrícolas el frijol no se arranca de raíz sino que se corta a la altura del cuello de la planta. Esto último, además de aumentar la eficiencia del trabajo de limpieza, permite obtener granos brillantes y muy presentables (Garay *et al.*, 1991).

## Secamiento de las plantas

Cuando las plantas han llegado a un punto de maduración en que la proporción de hojas verdes no es mayor de 10 - 15%, se pueden utilizar los sistemas de secamiento que veremos a continuación, que aunque no han sido totalmente evaluados hasta el momento, pueden ser de utilidad. Para esto se debe tener un conocimiento más o menos claro de las variedades y del ambiente. Es importante resaltar que estos sistemas son aplicables sólo para pequeñas cantidades de plantas.

Secamiento de las plantas directamente en el campo

Las plantas cosechadas se colocan en arrumes de unos 30 cm de altura, en dos filas o hileras, con las raíces hacia el centro, y se dejan en el campo durante dos o tres días antes de efectuar la trilla. Estos arrumes se pueden hacer directamente sobre el suelo, colocando un colchón de plantas a las que se les arrancan o no las vainas. En la capa de plantas que queda en contacto con el suelo, ocurren pérdidas de semilla cuyo porcentaje no es mayor del 10%, pero este material se puede utilizar como grano para consumo.

Este sistema se puede utilizar también usando cañas de maíz como colchón, práctica particularmente útil en aquellas zonas donde el frijol se siembra intercalado con maíz. Sin embargo, es necesario tener cuidado de que las cañas de maíz estén lo más secas posibles para que no transmitan humedad al frijol y éste se debe colocar con las vainas hacia arriba. En condiciones favorables, la principal ventaja que se ha observado con este sistema es que el tiempo para la trilla es más corto que cuando se dejan secar las plantas sin arrancar en el campo.

Secamiento de las plantas en el campo en estacas de bambú o madera

Este sistema no es muy común, sólo se utiliza en algunas regiones de Guatemala y es exclusivo para pequeñas cantidades de semilla. Consiste en enterrar un soporte en el suelo y amarrar a él las plantas a diferentes niveles de altura.

Secamiento en patios

Cuando las semillas han alcanzado la humedad óptima de cosecha (18 a 20%) las plantas se pueden trasladar a un lugar seguro, en un área del patio alrededor de la casa, para finalizar su secado. No es aconsejable colocar las plantas directamente sobre el piso de tierra pues se puede crear un ambiente húmedo entre ésta y el piso, el cual, en un momento dado, puede causar daño a la semilla por calentamiento o por hongos. Es más recomendable colocar una carpa de plástico y voltear periódicamente las plantas para que se sequen en forma uniforme; en los dos casos no se recomienda colocar capas de plantas de más de 20 - 30 cm de altura. Cuando las condiciones climáticas no son favorables, por ejemplo en época lluviosa, es recomendable tener una carpa para cubrir las plantas, o disponer de un lugar bajo techo para trasladarlas; esta segunda situación es viable sólo cuando se trabaja con pequeños volúmenes de semilla o en áreas pequeñas.

**Secamiento sobre tarima o entresijos de madera**

Este sistema permite una mejor ventilación, evita el calentamiento y las pudriciones de las plantas y las vainas y, consecuentemente, el deterioro de la semilla.

Se utilizan diferentes posiciones -aunque algunas no son recomendables- como por ejemplo las raíces hacia arriba y el follaje en contacto con la tarima. Tampoco es aconsejable colocar grupos o manojos amarrados, pues las plantas del centro no reciben aire; se deben colocar las plantas sueltas.

**Secamiento en piso bajo el alero de las casas**

Algunos agricultores utilizan los aleros de las casas para secar las plantas en montones. Este sistema puede funcionar siempre y cuando los montones no sean demasiado altos y compactos.

Algunas veces el agricultor se coloca encima de los arrumes para compactarlos y obtener una mayor capacidad de almacenamiento; sin embargo, de esta manera se impide la circulación del aire y las plantas que quedan en el centro se calientan, causando un rápido deterioro de la calidad fisiológica y sanitaria de la semilla. Tampoco se recomienda colocar los arrumes muy junto a la pared, pues se tendría el mismo efecto que si estuvieran colocados sobre el suelo.

**Secamiento en manojos colgados bajo el alero de las casas**

Cuando se trata de secar pequeñas cantidades de plantas, algunos agricultores utilizan los aleros de las casas para colgar los manojos de frijol, debajo de ellos. Este método permite el secado de las semillas a través de la aireación, cuando se dan condiciones de alta humedad relativa y lluvias.

**Secamiento en bandejas**

En las zonas cafeteras se utilizan bandejas (conocidas también como paseras) para el secado de café; éstas también se pueden emplear para secar las vainas del frijol.

**Secamiento en secadores solares**

En áreas frijoleras donde las condiciones de humedad relativa del ambiente son altas y son frecuentes las lluvias al momento de cosechar, el secar las plantas en secadores solares representa una buena alternativa, ya que se permite el secamiento de las semillas, por efecto del calor y la aireación que se produce dentro del secador solar. Las plantas se cuelgan en grupos de manojos y en hileras dentro del secador, de tal forma que se realice el secamiento.

La trilla puede hacerse de varias maneras. Tradicionalmente se usa el garroteo sobre el suelo. En América Central un sistema común es la trilla sobre una tarima o mesa hecha de ramas o de bambú, usualmente llamada mesa, tarima, tabique, marimba o garita. Para efectos de la unidad se le denominará mesa trilladora.

Existen también sistemas mecanizados para operaciones en pequeña escala, que utilizan trilladoras accionadas por motor. Los métodos de trilla pueden ser apropiados o no, dependiendo del tamaño del lote de semilla, del acceso a los campos, del daño físico que causen a la semilla, de la capacidad económica del productor, etc. En un mismo sistema agrícola, todos estos métodos de trilla pueden coexistir.

El garroteo de los arrumes sobre lonas o sacos abiertos en el suelo se practica en la mayoría de los sistemas de producción de frijol; su realización es simple, aunque requiere abundante mano de obra. Si la trilla se hace con la cantidad adecuada de plantas, este sistema causa poco daño físico a las semillas, como lesiones, fisuras de la testa, fracturas y granos partidos.

En algunas regiones de Guatemala y El Salvador los agricultores, para hacer la trilla, utilizan una mesa cuya plataforma o parte superior está construida con listones de bambú o madera, los cuales tienen una separación tal que sólo permiten el paso de la semilla mientras el resto de la planta se queda sobre la plataforma. Esta puede ser reemplazada por una malla de alambre grueso con perforaciones iguales al tamaño de la semilla.

Comparado con el sistema de trilla en el piso, el uso de la mesa tiene la ventaja de que las semillas sólo reciben un golpe, pasan por entre los listones o la malla y caen al suelo, en tanto que en el garroteo sobre suelo las semillas reciben más de un golpe. La mesa es útil en áreas pequeñas de producción.

Como ya se ha dicho, la magnitud de los daños físicos depende del método de trilla pero también del contenido de humedad de la semilla, por lo tanto ésta es una operación que requiere cuidados específicos (Garay *et al.*, 1991).

Existe un método sencillo para detectar fisuras y daños en la testa de la semilla, que consiste en colocar una muestra de semillas en un vaso con agua; después de 15 minutos las semillas que no han sufrido daño presentarán una testa arrugada que no se separa de los cotiledones. En las afectadas, la testa se habrá separado de los cotiledones debido a la absorción de agua. Las semillas que sufren fracturas internas muestran,

en su fase de germinación, anomalías tales como ausencia de raíz principal, cotiledones, yema apical, etc. Dependiendo de la severidad del daño, las plántulas serán débiles o totalmente incapaces de producir una planta normal y productiva (Anexo 6).

En comparaciones realizadas en el CIAT para determinar el método de trilla que menos perjudicara a la semilla, se observó que el de la mesa trilladora o marimba y el de garroteo fueron los que causaron menos daño, casi ninguno (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Daños físicos causados a las semillas según el método de trilla utilizado y el contenido de humedad de la semilla (Garay *et al.*, 1991).

Método de trilla	Humedad de la semilla (%)			Promedio de daño (%)
	16	14	13	
A motor (250 rpm)	35.5	45.2	63.7	48.1
Mesa trilladora	1.0	3.7	4.0	2.9
Garroteo (suelo)	2.5	1.0	1.6	1.7

Durante la trilla se deben evitar los daños físicos a la semilla, ya que éstos son irreversibles y afectan su calidad fisiológica y sanitaria.

## Métodos prácticos y rápidos para estimar el contenido de humedad de la semilla

El contenido de humedad de la semilla es un factor determinante de la calidad fisiológica desde la fase de maduración hasta el momento en que es almacenada. Un alto contenido de humedad es un medio propicio para el ataque de hongos e insectos. Por ello es necesario realizar tres tareas críticas: conocer el contenido de humedad para estimar la época oportuna de cosecha, escoger el método de secamiento y establecer las condiciones de almacenamiento, para así garantizar la longevidad de la semilla.

Existen varios métodos para determinar el contenido de humedad en la semilla; el de la estufa y los probadores electrónicos son algunos de ellos; también hay equipos portátiles para usar en el campo pero tienen un alto costo y su uso es difícil en el cultivo de frijol; por lo tanto, ha sido necesario desarrollar técnicas confiables que permitan al agricultor utilizar sus propios recursos, como por ejemplo la uña, el diente y la sal.

Es importante señalar que las experiencias obtenidas en trabajo con semillas de tamaño grande y pequeño, han mostrado que cuando la semilla tiene un contenido de humedad inferior al 12% no muestra marcas al presionarla con la uña o morderla. Este método de la uña debe aplicarse durante todo el proceso de secamiento y en el almacenamiento, ya que debido a su condición higroscópica la semilla puede cambiar su contenido de humedad dependiendo del ambiente donde se encuentre (Burbano, 1991).

El agricultor también puede utilizar la sal -teniendo la precaución de que ésta esté completamente seca- para estimar el contenido de humedad de la semilla. En un recipiente de vidrio, usando su tapa como medida, se colocan ocho porciones de semilla por una de sal, se tapa muy bien y se mezcla durante 15 segundos; se deja en reposo 20 minutos y se voltea la mezcla en el frasco. Si la sal se pega al frasco es indicativo de que la semilla todavía está húmeda y por lo tanto se debe continuar el secado (Burbano, 1991).

## Bibliografía

- BURBANO, E.A. 1991. Alternativas para estimar el contenido de humedad en condiciones de campo en semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris*). En proceso de publicación. Unidad de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali. Colombia.
- CAMARGO, C.P.; C. BRAGANTINI; R. AGUIRRE; GARAY, A.E.; J.F. DE SOTO. 1989. Semillas para pequeños agricultores. Infraestructura de apoyo. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Unidad de Semillas. 40 p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1982. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Fernández, F.; Geps, P. y López, M. Producción: Ospina, H. Cali, Colombia. CIAT, Serie 04SB-09.03. 26 p.
- GARAY, A.E.; AGUIRRE R.; GIRALDO G. 1991. Manejo poscosecha de semillas en pequeña escala. Caso frijol. En proceso de publicación. Unidad de Semillas. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical. 63 p.
- GIRALDO, G. 1989. Técnicas y métodos apropiados de cosecha, trilla, prelimpieza, secado y almacenamiento de semillas de frijol en los sistemas convencionales, no convencionales y tradicionales. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (mimeografiado).
- GIRALDO, G.; GARAY, A. E. 1991. Calidad y cantidad de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en función de las cosechas prematuras, oportunas y tardías. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Unidad de Semillas. 47 p. (mimeografiado).

## Práctica 1.1 Evaluación de los métodos de arranque y trilla



Esta práctica ha sido diseñada para permitir a los participantes:

- ✓ Identificar el momento oportuno para efectuar la cosecha a partir de la estimación de la humedad de la semilla.
- ✓ Aplicar los métodos no convencionales de arranque y trilla.
- ✓ Evaluar la eficiencia de los métodos de arranque y trilla.

### Recursos necesarios

Para realizar esta práctica se necesitarán:

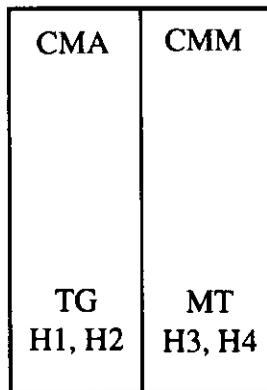
- Cuatro parcelas sembradas para este fin (Anexo 5).
- Hojas con instrucciones.
- Materiales para construir cuatro mesas trilladoras.
- Cuatro planos de mesas trilladoras (Anexo 7).
- Diez garrotes.
- Ocho lonas.
- Balanza de 50 kg de capacidad.
- Hojas para evaluar las actividades de trilla.
- Hojas para evaluar el daño físico causado a la semilla por el método de trilla.
- Hojas de evaluación de las actividades de arranque y trilla.
- Pizarra.

**Instrucciones  
para organizar  
a los  
participantes e  
introducir la  
práctica**

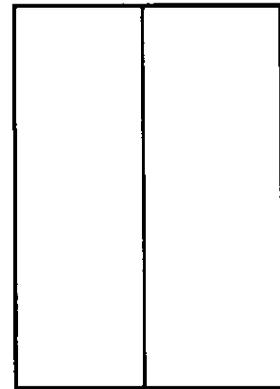
1. El instructor divide al grupo en cuatro subgrupos (A, B, C y D).
2. Cada subgrupo tendrá un relator y una parcela (A, B, C y D).
3. Todos los subgrupos realizarán en su parcela las tareas enunciadas para la parcela A siguiendo las instrucciones siguientes:

**Diagrama**

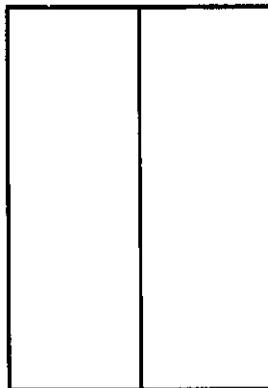
PARCELA A



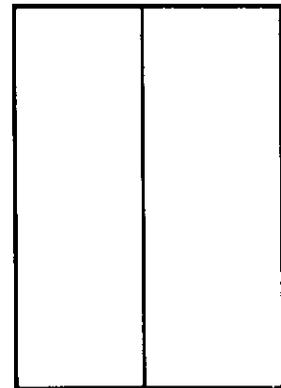
PARCELA B



PARCELA C



PARCELA D



En la primera mitad de la parcela aplicarán:

- Método de cosecha manual arrancando las plantas con raíz (CMA).
- Método de trilla por garrote en suelo (TG).
- Método de estimación de humedad:

H1: uña

H2: Dickey-John- Probador electrónico de humedad DJGMT

En la segunda mitad de la parcela aplicarán:

- Método de cosecha manual cortando las plantas a nivel del cuello con machete (CMM).
- Método de trilla con mesa trilladora (MT).
- Método de estimación de humedad:

H3: sal

H4: diente

3. Todos los grupos realizarán la práctica para evaluar el daño físico causado a la semilla durante la trilla (Hoja de trabajo 3).
5. Las hojas de trabajo 1 y 2 se utilizarán para evaluar las actividades de trilla.
6. En la hoja de trabajo 4 se evaluarán las actividades de arranque y trilla.

## Práctica 1.1 Evaluación de los métodos de arranque y trilla

### Cómo usar las hojas de trabajo para evaluar las actividades prácticas

#### *Escala de control*

- A cada relator de grupo se le entregan las hojas de trabajo con las tablas donde se describen las tareas prácticas sobre arranque y trilla.
- El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su grupo realicen todas las tareas prácticas.
- A su vez, el(los) relator(es) se encarga(n) de registrar en la tabla si cada paso de las tareas prácticas realizadas por los grupos, se llevan a cabo o no. Para ello usa las columnas de la escala de control que indican SI o NO se realizó la tarea.

#### *Calificación*

- Para calificar cuantitativamente la forma en que los grupos ejecutan las tareas prácticas y aplican los métodos de arranque, cortado y trilla, el(los) relator(es) utiliza(n) en la hoja de trabajo una escala evaluativa con tres columnas.
- La calificación es la siguiente:

Bien (B)	Regular (R)	Mal (M)
3	2	1

- En la parte inferior de cada tabla de actividades se encuentran los rangos que permiten la calificación sumativa de la práctica realizada por los grupos.

**Evaluación de las actividades de trilla con garrote sobre el suelo**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Evaluación aplicación método del garrote	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B = 3	R = 2	M = 1
Realiza la cosecha en 50m <sup>2</sup>					
Reune las plantas y las coloca sobre la lona					
Toma el tiempo desde el inicio hasta finalizar el trillado					
Efectúa el trillado con el garrote por porciones, hasta finalizar					
Revisa las plantas y vainas descartadas (semillas)					
Pesa las semillas descartadas					
Pesa el total de semilla trillada					
Calcula la eficiencia del método en kg de semilla/h					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
17 - 24	Bueno
9 - 16	Regular
1 - 8	Malo

**Evaluación de las actividades de trilla con la mesa trilladora**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Evaluación aplicación método de la mesa trilladora	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B = 3	R = 2	M = 1
Realiza la cosecha en 50m <sup>2</sup>					
Reune las plantas y las coloca sobre la mesa					
Toma el tiempo desde el inicio hasta finalizar el trillado					
Efectúa el trillado por porciones, hasta finalizar					
Revisa las plantas y vainas descartadas (semillas)					
Pesa las semillas descartadas					
Pesa el total de semilla trillada					
Calcula la eficiencia del método en kg de semilla/h					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
17 - 24	Bueno
9 - 16	Regular
1 - 8	Malo

**Evaluación del  
daño físico  
causado a la  
semilla por los  
métodos de  
trilla**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Método de trilla: \_\_\_\_\_

Evaluación del daño físico	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B = 3	R = 2	M = 1
Toma al azar dos porciones de 100 semillas del total de la semilla trillada					
Coloca cada porción en un recipiente o vaso					
Añade agua hasta cubrir las semillas. Espera 15 minutos					
Retira el agua y seca las semillas con papel absorbente					
Separa las semillas cuya testa está separada de los cotiledones (daño físico)					
Cuenta las semillas con daño físico en cada una de las repeticiones, incluyendo las semillas con daños físicos visibles					
Calcula el porcentaje de daño físico para cada repetición y saca un promedio					
Evalúa el porcentaje de daño físico causado a la semilla durante la trilla					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ESCALA	
Total puntos	Calificación
17 - 24	Bueno
9 - 16	Regular
1 - 8	Malo

**Evaluación de las actividades de arranque y trilla**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

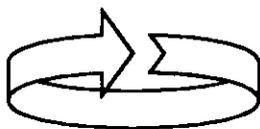
Evaluación de las actividades de arranque y trilla	Cosecha manual - arrancado y trilla con garrote					Cosecha manual - machete y trilla con mesa trilladora				
	Si	No	B = 3	R = 2	M = 1	Si	No	B = 3	R = 2	M = 1
Realiza el arranque en 50 m <sup>2</sup>										
Calcula el porcentaje de pérdidas en el arranque										
Reune las plantas sobre la lona										
Realiza el trillado										
Revisa las vainas no trilladas										
Pesa las semillas contenidas en vainas no trilladas										
Pesa el total de semilla trillada										
Evalúa el porcentaje de daño físico causado a la semilla durante la trilla										
Calcula la eficiencia de los métodos de arranque y trilla										
Total de puntos										

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
19 - 27	Bueno
10 - 18	Regular
1 - 9	Malo

## Información de retorno



### Escala de control

- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante las prácticas de arranque, cortado y trilla de la semilla de frijol.
- El instructor realiza la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos, con ayuda de la hoja de trabajo 4.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de los métodos y prácticas realizados.
- Finalmente, se hacen en grupo las recomendaciones de los métodos más adecuados de arranque, corte y trilla de semilla en sistemas no convencionales, para cada área o zona específica de producción de semilla de frijol.

### Calificación

- El instructor y los ayudantes encargados de evaluar los grupos suman y totalizan los puntos obtenidos en las actividades prácticas de arranque, corte y trilla realizadas en el campo.
- El instructor procede a esclarecer los interrogantes planteados por la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo señalan las conclusiones más importantes de la práctica.

## Resumen de la Secuencia 1

La cosecha es la labor más importante en el proceso de producción de semilla de frijol de óptima calidad.

La cosecha en los sistemas no convencionales es manual e involucra dos acciones: arranque o corte y trilla.

La cosecha debe realizarse en el momento más cercano a la madurez fisiológica cuando la semilla ha alcanzado un contenido de humedad de 18% - 20% apropiado para la trilla.

La cosecha tardía implica pérdida de germinación, vigor y contaminación con microorganismos patógenos y saprofitos.

La trilla en los sistemas No Convencionales puede realizarse de dos maneras: garroteo sobre el suelo y sobre una tarima o mesa trilladora.

La magnitud de los daños físicos causados a la semilla depende del método de trilla y del contenido de humedad de la semilla.

## **Secuencia 2**

### **Beneficio de semillas de frijol en sistemas no convencionales**

# Contenido

	Página
Objetivos .....	2-7
Información .....	2-9
Limpieza .....	2-9
Secamiento de las semillas .....	2-10
Selección .....	2-11
Tratamiento .....	2-12
Almacenamiento .....	2-13
Pruebas básicas de calidad .....	2-16
Equipos para el beneficio de semillas de frijol en sistemas no convencionales .....	2-19
Bibliografía .....	2-24
Práctica 2.1. Evaluación de los métodos de limpieza y selección de semillas de frijol en sistemas no convencionales	2-25
• Objetivos	
• Recursos necesarios	
• Instrucciones para organizar a los participantes e introducir la práctica	
• Hojas de trabajo	
• Información de retorno	
Práctica 2.2. Establecimiento del tiempo de almacenamiento .....	2-37
• Objetivos	
• Recursos necesarios	
• Instrucciones para organizar a los participantes e introducir la práctica	
• Hoja de trabajo	
• Información de retorno	

Ejercicio 1. Resultados obtenidos respecto a la eficiencia y eficacia de los métodos del manejo poscosecha ....	Página 2-44
• Objetivos	
• Recursos necesarios	
• Instrucciones para organizar a los participantes e introducir la práctica	
• Hoja de trabajo	
• Información de retorno	
Resumen de la Secuencia 2 .....	2-48
Evaluación final de conocimientos .....	2-49

## Flujograma Secuencia 2

Beneficio de semillas de frijol en sistemas no convencionales

### Objetivos

- Armar dos equipos sencillos para el manejo poscosecha (limpieza, secado, selección y tratamiento de semilla).
- Aplicar métodos sencillos para el beneficio de semilla.
- Evaluar la eficiencia de los métodos de limpieza y selección de los sistemas no convencionales.
- Estimar el tiempo de almacenamiento de las semillas de frijol.

### Contenido

- Limpieza
- Secamiento
- Selección
- Tratamiento
- Almacenamiento
- Pruebas básicas de calidad
- Equipos para el beneficio de semillas

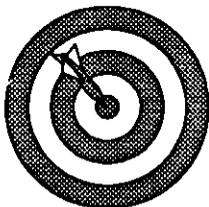
### Bibliografía

### Práctica

- Objetivos
- Recursos necesarios para la práctica
- Procedimiento para evaluar las actividades de arranque y trilla
- Instrucciones
- Hoja de trabajo
- Información de retorno

Resumen  
Secuencia 2

## Objetivos



Al finalizar esta secuencia los participantes estarán en capacidad de:

- ✓ Armar dos equipos sencillos para el manejo poscosecha utilizando material de bajo costo existente en su área de trabajo.
- ✓ Aplicar métodos sencillos de beneficio para obtener semillas de óptima calidad.
- ✓ Evaluar la eficiencia de los métodos de limpieza y selección de los sistemas no convencionales.
- ✓ Estimar el tiempo de almacenamiento de las semillas de frijol.

Aunque las semillas ya hayan pasado por la trilla, todavía no están listas para el almacenamiento o la siembra, por lo tanto se deben someter a un proceso que les permita preservar su calidad hasta el momento en que el agricultor las utilice.

El objetivo general del manejo poscosecha es obtener de un lote de semilla cosechada el máximo porcentaje de pureza con el más alto grado de uniformidad, vigor y germinación (CIAT, 1981).

Para lograr este objetivo se debe:

- ✓ Eliminar los contaminadores como materia inerte y semillas de otros cultivos y de malezas.
- ✓ Clasificar las semillas con base en sus características físicas, tales como tamaño, forma, peso y color.
- ✓ Secar la semilla hasta obtener una humedad de 12-13%, adecuada para su almacenamiento.
- ✓ Proteger las semillas del ataque de insectos y agentes patógenos.

La limpieza de las semillas evita en alguna forma el transporte y difusión de los insectos y organismos patógenos, pero su mejor protección se obtiene mediante el secamiento y el acondicionamiento.

En los sistemas convencionales el acondicionamiento se realiza en plantas de beneficio con equipos sofisticados; en los no convencionales este proceso se efectúa en la propia finca del agricultor utilizando equipos sencillos. Sin embargo, en uno u otro sistema se debe realizar un control interno de calidad que garantice la pureza y la germinación de la semilla.

## Limpieza

La fase de poscosecha de la semilla implica, en gran parte, la eliminación de materiales indeseables, remoción que facilita el secamiento y los manejos posteriores.

El sistema tradicional de limpieza es el “venteo” en el cual se aprovecha el viento natural, aunque este método presenta algunas desventajas; por ejemplo, la polvareda que genera es incómoda, su aplicación depende de las condiciones ambientales, no controlables, especialmente del viento, y su eficacia y rendimiento son bajos.

Sin embargo, la limpieza con zarandas puede ser buena alternativa ya que es un método de fácil aplicación, siempre y cuando se cuente con zarandas cuyos orificios sean apropiados para el tamaño del grano que se piensa manejar (Garay *et. al.*, 1991).

Otro método que ha sido desarrollado en el CIAT, aprovecha las diferencias entre la velocidad terminal del grano y la de las materias livianas, separándolas por medio de un flujo artificial de aire (separación neumática). Su funcionamiento requiere una fuente de aire -que puede ser generada por un ventilador manual, de motor eléctrico o de combustible, o una asperjadora de motor- y de un túnel o ducto por donde la semilla debe pasar obligatoriamente en dirección contraria a la del aire. Este equipo puede ser portátil para realizar la operación en el mismo lugar de la cosecha y su fabricación puede ser de madera o tubos plásticos (Aguirre, 1990b).

## **Secamiento de las semillas**

En el Anexo 8 se describen los principios básicos del secado de las semillas.

Para esta operación se aplica el secamiento en etapas dependiendo de las condiciones climáticas y de la humedad en la semilla. La primera se realiza antes de la trilla; en este momento lo importante es que la humedad esté entre 18 y 20% y permita la trilla sin causar daños a la semilla (ver la página 1-14). La segunda etapa es el secamiento de los granos después de la trilla, actividad definitiva que demanda cuidados técnico-biológicos en cuanto al nivel final de humedad; éste debe ser de 13%, o menos, para una mejor conservación de la calidad de las semillas.

En las zonas secas el aire tiene una humedad relativa baja, en las húmedas ésta disminuye cuando el aire se calienta lo cual ocurre naturalmente durante el día. Pero cuando esto no sucede, la alternativa es calentar el aire artificialmente; si la capa de semilla es delgada el aire puede pasar naturalmente a través de ella, si es muy gruesa es necesario forzar su flujo utilizando ventiladores.

Para propósitos prácticos, podemos diferenciar el secamiento natural del secamiento artificial.

Cuando se piensa en secamiento natural de la semilla, el sistema de secado tradicional es el que aprovecha la energía solar, muy utilizado por su fácil aplicación. Normalmente se coloca la semilla sobre un piso de cemento o sobre una lona; sin embargo, es necesario tener en cuenta que estos métodos no eliminan la humedad en suelos húmedos; lo más recomendable es colocar la semilla sobre un material impermeable.

Un método similar, pero más efectivo, es el secamiento en bandejas suspendidas. Para obtener mayor efectividad éstas deben ser de fondo perforado o de malla de alambre; se pueden construir con marco de madera u otro material disponible. Las bandejas deben quedar inclinadas y suspendidas a una altura cómoda para el trabajador (1 m), para aislar la semilla de la humedad de la superficie y facilitar el movimiento de aire por la parte inferior. Este método expone la semilla al aire, tanto por la parte superior como inferior y facilita su paso entre la masa de granos, aumentando el desplazamiento de la humedad de la semilla hacia el exterior (Garay *et al.*, 1991).

Debe recordarse que la semilla no tiene necesariamente que estar expuesta al sol; con este método las bandejas colocadas bajo techo también reciben aireación. En este último caso, si la humedad relativa del aire es baja, la semilla sigue su curso de secado y se evitan problemas de calentamiento. Comparado con el secamiento en piso este método tiene sus ventajas y puede ser más apropiado en regiones y épocas lluviosas (Garay *et al.*, 1991).

En Colombia, un método de secamiento natural exitoso ha sido el de las secadoras de café que consiste en plataformas colocadas sobre rieles con techo movable. Las semillas se colocan sobre la plataforma y se exponen al sol; de noche y en casos de lluvia se corre el techo para cubrir las semillas. Como se puede ver, existen varias modalidades para el secamiento al sol. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que en un ambiente soleado de 30°C, la semilla expuesta puede alcanzar temperaturas superiores a los 40°C por lo que estos métodos requieren el movimiento periódico de la semilla (Garay *et al.*, 1991).

## Selección

La selección comienza en el campo. Estudios recientes realizados en el CIAT (Rendón, citado por Garay *et al.*, 1991) indican que la selección será más efectiva (en términos de cantidad/tiempo) y más eficiente (calidad de separación) cuando se realizan controles de calidad en el campo, se cosecha oportunamente, sin terrones ni piedras y se evitan los daños físicos durante la trilla.

Después de estas prevenciones y de efectuar la limpieza, la selección final sólo necesita resolver dos problemas típicos: la separación de granos de tamaño subnormal y/o la de aquellos que presentan daños varios.

Generalmente los granos de tamaño subnormal incluyen semillas inmaduras, enfermas, arrugadas y otras que por razones de tipo agronómico, patológico o fisiológico, no alcanzan el tamaño normal.

Su separación se realiza fácilmente, utilizando zarandas de orificios oblongos o rectangulares, de tamaños apropiados.

Las semillas que han sido zarandeadas serán de tamaño uniforme y estarán libres de material extraño, aunque, casi siempre, quedan granos manchados, descoloridos, visiblemente podridos o enfermos, pregerminados y piedras y terrones que tienen el mismo tamaño de la semilla. Dependiendo de su naturaleza y magnitud, estos materiales pueden o no comprometer la calidad y la apariencia de la semilla (Garay *et al.*, 1991).

En los métodos tradicionales los agricultores realizan o tienen predisposición para la selección manual de la semilla. Con base en las características visibles, los granos que no reúnen las características de la variedad se pueden remover fácilmente con la mano.

La Unidad de Semillas del CIAT ha desarrollado una consola para la selección de semillas (tolva para la selección) que muestra un flujo continuo y regulable de semillas, lo cual facilita la labor. Si a esta consola se le adiciona una zaranda se podrá realizar simultáneamente la selección por tamaño y la remoción de granos partidos (Garay *et al.*, 1991).

El efecto de la selección manual no sólo se manifiesta en la presentación del producto; existen evidencias de que también se refleja en la calidad fisiológica mejorada de los lotes de semilla.

Las semillas seleccionadas visualmente son consistentemente mejores que aquellas que sólo son separadas por zarandas. También los granos seleccionados son dramáticamente superiores en calidad a los granos rechazados; la superioridad se manifiesta en germinación, vigor y emergencia en el campo.

## **Tratamiento**

El tratamiento de la semilla es una práctica que permite proteger las plántulas durante la emergencia y las primeras etapas de desarrollo en el campo y tiene importancia como método preventivo contra la diseminación de organismos patógenos. Para realizarla se pueden encontrar diversos productos en el comercio, de los cuales se deben escoger aquellos que sean efectivos para combatir los problemas existentes y que no ofrezcan riesgos para la salud y el ambiente.

Los métodos de aplicación con tratadora de tambor están ampliamente difundidos y son muy conocidos por los investigadores y extensionistas. Permiten tratar volúmenes de hasta cuatro toneladas de semillas por día. Al finalizar la operación la semilla se pesa, se empaca y se almacena.

## Almacenamiento

De todas las actividades que demanda la producción de semillas, las fases más críticas y problemáticas, en condiciones de clima tropical húmedo, son el secamiento y el almacenamiento. Ambas tienen una estrecha relación con el ambiente físico imperante, como son la humedad relativa y la temperatura (Garay *et al.*, 1991).

El almacenamiento adecuado requiere un conocimiento de la semilla y del ambiente físico donde ésta va a estar ubicada (Anexo 9).

Biológicamente la semilla alcanza su estado de desarrollo total en el momento de su madurez fisiológica, cuando se paralizan los procesos de síntesis y acumulación de reservas. Mientras la planta se encuentra en el campo la semilla permanece dentro de la vaina, pero fisiológicamente separada de la planta por una abscisión que aparece entre la semilla (óvulo fecundado y maduro) y el ovario (la vaina). En términos biológicos, y desde el punto de vista práctico, la semilla inicia su fase de almacenamiento a partir de la madurez fisiológica.

Para entender mejor este concepto separamos el almacenamiento en tres etapas:

**Etapas 1** Almacenamiento en el campo, que comprende desde la madurez fisiológica hasta el estado de grano seco (13% humedad).

**Etapas 2** Almacenamiento desde el secamiento hasta el envasado.

**Etapas 3** Almacenamiento desde el envasado hasta la germinación en el campo.

En los climas tropicales húmedos, la primera etapa es la más crítica, pues se presenta la presión de varios factores que inciden en el deterioro. Desde el punto de vista técnico y científico cuanto menos dure la semilla en el campo en esta etapa tanto mejor será su calidad; de allí la importancia del clima en la producción de semilla (Garay *et al.*, 1991).

La segunda etapa es necesaria, pues la semilla requiere limpieza, clasificación, selección, tratamiento y envasado. Estas actividades, dependiendo de aspectos técnicos y administrativos, pueden durar unos pocos días o varios meses. Sin embargo, la semilla seca no corre peligro de deteriorarse por humedad aunque pueden aparecer daños causados por insectos o por impactos durante el proceso, los cuales se deben prevenir (Garay *et al.*, 1991).

La etapa clásica de almacenamiento es la tercera, a la cual se le ha prestado más atención en el pasado; comúnmente se relaciona el almacenamiento con la infraestructura física.

Si la semilla no ha sufrido deterioro durante las dos primeras etapas, la tercera debería ser la menos problemática. Se exceptúan los casos de almacenamiento prolongado superiores a los dos o tres meses (Garay *et al.*, 1991).

Se recomienda dejar transcurrir un corto tiempo entre la cosecha y la próxima siembra. En regiones donde se produce frijol dos veces por año esta estrategia ya existente permite utilizar la semilla de la cosecha anterior para la siguiente siembra. Pero es necesario recordar que aun así, la semilla requiere cosecha oportuna, secamiento y selección.

En los sistemas no convencionales y tradicionales los agricultores han desarrollado diferentes formas de almacenamiento: en envases de plástico, metálicos, de yute o cabuya, etc. Se ha encontrado que el mejor sistema es guardar la semilla en recipientes plásticos, con una humedad de 11%, y sellados herméticamente. Esta alternativa da buenos resultados con volúmenes pequeños, entre 100 y 200 kilos, suficientes para sembrar dos hectáreas y obtener unas dos toneladas de semilla con las que se volverían a sembrar unas 20 ó 25 hectáreas.

El tiempo de almacenamiento de la semilla de frijol depende de tres elementos, que son: la humedad relativa (HR), la humedad de la semilla y la temperatura ambiental (t). El pequeño productor generalmente desconoce el efecto que tiene en la calidad de su semilla la interacción de estos tres elementos. Entonces, es importante señalar que en la actualidad existen equipos sencillos para determinar la Humedad Relativa, la Temperatura y la Humedad de la semilla, y con estos datos se puede estimar con alto grado de confiabilidad el tiempo de almacenamiento de la semilla de frijol (González, 1991).

#### Almacenamiento hermético de semillas de frijol

Aguirre (1990 a) encontró que semillas de la variedad Calima con buena calidad inicial y humedad inferior al 12%, pueden ser almacenadas en envases herméticos durante ocho meses o más, a temperaturas de 30°C registrándose poca pérdida de la calidad fisiológica.

Estos resultados permiten concluir que la tecnología de almacenamiento hermético a baja temperatura, bajo contenido de humedad y largos períodos de almacenamiento se puede adaptar a los sistemas de almacenamiento hermético a temperatura y humedad relativa “altas”, para la conservación de pequeñas cantidades de semilla de frijol de buena calidad inicial, durante cortos períodos. (Aguirre, 1990a).

El método de almacenamiento hermético a corto plazo es fácilmente aplicable, aunque se requiere que la semilla de frijol que se va a

almacenar cumpla con algunos requisitos, como por ejemplo, que sea de buena calidad, que se haya secado hasta las humedades recomendadas, que se haya efectuado un adecuado control de insectos antes del almacenamiento, que se disponga de los envases apropiados, y se almacene en lugares frescos y ventilados donde la temperatura ambiente no sobrepase los 30°C (Aguirre, 1990a).

Uno de los problemas más graves relacionados con el secamiento de las semillas hasta un nivel de humedad apropiado para el almacenamiento hermético, es la dificultad existente para determinar la humedad de las semillas, pues los métodos utilizados por los agricultores rara vez son precisos. Esta situación puede remediarse si se cuenta con instrumentos sencillos como el sicrómetro, o un termómetro, o un higrómetro para medir la temperatura y la humedad relativas del aire. Con estas mediciones y la información presentada en el Cuadro 2.1 se puede encontrar el contenido de humedad en equilibrio de las semillas en esas condiciones.

Otro aspecto importante para tener en cuenta respecto al almacenamiento hermético es la selección del envase adecuado, que debe hacerse considerando: a) la cantidad de semilla que se va a almacenar; b) la disponibilidad y el precio del envase; c) la facilidad del manejo, las condiciones de transporte y de almacenamiento; d) las características de hermeticidad que impidan la entrada de vapor de agua y a la vez el escape de insecticidas previamente aplicados a la semilla; que garantice una barrera contra plagas y proteja de daño físico; y e) la facilidad de abrir el recipiente, al tiempo que permita un buen sellado cada vez que se cierre (Aguirre, 1990a).

**Cuadro 2.1. Humedad en equilibrio en semillas de frijol a diferentes temperaturas y humedad relativa. (Aguirre, 1990a).**

Temp. (°C)	Contenido Humedad de la semilla (% bh*)					
	10	11	12	13	14	15
10	38.5	46.2	53.3	59.6	65.0	69.7
20	41.7	49.5	56.5	62.4	67.5	71.9
30	45.0	52.8	59.4	65.0	69.8	73.8
40	48.4	55.9	62.2	67.4	71.8	75.5

\*Base húmeda

Los pequeños agricultores, cuyas parcelas tienen en promedio menos de 3 ha de extensión, sólo requieren aproximadamente 140 kg de semilla de frijol para la siguiente siembra; esta cantidad ocupa un volumen de sólo 0.2 m<sup>3</sup> (54 galones). Existe toda una serie de envases metálicos y plásticos, baratos y de fácil consecución, que pueden ser usados teniendo en cuenta las características anotadas anteriormente, en particular las referentes a la impermeabilidad y al cierre hermético. Es importante que el recipiente se llene con las semillas a su máxima capacidad, disminuyendo así la cantidad de aire que queda dentro. Una vez almacenada la semilla, el envase debe permanecer herméticamente cerrado hasta el momento en que ésta se va a utilizar (Aguirre, 1990a).

En la mayoría de las regiones productoras de frijol la temperatura promedio es inferior a 30°C. Si se considera que por cada 5°C que disminuya la temperatura se duplica el potencial de almacenamiento de las semillas (Harrington, citado por Aguirre, 1990a), se puede concluir que el almacenamiento hermético a temperaturas menores que los 30°C significará menos deterioro de la calidad de las semillas y un mayor tiempo de almacenamiento permisible (Aguirre, 1990 a).

Conviene repetir que el almacenamiento no mejora la calidad de las semillas y que las semillas de mala calidad no almacenan bien. En consecuencia, el agricultor debe preocuparse por obtener semillas de buena calidad que son las que poseen el potencial necesario para sobrevivir durante el período de almacenamiento.

## **Pruebas básicas de calidad**

El beneficio de las semillas en sistemas no convencionales, al igual que en los convencionales, debe dar como resultado material de alta calidad. El flujo de operaciones que se realizan en ambos sistemas es igual, y el hecho de usar equipos menos costosos no implica que no se deban cumplir todas las normas que garanticen la calidad de las semillas.

Hemos visto en la Secuencia 1 que el control de calidad durante las etapas críticas del proceso asegura que se cumplan todas las normas y permite aplicar acciones correctivas (Figura 2.1). Según Camargo, *et al.*, (1989), normalmente, cuando se piensa en la realización de pruebas en los sistemas convencionales de producción y abastecimiento de semillas, surgen inquietudes en cuanto a los altos costos de los equipos de laboratorio, infraestructura, recursos humanos y otros. En situaciones menos convencionales de producción y abastecimiento de semillas, es posible evaluar algunas características cualitativas claves teniendo como base esquemas sencillos.

Las pruebas básicas que se pueden realizar en el campo están basadas en principios tradicionales y requieren el conocimiento de la morfología y fisiología de la semilla, pero para ejecutarlas se utilizan los materiales y recursos propios de los agricultores. Estas pruebas son: pureza de las semillas y evaluación de la germinación.

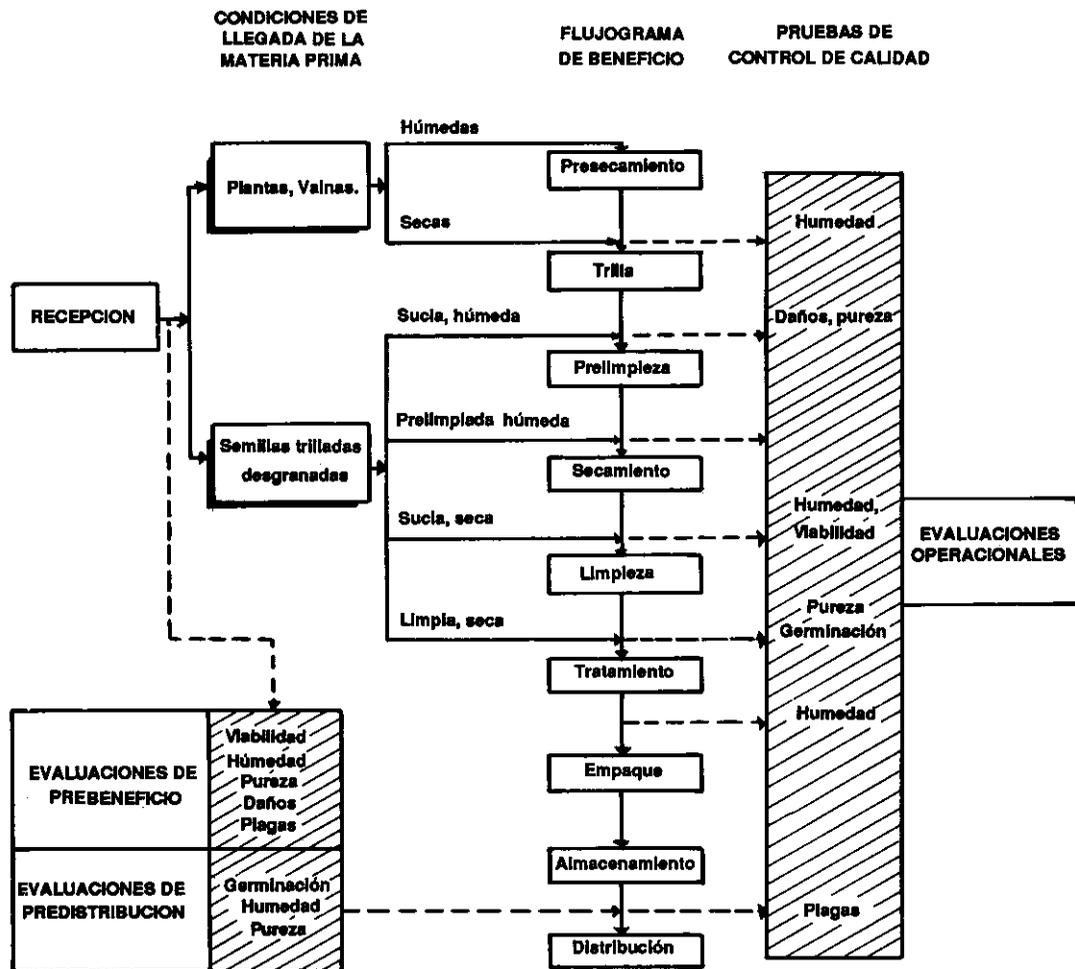


Figura 2.1. Operaciones de poscosecha y evaluación de la calidad de las semillas. (Adaptado de Camargo *et al.*, 1989).

## Pureza de la semilla

Esta prueba permite determinar el tipo de contaminadores y, consecuentemente, el equipo que se debe utilizar para separar el material inerte, las malezas y las semillas enfermas o de otras variedades que puedan estar mezcladas con la variedad principal (Camargo *et al.*, 1989).

Para determinar la pureza se toma una muestra del lote, se separan las semillas de los contaminantes y se pesan. Esta prueba se debe realizar después de la trilla y antes del tratamiento; la primera por las razones ya mencionadas y la última para garantizar que el lote de semillas contenga una óptima pureza física antes de almacenarla.

## Germinación de la semilla

Esta prueba es la más importante para los agricultores, porque la determinación de la germinación de la semilla es esencial para una buena siembra de frijol, por las razones siguientes:

- El agricultor al saber si las semillas van a germinar o no, evita gastos, pérdida de tiempo y esfuerzos de resiembra.
- Conociendo ya el porcentaje de germinación es posible realizar los ajustes necesarios para obtener el número de plantas deseadas por unidad de área.

Para determinar la germinación se pueden usar bandejas con arena, toallas desechables de papel o papel periódico; también se puede utilizar una mezcla de tierra con materia orgánica, o solamente tierra. Estas últimas podrían presentar una mayor variación que la arena, pero también permitirían evaluar la semilla en condiciones bastante semejantes a las del agricultor (Figura 2.2).

Además de aportar información sobre germinación, las evaluaciones en bandejas permiten tener una apreciación muy práctica del vigor de la semilla (Camargo *et al.*, 1989).

Para obtener resultados confiables es necesario recolectar muestras representativas de los lotes y sembrar unas 400 semillas. En ausencia de cámaras especiales, en las regiones tropicales, la germinación se puede hacer aprovechando la temperatura ambiental. Para la prueba de germinación en bandejas se aplica el siguiente procedimiento:

- Se toman al azar 4 repeticiones de 100 semillas (o repeticiones de 50 semillas) y se siembran en sustrato de arena depositado en una caja de madera (Figura 2.2A).
- Las semillas se cubren ligeramente con arena (Figura 2.2B), y se mantiene la humedad regando diariamente.

## **Equipos para el beneficio de semillas de frijol en sistemas no convencionales**

- De no contar con arena se puede utilizar tierra como sustrato.
- Se hace un solo conteo de las plántulas a los 9 días.
- Se cuentan las plántulas que germinen normalmente, las anormales y las semillas muertas y no germinadas (Anexo 6).
- Se calcula el porcentaje de germinación promediando el total de plantas encontradas como normales en cada una de las repeticiones.

En sistemas de producción de semillas de frijol no convencionales, se requiere la instalación de estructuras y equipos sencillos para el manejo poscosecha, a un bajo costo y adaptables a las necesidades y recursos de los pequeños agricultores.

Tradicionalmente los pequeños agricultores han construido y utilizado sus propias herramientas para realizar labores de poscosecha.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), a través de la Unidad de Semillas, en su esfuerzo por buscar alternativas no convencionales de producción y abastecimiento de semillas, también diseña, evalúa y construye nuevos equipos y reforma otros ya utilizados por los pequeños agricultores, sin perder el concepto de sencillez y bajo costo.

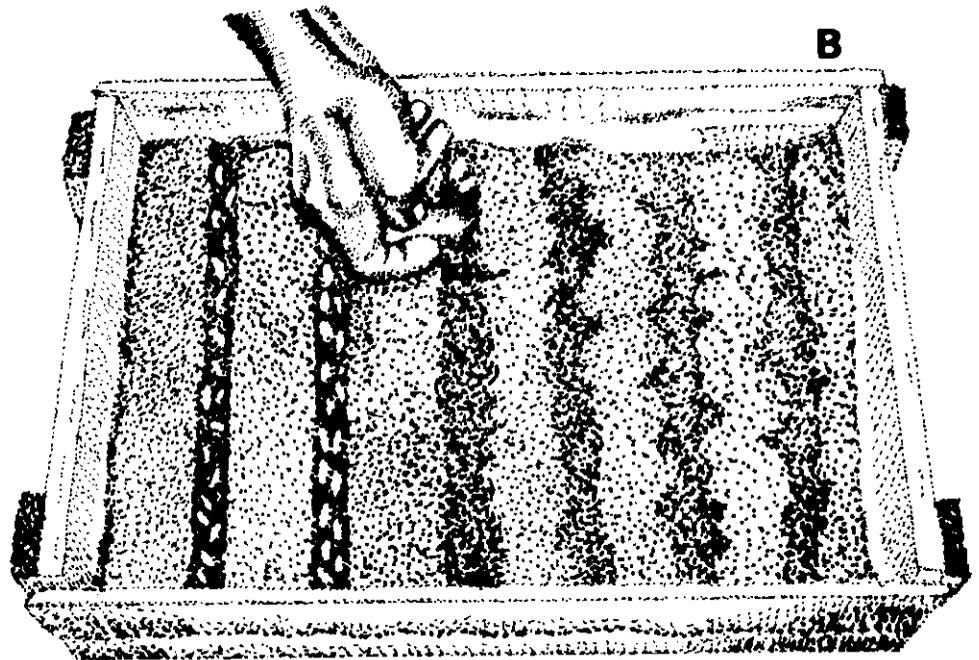
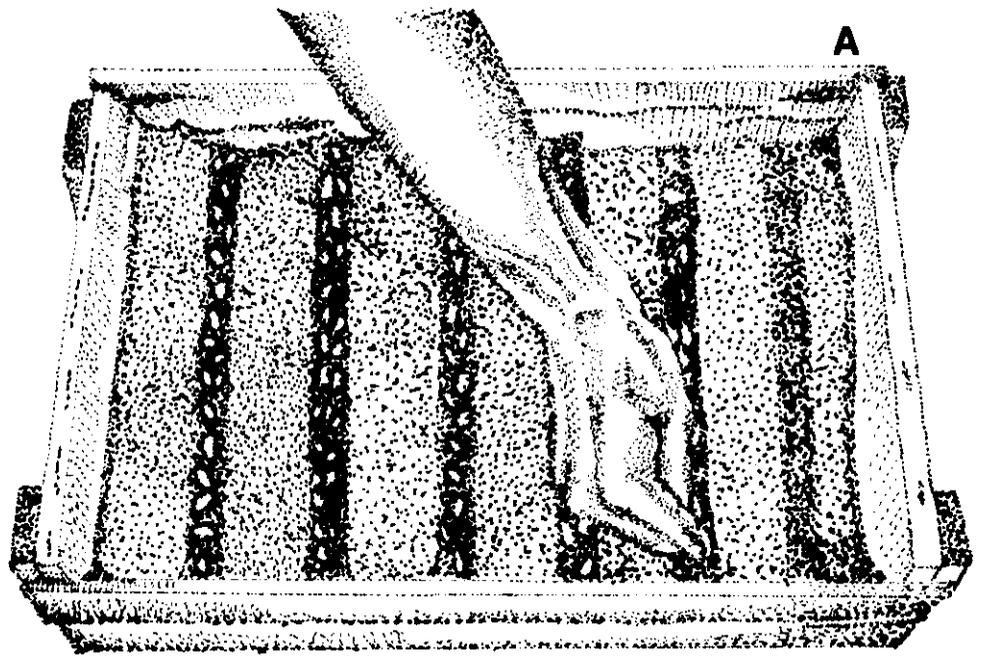


Figura 2.2. Determinación de la germinación de las semillas en bandejas con sustrato de arena.

**Mesa, Marimba,  
Tabique, Garita  
trilladora o Mesa  
trilladora**

Este es un sistema originario de América Central donde es ampliamente utilizado; facilita la trilla y causa un mínimo de daño físico a las semillas (Anexo 7). Consiste en una mesa o tarima cuya parte superior está hecha con listones de madera, o bambú, con una separación entre ellos según el tamaño de la semilla. Al colocar las plantas sobre la mesa y golpearlas con un palo o garrote, las semillas salen de las vainas y pasan por las separaciones entre los listones cayendo al suelo o a una lona colocada debajo de la mesa.

La plataforma puede ser sustituida por una malla de alambre calibre 12 con agujeros seleccionados de acuerdo con el tamaño de la semilla.

**Bandeja de malla  
para prelimpieza  
(zarandas de  
prelimpieza)**

Están construidas en malla de alambre; para realizar la prelimpieza se necesitan dos tipos de zarandas, una que actúa como desbrozadora separando contaminadores de mayor volumen que la semilla, como por ejemplo restos de cosecha, y otra clasificadora que deja pasar las impurezas más pequeñas que la semilla como polvo, semillas inmaduras, etc. (Anexo 7). Las zarandas clasificadoras también sirven para realizar el secado natural de la semilla (sol y viento) levantándolas del suelo.

**Venteadora  
manual**

Es una máquina sencilla, de fácil construcción en madera y muy útil para prelimpiar. Se acciona manualmente mediante un sistema de piñones y engranajes; se le puede adaptar un motor para facilitar su operación y aumentar el rendimiento (Anexo 7).

**Venteadora de  
tubo o de madera**

Esta venteadora aprovecha los principios de los equipos modernos y su construcción es muy sencilla. Pueden fabricarse portátiles para realizar esta actividad en campo. Requiere una fuente de aire que puede ser generada por un ventilador manual de motor eléctrico o de combustible, o una fumigadora de motor y de un túnel o ducto por donde la semilla debe pasar obligatoriamente en sentido contrario a la dirección del aire. Se fabrica en madera y su uso se ha evaluado en las condiciones de los pequeños agricultores, con buenos resultados.

<b>Bandejas de malla de alambre para secamiento (zaranda para secamiento)</b>	<p>Estas bandejas se construyen con mallas de alambre con agujeros más pequeños que la semilla (Anexo 7). Se utilizan para secar las semillas y deben estar elevadas del piso, suspendidas sobre barras, para permitir el paso de las corrientes de aire tanto por encima como por debajo de la capa de semillas, la cual no debe ser muy gruesa (no mayor de 10 cm).</p> <p>Se recomienda colocar las bandejas suspendidas sobre barras en forma paralela a la superficie del suelo a una altura de 50 cm a 1 m, dándoles una inclinación de aproximadamente 23 grados y ubicándolas en sentido de la dirección del sol y del viento (Anexo 7).</p>
<b>Consola para la selección de semillas (tolva para selección manual)</b>	<p>La consola consiste en una caja de madera con fondo inclinado, con una compuerta de salida en un extremo, que permite el flujo continuo y controlado de la semilla a la persona que hace la selección (Anexo 7).</p> <p>Las paredes inclinadas de la tolva la hacen autolimpiable. Se recomienda colocarla sobre una mesa de color azul pálido, pues la práctica ha demostrado que se logra hacer una mejor selección ya que la semilla contrasta muy bien con este fondo. Si se adiciona una zaranda a la salida de la compuerta, se puede hacer simultáneamente la selección por tamaño y por granos partidos.</p>
<b>Tratadora de tambor</b>	<p>La tratadora de tambor es un sistema manual, cuyo recipiente o tambor puede ser de material plástico o de metal, colocado sobre dos ángulos de madera o metal (Anexo 7).</p> <p>La manivela permite girar el tambor para homogenizar el tratamiento químico a la semilla. La tapadera desmontable en uno de sus extremos y la inclinación del tambor, facilitan la descarga de la semilla.</p>
<b>Almacenamiento en recipientes de metal o plásticos</b>	<p>En estos recipientes se deben mantener los mismos principios de almacenamiento que se aplican en los sistemas convencionales, al almacenar la semilla con un contenido de humedad inferior al 12% en lugares secos y ventilados.</p> <p>El recipiente utilizado, sea pequeño o grande (en los mercados existen recipientes con capacidad de 15 - 93 y 170 kg), debe tener un sistema que permita el cierre hermético.</p>

### *Silo metálico*

El silo es un recipiente de forma cilíndrica, fabricado en lámina de hierro galvanizado soldado con estaño, con la parte superior y el fondo planos.

El silo tiene una abertura, con tapa, ubicada en la parte superior por donde se introduce la semilla y en su parte inferior un conducto que sirve para sacar las semillas y vaciarlo.

Para usarlo es indispensable que la semilla se encuentre seca. Se recomienda instalarlo bajo un techo rústico o dentro de un local techado; para evitar la corrosión de la base, debe colocarse sobre una plataforma de piedra, madera o cemento (Anexo 7).

## Bibliografía

- AGUIRRE, R. 1990a. Efecto de la humedad en el almacenamiento hermético a corto plazo de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*). Agronomía Mesoamericana, Vol. 1: 35-44.
- AGUIRRE, R. 1990b. Diseño y evaluación de una venteadora portátil de flujo continuo para limpieza de granos y semillas de frijol. XIII Seminario Panamericano de Semillas. Guatemala, 25 p.
- CAMARGO, C.P., BRAGANTINI, C.; AGUIRRE, R.; GARAY A.E.; DE SOTO, J.F. 1989. Semillas para pequeños agricultores - Infraestructura de apoyo- Centro Internacional de Agricultura Tropical. Unidad de Semillas. Cali, Colombia. 40p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). 1981. Principios del acondicionamiento de Semillas; Guía de estudio para ser usada como complemento de la Unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico: Boyd, A. H. y Artecona M. Producción: Robayo, G., Arregocés O. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. (Serie 04SSe-03.01) 28 p.
- GARAY, A. E.; AGUIRRE, R.; GIRALDO, G. 1991. Manejo poscosecha de semillas en pequeña escala. Caso frijol. Unidad de Semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 63p. En preparación.
- GONZALEZ J.C. 1991. Curso Tecnología Producción de Semillas. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. Materiales no impresos.

## Práctica 2.1 Evaluación de los métodos de limpieza y selección de semilla de frijol en sistemas no convencionales



La presente práctica permite a los participantes:

- ✓ Armar dos equipos para el manejo poscosecha de las semillas.
- ✓ Aplicar diferentes métodos de limpieza y selección.
- ✓ Evaluar la eficiencia de los métodos de limpieza y selección en términos de calidad y cantidad de semilla pura obtenida por hora.

### Recursos necesarios

- Una venteadora manual
- Dos aspersoras de motor
- Cuatro baldes o cubos
- Doce costales
- Una balanza con capacidad de 50 kg
- Cuatro tolvas
- Materiales para construir equipos de poscosecha
- Cuatro planos de zarandas
- Cuatro planos de tratadoras
- Cuatro planos de limpiadoras de madera
- Cuatro lonas
- Una balanza con capacidad de 1 kg
- Fungicidas e insecticidas para el tratamiento de la semilla
- Hojas de trabajo de las actividades de limpieza y selección
- Cronómetros o relojes

**Instrucciones  
para organizar  
a los  
participantes e  
introducir la  
práctica**

1. El instructor dividirá el grupo en dos subgrupos. Cada uno tendrá un relator que trabajará en un área identificada como A y B.

A	B
VT	VM
LN	BA
MZ	MT
TZ	MM

2. Ambos grupos se rotarán para realizar los métodos propuestos a continuación:

En el área A:

- Métodos de limpieza

VT = Venteadora de tubo o madera

VN = Venteadora natural al viento

- Métodos de selección

MZ = Manual con zarandas

TZ = Tolva con zaranda

En el área B:

- Método de limpieza

VM = Venteadora manual

BA = Bomba aspersora de motor

- Método de selección

MT = Manual con tolva

MM = Manual en mesa

3. Las prácticas con los métodos de tratamiento y almacenamiento y la prueba de germinación serán para todos los grupos.

## **Cómo usar las hojas de trabajo para evaluar las actividades prácticas**

### *Escala de control*

A cada relator de grupo se le entregan las hojas de trabajo con las tablas donde se describen las tareas prácticas de limpieza y selección.

El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su grupo realicen todas las tareas prácticas.

A su vez, el(los) instructor(es) se encarga(n) de registrar en la tabla si cada paso de las tareas prácticas que deben ser realizadas por los grupos, se llevan a cabo o no. Para ello usa las columnas de la escala de control que indican SI o NO se realizó la tarea.

### *Calificación*

Para calificar cuantitativamente la forma en que los grupos ejecutan las tareas prácticas y aplican los métodos de limpieza y selección, el(los) relator(es) utiliza(n) una escala evaluativa de la hoja de trabajo con tres columnas.

La calificación es la siguiente:

Bien (B)	Regular (R)	Malo (M)
3	2	1

En la parte inferior de cada tabla de actividades se encuentran los rangos que permiten la calificación de la práctica realizada por los grupos.

**Evaluación de las actividades de limpieza con venteadora manual**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Evaluación de la limpieza con la venteadora manual	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla trillada en el campo					
Pesa la semilla trillada					
Coloca en la parte más baja de la plataforma de la venteadora un recipiente para recibir la semilla limpia					
Alimenta la tolva de la venteadora con la semilla trillada					
Acciona manualmente las manivelas hasta producir un flujo de viento constante					
Abre la compuerta de la venteadora para permitir el paso de la semilla					
Pesa la semilla limpia					
Calcula el porcentaje de semilla limpia, según el peso					
Calcula la capacidad de limpieza en kg/hora					
Pesa las semillas de buena calidad presentes en el descarte					
Calcula el porcentaje de semillas presentes en el descarte					
<b>Total de puntos</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ESCALA	
Total puntos	Calificación
23 - 33	Bueno
12- 22	Regular
1 - 11	Malo

**Evaluación de las actividades de limpieza con venteadora de madera o de tubo**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Método de limpieza con venteadora de madera o de tubo	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla trillada en el campo					
Pesa la semilla trillada					
Coloca un recipiente en el ducto inferior, con capacidad para la semilla que se va a limpiar					
Pone a funcionar el motor de la aspersora					
Utilizando un recipiente, hace pasar una porción de la semilla por el ducto superior, en contra de la dirección del viento					
Gradúa la cantidad de aire de manera que no permita el paso de materiales livianos (tallos, hojas, insectos, etc.)					
Pasa el resto de las semillas por el ducto superior					
Pesa la semilla limpia					
Calcula el porcentaje de semilla limpia, con base en el peso					
Calcula la capacidad de limpieza en kg/h					
Pesa las semillas de buena calidad presentes en el descarte					
Calcula el porcentaje de semillas presente en el descarte					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
25 - 36	Bueno
13 - 24	Regular
1 - 12	Malo

**Evaluación de las actividades de limpieza por venteado natural**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Método del venteado natural	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla trillada en el campo					
Pesa la semilla trillada					
Coloca un recipiente o una lona en el suelo					
Recolecta porciones de la semilla					
Deja caer porciones de semilla, a la altura de una persona con los brazos levantados, a favor del viento					
Repite el procedimiento tantas veces cuantas sea necesario hasta que la semilla quede limpia					
Pesa la semilla limpia					
Calcula el porcentaje de semilla limpia, con base en el peso					
Calcula la capacidad de limpieza en kg/h					
Pesa las semillas de buena calidad presentes en el descarte					
Calcula el porcentaje de semillas presentes en el descarte					
<b>Total de puntos</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ESCALA	
Total puntos	Calificación
23 - 33	Bueno
12 - 22	Regular
1 - 11	Malo

**Evaluación de las actividades de limpieza con bomba aspersora de motor**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Método de limpieza con la bomba aspersora de motor	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla trillada en el campo					
Pesa la semilla trillada					
Coloca la semilla sobre una lona					
Coloca la bomba de motor sobre su espalda					
Pone a funcionar el motor de la aspersora					
Con el flujo de aire generado por la bomba procede a limpiar la semilla separando los materiales indeseables como terrones, piedras, restos de cosecha, etc.					
Pesa el volumen de semilla limpia					
Calcula el porcentaje de semilla limpia, con base en el peso					
Pesa las semillas de buena calidad presentes en el descarte					
Calcula el porcentaje de semillas presentes en el descarte.					
Calcula la capacidad de limpieza en kg/h					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
23 - 33	Bueno
12 - 22	Regular
1 - 11	Malo

**Evaluación de las actividades de selección manual en zarandas**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Selección manual en zarandas	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla limpia resultante de la actividad de limpieza					
Pesa el total de la semilla					
Coloca la semilla en la zaranda					
Separa manualmente el material indeseable (piedras, terrones, tallos, vainas, restos de cosecha, etc.)					
Separa manualmente las semillas indeseables (partidas, arrugadas, descoloridas, de menor tamaño, otras semillas, etc.)					
Pesa la semilla y materiales indeseables					
Calcula el porcentaje de pureza de la semilla					
Calcula la eficiencia del método en términos de semilla/ tiempo (kg/h)					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
17 - 24	Bueno
9 - 16	Regular
1 - 8	Malo

**Evaluación de las actividades de selección manual en tolva con zaranda**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Selección manual en tolva con zaranda	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla limpia resultante de la actividad de limpieza					
Pesa el total de la semilla					
Coloca la zaranda en la salida de la tolva para separar semilla y materiales pequeños					
Coloca la semilla en la parte superior de la tolva					
Separa manualmente las semillas indeseables (semillas partidas, descoloridas, manchadas, arrugadas, picadas por insectos, otras semillas, etc.)					
Separa manualmente el material indeseable (terrones, piedras, material vegetativo, etc.)					
Pesa los materiales y las semillas indeseables					
Calcula el porcentaje de pureza de la semilla					
Calcula la eficiencia del método en términos de cantidad de semilla/tiempo (kg/h)					
<b>Total de puntos</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
19 - 27	Bueno
10 - 18	Regular
1 - 9	Malo

**Evaluación de las actividades de selección manual en tolva**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Selección manual en tolva	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla limpia resultante de la actividad de limpieza					
Pesa el total de la semilla					
Coloca la semilla en la parte superior de la tolva					
Separa manualmente las semillas indeseables (semillas partidas, descoloridas, manchadas, etc.)					
Separa manualmente el material indeseable (terrones, piedras, material vegetativo, etc.)					
Pesa los materiales y semillas indeseables					
Calcula el porcentaje de pureza de la semilla					
Calcula la eficiencia del método en términos de cantidad de semilla/tiempo (kg/h)					
Total de puntos					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
17 - 24	Bueno
9 - 16	Regular
1 - 8	Malo

**Evaluación de las actividades de selección manual en mesa**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

Hora de iniciación: \_\_\_\_\_ Hora de finalización: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

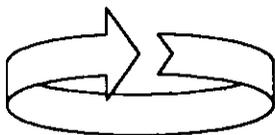
Selección manual en mesa	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla limpia resultante de la actividad de limpieza					
Pesa el total de la semilla					
Coloca la semilla en la mesa					
Separa manualmente el material indeseable (piedras, terrones, tallos, vainas, etc.)					
Separa manualmente semillas indeseables (partidas, arrugadas, decoloradas, etc.)					
Pesa los materiales y las semillas indeseables					
Calcula el porcentaje de pureza de la semilla					
Calcula la eficiencia en términos de cantidad de semilla/tiempo (kg/h)					
<b>Total de puntos</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
17 - 24	Bueno
9 - 16	Regular
1 - 8	Malo

## Práctica 2.1 Información de retorno



### *Escala de control*

- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante las prácticas de limpieza y selección de la semilla del frijol.
- El instructor realiza la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de los métodos y prácticas realizados.
- Finalmente, se hacen en grupo las recomendaciones de los métodos más adecuados de limpieza y selección de semilla en sistemas no convencionales para cada área o zona específica de producción de semilla de frijol.

### *Calificación*

- El instructor y los relatores encargados de evaluar los grupos, suman y totalizan los puntos obtenidos en las actividades prácticas de limpieza y selección de la semilla de frijol.
- El instructor procede a esclarecer los interrogantes planteados por la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo destaca las conclusiones más importantes de la práctica.

## Práctica 2.2 Establecimiento del tiempo de almacenamiento



Esta práctica ha sido diseñada para que los participantes estén en capacidad de:

- ✓ Construir un sicrómetro
- ✓ Calcular la humedad relativa, la temperatura y el tiempo de almacenamiento.
- ✓ Determinar el contenido de humedad de la semilla y la humedad en equilibrio de la semilla.

### Recursos necesarios

Para realizar esta práctica se necesitarán:

- 8 termómetros de 100°C
- Pegamento
- Algodón
- Agua
- Pita, cordel o cáñamo de 1 m de longitud
- 5 tablas de humedad en equilibrio de la semilla (Cuadro 2.1)
- 5 tablas de contenido de humedad en equilibrio para la semilla de frijol (Cuadro 2.2)
- 5 tablas de estimación del tiempo máximo de almacenamiento de la semilla de frijol (Cuadro 2.3)
- Determinante de humedad Dickey John
- 4 libras de semilla de frijol
- 4 calculadoras
- Tabla de evaluación de práctica (Hoja de trabajo 9 y 10)

## **Instrucciones para organizar a los participantes e introducir la práctica**

1. El grupo se divide en 4 sub-grupos
2. Cada sub-grupo nombrará un relator a quien se le entrega la tabla de actividades que describe el proceso de ejecución de las prácticas (Hoja de trabajo 9).
3. El relator es el responsable de que los integrantes del sub-grupo realicen todas las actividades.
4. Cada sub-grupo determinará el contenido de humedad de la semilla proveniente de la selección manual (Práctica 2.1), con la ayuda del determinante de humedad Dickey John.
5. Cada sub-grupo estima el tiempo de almacenamiento de la semilla, con ayuda del sicrómetro y las Tablas 2.1, 2.2 y 2.3.

## **Cómo usar la hoja de trabajo para evaluar las actividades prácticas**

### *Escala de control*

A cada relator de grupo se le entregan las hojas de trabajo donde se describen las tareas prácticas para el establecimiento del tiempo de almacenamiento de la semilla.

El relator es el responsable de velar por que los integrantes de su grupo realicen todas las tareas prácticas.

A la vez, el(los) instructor(es) se encarga(n) de registrar en la tabla si cada paso de las tareas prácticas que deben ser realizadas por los grupos se llevan a cabo o no. Para ello hay dos columnas en las hojas de trabajo que llevan en la parte superior la escala evaluativa: SI o NO.

### *Calificación*

Para calificar cuantitativamente la forma en que los grupos ejecutan las tareas prácticas para establecer el tiempo de almacenamiento de la semilla, el(los) relator(es) utiliza(n) una escala evaluativa de la hoja de trabajo con tres columnas.

La calificación es la siguiente:

Bien (B)	Regular (R)	Malo (M)
3	2	1

En la parte inferior de cada tabla de actividades se encuentran los rangos que permiten la calificación de la práctica realizada por los grupos.

**Estimación del tiempo de almacenamiento**

Grupo No.: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Relator: \_\_\_\_\_

**TABLA DE ACTIVIDADES**

Estimación del tiempo de almacenamiento de la semilla	Escala de control		Calificación		
	SI	NO	B=3	R=2	M=1
Toma la semilla proveniente de la selección manual					
Determina la humedad de la semilla con el Dickey John					
Toma los dos termómetros y construye el sicrómetro					
Coloca el algodón en uno de los termómetros del sicrómetro					
Humedece el algodón y gira el sicrómetro hasta secar el bulbo					
Anota las temperaturas obtenidas en los termómetros con bulbo húmedo y seco					
Calcula la humedad relativa ayudándose de la Tabla 2.1					
Calcula la humedad en equilibrio de la semilla, ayudándose de la Tabla 2.2					
Estima el tiempo de almacenamiento de la semilla con base en la temperatura, la humedad relativa y/o humedad de la semilla, utilizando la Tabla 2.3					
<b>Total de puntos</b>					

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ESCALA**

Total puntos	Calificación
19 - 27	Bueno
10 - 18	Regular
1 - 9	Maló

Tabla 2.1 Humedad relativa del aire como función de las temperaturas (entre 10 y 40°C) obtenidas por bulbo seco y bulbo húmedo en condiciones a nivel del mar.

Temperatura del bulbo húmedo [°C]	Temperatura del bulbo seco [°C]																																									
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40											
1																																										
2	8																																									
3	17	11																																								
4	26	19	14																																							
5	35	28	22	16																																						
6	45	38	31	24	19																																					
7	55	47	40	33	27	21																																				
8	66	57	49	41	35	29	24																																			
9	77	67	59	50	43	37	31	26																																		
10	88	77	69	59	51	45	39	33	28																																	
11	100	88	78	68	57	48	40	34	29	24																																
12		100	88	78	67	56	46	38	32	27	23																															
13			100	89	79	68	57	47	40	35	30	26																														
14				100	90	81	72	62	54	46	40	35	31																													
15					100	90	82	74	67	60	54	49	44	40																												
16						100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																											
17							100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																										
18								100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																									
19									100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																								
20										100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																							
21											100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																						
22												100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																					
23													100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																				
24														100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																			
25															100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																		
26																100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																	
27																	100	90	82	74	67	61	55	50	45	41																
28																		100	90	82	74	67	61	55	50	45	41															
29																			100	90	82	74	67	61	55	50	45	41														
30																				100	90	82	74	67	61	55	50	45	41													
31																					100	90	82	74	67	61	55	50	45	41												
32																						100	90	82	74	67	61	55	50	45	41											
33																							100	90	82	74	67	61	55	50	45	41										
34																								100	90	82	74	67	61	55	50	45	41									
35																									100	90	82	74	67	61	55	50	45	41								
36																										100	90	82	74	67	61	55	50	45	41							
37																											100	90	82	74	67	61	55	50	45	41						
38																												100	90	82	74	67	61	55	50	45	41					
39																													100	90	82	74	67	61	55	50	45	41				
40																														100	90	82	74	67	61	55	50	45	41			

Ejemplo para la utilización de la tabla: temperatura bulbo seco = 25°C, temperatura bulbo húmedo = 20°C, entonces humedad relativa = 63%

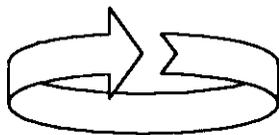
Tabla 2.2. Contenidos de humedad en equilibrio de la semilla de frijol a diferentes valores de humedad relativa y temperatura

HR %	Temperatura bulbo seco (°C)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
5	3.4	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
10	5.4	5.3	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0
15	6.7	6.6	6.5	6.4	6.4	6.3	6.2	6.1
20	7.6	7.5	7.4	7.3	7.2	7.1	7.0	6.9
25	8.4	8.3	8.1	8.0	7.9	7.7	7.6	7.5
30	9.1	8.9	8.8	8.6	8.5	8.3	8.2	8.0
35	9.7	9.6	9.4	9.2	9.0	8.9	8.7	8.5
40	10.4	10.2	10.0	9.8	9.6	9.4	9.2	9.1
45	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	10.0	9.8	9.6
50	11.8	11.5	11.3	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2
55	12.5	12.3	12.0	11.8	11.5	11.3	11.1	10.9
60	13.3	13.1	12.8	12.6	12.3	12.1	11.9	11.6
65	14.3	14.0	13.7	13.5	13.2	13.0	12.8	12.5
70	15.3	15.1	14.8	14.6	14.3	14.1	13.8	13.6
75	16.6	16.3	16.1	15.8	15.6	15.3	15.1	14.9
80	18.1	17.9	17.6	17.4	17.1	16.9	16.7	16.4
85	19.9	19.7	19.5	19.3	19.1	18.8	18.6	18.4
90	22.2	22.0	21.8	21.6	21.4	21.3	21.1	20.9
95	24.9	24.8	24.6	24.5	24.4	24.1	24.1	24.0

**Tabla 2.3. Estimación del tiempo máximo de almacenamiento (en semanas) de la semilla sin que afecte la germinación, con base en la temperatura de almacenamiento, el porcentaje de humedad de la semilla y el porcentaje de humedad relativa.**

<b>Temperatura</b>		<b>% de humedad de la semilla</b>		
<b>°C</b>	<b>°F</b>	<b>11%</b>	<b>14%</b>	<b>18%</b>
		<b>Tiempo de almacenamiento (semanas)</b>		
20°C	68°F	55	19	7
15°C	59°F	100	30	12
5°C	41°F	370	170	39
		50%	65%	75%
<b>% de humedad relativa</b>				

## Práctica 2.2 Información de retorno



### *Escala de control*

- Cada relator de grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos durante las prácticas para estimar el tiempo de almacenamiento de la semilla de frijol.
- El instructor realiza la síntesis de los resultados obtenidos por los grupos.
- La síntesis de la información obtenida permite la discusión y revisión de las prácticas realizadas.
- Finalmente, se hacen en grupo las recomendaciones sobre las condiciones para almacenar semilla en sistemas no convencionales para cada área o zona específica de producción de semilla de frijol.

### *Calificación*

- El instructor y los relatores encargados de evaluar los grupos suman y totalizan los puntos obtenidos en las actividades prácticas para estimar el tiempo de almacenamiento de la semilla de frijol.
- El instructor procede a esclarecer los interrogantes planteados por la audiencia, orienta las discusiones y con el grupo destaca las conclusiones más importantes de la práctica.

## **Ejercicio 2.1 Resultados obtenidos respecto a la eficiencia y eficacia de los métodos de manejo poscosecha**



Este ejercicio ha sido diseñado para permitir a los participantes:

- ✓ Determinar las pérdidas en términos de calidad y cantidad de semilla de frijol durante el proceso del manejo poscosecha.
- ✓ Calcular la eficiencia de los métodos de trilla, limpieza y selección en kg/hora.
- ✓ Calcular en términos de horas/hombre el costo de cada uno de los componentes (cosecha, trilla, limpieza y selección) del manejo poscosecha de semilla de frijol.

### **Recursos necesarios**

Para realizar este ejercicio se necesitarán:

- Todas las hojas de trabajo utilizadas en las Secuencias 1 y 2
- Hojas con instrucciones
- 4 calculadoras
- 4 hojas de trabajo 10
- Pizarra

## Ejercicio 2.1 Eficiencia y eficacia de los métodos de manejo poscosecha

### Instrucciones para organizar a los participantes e introducir la práctica

Una vez ubicados los participantes en el aula de clases, el instructor impartirá las siguientes instrucciones:

1. El relator de cada subgrupo presenta ante el resto del grupo, los cálculos obtenidos en la determinación de la eficiencia y eficacia de los métodos de manejo poscosecha de semillas de frijol, descritos en la hoja de trabajo 10.
2. El relator se responsabilizará de que todos los integrantes del grupo realicen los cálculos siguientes, basados en las hojas de trabajo de las prácticas 1, 2.1 y 2.2.
  - Humedad de la semilla de frijol en campo.
  - Pérdida de semilla dejada en el campo durante el arranque-corte, en kg.
  - Horas/hombre durante el proceso de arranque-corte.
  - Porcentaje de daño físico causado a la semilla durante la trilla, en kg.
  - Pérdida por descarte de vainas no trilladas por el método de trilla, en kg.
  - Horas/hombre durante el proceso de trilla.
  - Pérdida de semilla durante el proceso de limpieza, en kg.
  - Horas/hombre durante el proceso de limpieza.
  - Semilla pura obtenida después del proceso de selección, en kg.
  - Horas/hombre durante el proceso de selección.
  - Eficiencia en kg de semilla/hora durante la aplicación de los métodos de trilla, limpieza y selección.

**Ejercicio 2.1**

Hoja de trabajo 1

**Resultados obtenidos en la determinación de la eficiencia y eficacia de los métodos de poscosecha**

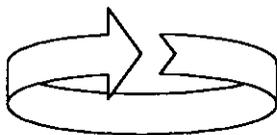
Parámetros	Actividades	Arranque		Trilla		Limpieza			Selección				
		CMA	CMM	TG	MT	VM	VT	BA	VN	MT	TZ	MZ	MM
1. % humedad de semilla en campo													
2. Pérdida de semillas en kg durante todo el proceso.													
3. % de daño físico durante la trilla, en kg.													
4. % semilla pura obtenida después de la selección													
5. Horas/hombre en las diferentes etapas del proceso.													
6. Eficiencia en kg de semilla/hora de todos los métodos.													

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **Ejercicio 2.1 Información de retorno**



Cada relator del grupo expone ante la audiencia los resultados obtenidos en la determinación de la eficacia y eficiencia de los métodos no convencionales de manejo poscosecha de semilla de frijol.

El instructor dirigirá una revisión de la evaluación del ejercicio y los resultados de las determinaciones realizadas, tomando como referencia las hojas de trabajo 10.

La síntesis de la información obtenida permitirá la discusión y revisión de los métodos y prácticas realizados.

El instructor destacará las ventajas y desventajas de cada método de cosecha y trilla evaluados y los relacionará con los niveles de humedad establecidos.

Además de comparar los métodos de manejo poscosecha, el instructor podrá comparar aspectos de costos operacionales y de los equipos utilizados.

En todos los casos el instructor hará énfasis en la importancia de obtener calidad de semilla de frijol, durante todo el proceso del manejo poscosecha, en sistemas no convencionales.

## Resumen de la Secuencia 2

La fase de poscosecha complementa la fase de campo o multiplicación. Las operaciones incluyen: arranque, trilla, limpieza, selección, secamiento, tratamiento y almacenamiento de las semillas.

Con los métodos de limpieza generalmente se usan las corrientes naturales de aire, mientras que con los de secamiento se utiliza especialmente el sol como fuente de energía.

En los sistemas no convencionales los agricultores realizan la selección manual de la semilla.

Las semillas secas y limpias se tratan con productos químicos para protegerlas del ataque de insectos y agentes patógenos, durante el almacenamiento y la siembra.

Un método de almacenamiento hermético de semillas de frijol de alta calidad en un lugar fresco y con una humedad máxima del 12% permite conservar las semillas, con pérdidas poco significativas en su calidad fisiológica.

La pureza y la germinación son dos pruebas básicas de calidad, que se pueden realizar en las condiciones y con los recursos propios de los agricultores.

## Evaluación final de conocimientos

### Orientaciones para el instructor

Al finalizar el estudio de la unidad de aprendizaje, el instructor realizará la evaluación final de conocimientos. El propósito de ésta es conocer el grado de aprovechamiento logrado por los participantes, o en qué medida se han cumplido los objetivos propuestos.

Una vez los participantes terminen la prueba, el instructor ofrecerá la información de retorno. Hay dos maneras de manejar esta información:

1. El instructor revisa las respuestas de los participantes, asigna un puntaje y devuelve la prueba a éstos. Inmediatamente conduce una discusión acerca de las respuestas. Esta fórmula se emplea cuando la intención del instructor es hacer una evaluación sumativa.
2. El instructor presenta las respuestas correctas a las preguntas, para que cada participante las compare con aquellas que él escribió. El participante se califica y el instructor recoge la información de los puntajes obtenidos por todo el grupo. Enseguida conduce una discusión sobre las respuestas dadas por los participantes, haciendo mayor énfasis en aquéllas en las cuales la mayoría de los participantes incurrieron en error. Esta fórmula se utiliza cuando la intención del instructor es hacer una evaluación formativa.

Tanto de una manera como de la otra, el instructor debe comparar el resultado obtenido en la exploración inicial de conocimientos con los de la evaluación final y de esta forma determinar el aprovechamiento general logrado por el grupo.

## Evaluación final de conocimientos

### Instrucciones para el participante

Esta evaluación contiene una serie de preguntas relacionadas con diferentes aspectos de la unidad de aprendizaje cuyo estudio usted ha terminado. Tiene por objeto conocer el nivel obtenido en el logro de los objetivos y estimar el progreso alcanzado por los participantes durante la capacitación.

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

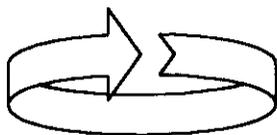
Especifique frente a cada uno de los siguientes enunciados si son Falsos (F) o Verdaderos (V).

Una vez termine la prueba consérvela y compare sus respuestas con la información que dará el Instructor.

- |   | F                        | V                        |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. En los sistemas no convencionales uno de los métodos utilizados para estimar la humedad de la semilla es el de la uña. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. El sistema de trilla que menos daño causa a la semilla es la mesa trilladora.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. El método del venteado tradicional para la limpieza de la semilla utiliza una aspersora de motor.                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. En la selección manual los agricultores separan semillas partidas, arrugadas, enfermas, decoloradas y otras.           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. El almacenamiento de las semillas de frijol incluye desde la fase de secamiento hasta el envasado de la semilla.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- |   | <b>F</b>                 | <b>V</b>                 |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 6. La magnitud de los daños físicos causados a las semillas durante la trilla depende sólo del contenido de humedad.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. La humedad óptima de la semilla para realizar el trillado es la superior al 20%.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. En el punto de madurez fisiológica la semilla alcanza su máximo vigor, su máxima germinación y un alto nivel de humedad.                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. En el arranque manual las plantas se pueden arrancar con raíz o cortar a nivel del tallo.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. En el análisis de pureza se obtiene la semilla pura de frijol separando los contaminadores como la materia inerte, semillas de malezas y de otros cultivos. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

## Evaluación final de conocimientos - Información de retorno



Cuando los participantes terminen la evaluación final, el instructor les hará conocer las respuestas y permitirá la discusión de todas las alternativas posibles que se puedan aplicar a las diferentes regiones.

Pregunta	Respuesta
1.	V
2.	V
3.	F
4.	V
5.	F
6.	F
7.	F
8.	V
9.	V
10.	V

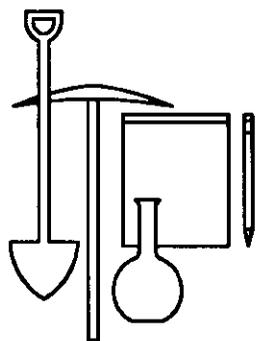
# Anexos

## Anexos

	Página
Anexo 1. Recursos necesarios. ....	A-5
Anexo 2. Evaluación del evento de capacitación .....	A-7
Anexo 3. Evaluación del desempeño de los instructores .....	A-8
Anexo 4. Sistemas de producción de semillas para pequeños agricultores. ....	A-10
Anexo 5. Guía para el establecimiento de las parcelas para las prácticas de la humedad de la semilla, el arranque y la trilla en el campo. ....	A-15
Anexo 6. Evaluación de plántulas de frijol en ensayos de germinación. ....	A-16
Anexo 7. Diagrama de los equipos. ....	A-26
Anexo 8. Principios básicos del secado de la semilla. ....	A-38
Anexo 9. El almacenamiento de la semilla. ....	A-39
Anexo 10. Lecturas recomendadas. ....	A-46
Anexo 11. Diapositivas que complementan la unidad . ....	A-47
Anexo 12. Transparencias para el uso del instructor. ....	A-51

## Anexo 1 Recursos necesarios

### Recursos necesarios



Para el desarrollo de la unidad se necesitan los recursos siguientes:

Recursos	Cantidades		
	Participantes	Instructores	Total
Formulario de exploración de expectativas de aprendizaje	25	1	26
Evaluación inicial	25	1	26
Respuestas a la evaluación inicial	-	1	1
Diapositivas	-	-	-
Transparencias	-	-	-
Proyector de diapositivas	-	1	1
Bombillo de repuesto del proyector	-	1	1
Carruseles de 80 diapositivas	-	2	2
Proyector de transparencias	-	1	1
Papelógrafo	-	1	1
Papel para papelógrafo	-	100 hojas	100
Marcadores	-	6	6
Hojas con objetivos	25	1	26
Libretas	25	-	25
Lápices	25	1	26
Instrucciones de la práctica 1	5 (1 por grupo)	1	6
Hojas para evaluar las actividades de arranque y trilla	16	4	20
Machetes	4	-	4
Instrucciones de la práctica 2.1	4	1	5
Hojas para evaluar las actividades prácticas de limpieza y selección	32	8	40
Mesa trilladora	1	-	1
Varas, palos o garrotes	4	-	4

Recursos	Cantidades		
	Participantes	Instructores	Total
Instrucciones de la práctica 2.2	5 (1 por grupo)	1	6
Hojas para evaluar la estimación del tiempo de almacenamiento	8	2	10
Instrucciones del ejercicio 1	4	1	5
Hoja de resultados para determinar eficiencia y eficacia. Ejercicio 1	4	1	5
Diagramas de los equipos (ver Anexo 4)	200	8	208
Venteadora manual	1	-	1
Venteadora de madera o tubo	1	-	1
Balanza de 50 kg de capacidad	4	-	4
Termómetro de 100°C	8	2	10
Aspersora de motor	2	-	2
Lona (30 m <sup>2</sup> )	4	-	4
Zaranda	2	-	2
Tolva	1	-	1
Tolva con zarandas	1	-	1

Para las sesiones de aprendizaje se necesita un salón con capacidad para 30 personas.

Para las prácticas en el campo se requieren cuatro parcelas pequeñas de 10 x 10 m (Anexo 5).

Para las prácticas sobre beneficio de semillas se necesitan equipos para trillar, limpiar, secar, seleccionar, tratar y almacenar (ver hojas de trabajo).

## Anexo 2 Evaluación del evento de capacitación

### Instrucciones

Esta prueba es anónima y se ha diseñado para conocer su opinión sobre diversos aspectos de la organización y desarrollo del taller con el ánimo de mejorarlo en el futuro. Por lo tanto, agradecemos la sinceridad de sus respuestas.

Marque una X en la casilla correspondiente y totalice:

Aspectos a evaluar	Escala evaluativa				Total
	Excelente (3)	Bueno (2)	Regular (1)	Malo (0)	
<i>Evaluación de objetivos</i> 1.1 ¿Cumplió sus necesidades y expectativas?	—	—	—	—	—
<i>Información de contenidos</i> 2.1 ¿Llenó los requisitos de aprendizaje que usted esperaba?	—	—	—	—	—
<i>Evaluación de la metodología empleada</i> 3.1 Charla y/o conferencias	—	—	—	—	—
3.2 Prácticas en el campo y galpón	—	—	—	—	—
3.3 Tablas	—	—	—	—	—
3.4 Guías o instructivos para realizar prácticas	—	—	—	—	—
3.5 Tablas evaluativas	—	—	—	—	—
3.6 Trabajos en grupo	—	—	—	—	—
¿Lo aprendido es aplicable a sus labores?	—	—	—	—	—
¿Cómo considera la organización de esta unidad?	—	—	—	—	—

Observaciones y sugerencias: \_\_\_\_\_

Gran total: \_\_\_\_\_

Promedio: \_\_\_\_\_

## Anexo 3 Evaluación del desempeño de los instructores

Nombre del instructor: \_\_\_\_\_

### Instrucciones

A continuación aparece una serie de juicios que describen comportamientos que pudo o no haber demostrado el instructor.

Le rogamos que exprese sus opiniones sobre el instructor mencionado arriba; marque una X frente a cada uno de los juicios que según su criterio lo describen.

Marque la X en la columna "SI" cuando usted esté seguro de que ese comportamiento estuvo presente en la conducta del instructor. Marque NA (No Aplica) cuando no lo haya podido observar, o cuando no esté seguro de haberlo observado.

#### 1. Organización y claridad

	SI	NO	NA
• Presenta las ideas claramente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Es preciso al formular un concepto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Explica la metodología de trabajo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Coloca el énfasis donde es adecuado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Resume y presenta buenos ejemplos e ilustraciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 2. Organización y claridad

• Estimula la participación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Muestra seguridad en sí mismo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Se muestra dinámico ante los participantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Mantiene el entusiasmo en el grupo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hace invitaciones a la acción del participante	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	SI	NO	NA
<b>3. Dominio del tema</b>			
• Es preciso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Dirige a los estudiantes hacia el empleo de información útil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Responde las preguntas de la audiencia con facilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>4. Habilidades de interacciones</b>			
• Orienta a los asistentes para que participen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Usa estrategias (chistes o comentarios) para descongelar la audiencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Mantiene su atención en la audiencia en forma permanente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Se dirige a cada participante por su nombre propio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Muestra aprecio y respeto por los participantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>5. Dirección de la práctica</b>			
• Prepara adecuadamente el sitio de las prácticas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Demuestra paso a paso la manera de realizar la práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Supervisa atentamente la práctica de cada uno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Creo que aprendí a través de esta práctica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Anexo 4 Sistemas de producción de semillas para pequeños agricultores (adaptado de Camargo *et al*, 1989)<sup>1</sup>

Las experiencias de América Latina, África y otras regiones en desarrollo, nos enseñan que los sistemas de producción y distribución de semillas se pueden clasificar en tres grandes categorías:

1. Tradicionales
2. Convencionales
3. No convencionales

### Sistemas tradicionales

En este sistema el agricultor produce su propio material de siembra, o lo obtiene de agricultores vecinos o de zonas aledañas, a través de mecanismos que usualmente no implican desembolso de dinero, como por ejemplo, el intercambio de semilla por otros bienes o por trabajo comunitario.

Como ejemplos de las prácticas que se pueden recomendar para mejorar la calidad de la semilla en los sistemas tradicionales mencionaremos las siguientes:

- Eliminación de plantas enfermas y/o atípicas (selección negativa), y/o cosecha separada de plantas sanas y vigorosas (selección positiva).
- Cosecha oportuna, lo más próxima posible a la época de maduración fisiológica de la semilla, para evitar su deterioro en el campo.
- Secado natural o artificial de las semillas inmediatamente después de la cosecha.
- Almacenamiento de la semilla en lugares frescos, ventilados, protegidos contra insectos, pájaros y roedores.

La aplicación de estas y otras recomendaciones en sistemas de producción tradicionales capacitará a los pequeños agricultores para aprovechar más eficientemente el potencial genético, tanto de los genotipos criollos que ellos generalmente cultivan como de las nuevas variedades generadas por los centros de investigación.

<sup>1</sup> CAMARGO, C.P.; C. BRAGANTINI; A. MONARES. 1989. Sistemas de producción de semillas para pequeños agricultores: una visión no convencional. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Unidad de Semillas. 12p.

## **Sistemas convencionales**

Los productores de semilla de los sistemas convencionales se caracterizan por su capacidad económica para realizar inversiones de apreciable magnitud en infraestructura física, máquinas y equipos, de acuerdo con sus necesidades y las exigencias contenidas en los reglamentos oficiales sobre semillas. Poseen personal calificado y en muchos casos se organizan en asociaciones. Para ellos, el objetivo esencial del proceso de producción es la obtención de ganancias, condición necesaria para su supervivencia como empresa.

Los sistemas convencionales operan apoyados por una compleja red de instituciones públicas y privadas que realizan funciones de investigación, asistencia técnica, certificación, crédito y otras que les permiten producir y comercializar su semilla como un negocio relativamente estable y autosostenido. Todo este esquema de ayuda institucional se basa en la premisa de que las empresas productoras de semillas desempeñan un papel estratégico como transferidoras de tecnologías, contribuyendo a incrementar la producción, la productividad y el abastecimiento de alimentos.

## **Sistemas no convencionales**

En los sistemas no convencionales los agricultores desarrollan estrategias de producción y distribución de material de siembra con características cualitativas que se aproximan a las del sistema convencional, pero siguen normas, reglamentos y patrones más adecuados a su realidad. La calidad de la semilla que se origina en estos sistemas es siempre superior a los granos o materiales vegetativos comunes que utiliza la mayoría de los pequeños agricultores, y debe ser igual o mejor que la calidad de la semilla producida mediante los sistemas convencionales.

Más que un sistema único con características específicas, los sistemas no convencionales comprenden una amplia gama de esquemas de producción y distribución, que han surgido para satisfacer la necesidad de material de siembra de buena calidad en regiones desatendidas por los programas de certificación, o en áreas en las que el establecimiento de estos programas no resulta viable.

Los sistemas no convencionales de producción de semilla ofrecen grandes ventajas en las zonas de pequeños agricultores. En primer lugar, los estándares técnicos, menos exigentes, permiten aplicar esquemas de producción acordes con las peculiaridades socioeconómicas de los agricultores y con el nivel de desarrollo de cada región. En segundo término, los pequeños volúmenes de semillas que usualmente se producen permiten realizar un control de calidad más efectivo y requieren inversiones en equipos e instalaciones que se ajustan más al alcance de la

limitada capacidad económica de dichos agricultores. En tercer lugar, los casos más exitosos de sistemas no convencionales que se conocen se basan en el aprovechamiento de la capacidad de innovación y en el espíritu asociativo de las comunidades rurales.

Además de lo anterior, las características distintivas de los sistemas no convencionales son su flexibilidad institucional y el papel crucial que juegan en ellos las organizaciones de carácter asociativo. Estas características los hacen especialmente apropiados para regiones en desarrollo con gran diversidad de condiciones agroclimáticas, sistemas productivos, niveles tecnológicos, desarrollo institucional y valores culturales. En ausencia de una organización asociativa los pequeños productores progresistas pueden también producir y comercializar individualmente sus semillas bajo estos sistemas.

### Organización de sistemas no convencionales

Dada su complejidad, no existe un esquema único que se pueda aplicar para la organización de un sistema no convencional de producción de semilla. La finalidad de estos sistemas es atender a las exigencias particulares de cada país, región y comunidad de tal forma que se satisfagan las necesidades de los campesinos.

Algunos ejemplos exitosos de estos sistemas demuestran que al adoptarlos los agricultores intentan superar algunos de los siguientes obstáculos:

- La falta de semilla en la región.
- Las pérdidas constantes de cultivos, por mala calidad de la semilla.
- Los altos precios de la semilla disponible.
- La estructura agraria de la región, compuesta de pequeños agricultores.
- El desinterés de la iniciativa privada para actuar en la región.

Para resolver estos problemas es más efectivo trabajar en organizaciones asociativas, donde inicialmente se selecciona un pequeño número de agricultores progresistas que actuarán como multiplicadores de semilla.

En esta fase, la iniciativa de los líderes locales es esencial para llevar adelante las siguientes actividades:

- Efectuar los trabajos de preparación del suelo y de siembra, en forma individual o asociativa.
- Construir una pequeña infraestructura rústica que sirva como punto de convergencia de las cosechas y facilite el control interno de calidad.
- Solicitar a las entidades oficiales capacitación y asistencia técnica sobre el manejo de la semilla.
- Legalizar la asociación o cooperativa ante el servicio y/o la División de Semillas del país.
- Adoptar una marca para la semilla que va a ser comercializada.

Estas y otras acciones se pueden realizar simultáneamente o a medida que el trabajo avance. Para facilitarlas, los Programas de Certificación deberán adoptar una filosofía de trabajo más flexible, cuyas actividades sirvan más para brindar orientación que para hacer fiscalización.

### Formas de operación de los sistemas no convencionales

Los sistemas no convencionales siguen normas menos rígidas que las adoptadas por los Programas de Certificación u otros sistemas. Con base en ellas los agricultores participantes ejecutan actividades que, por sus características especiales de control de calidad aplicadas a pequeños volúmenes, pueden llegar a producir un material de siembra de tan buena calidad como el de los sistemas convencionales. Algunas actividades propias de estos sistemas son:

A nivel de campo:

- Siembra de semilla criolla, comercial y básica de variedades recomendadas por la investigación y que gozan de la aceptación de los agricultores;
- Eliminación de los residuos de cultivos del año anterior;
- Erradicación de plantas enfermas y atípicas;
- Utilización de otros insumos y riego (cuando están disponibles);
- Cosecha en época próxima a la madurez fisiológica;
- Secamiento y trilla adecuados;

- Almacenamiento en lugares frescos y ventilados;
- Abastecimiento de semilla dentro y fuera de la región.

Además de estas actividades, se recomienda que el establecimiento de un sistema no convencional (Proyecto Piloto) se inicie o se complemente con las siguientes gestiones:

- Diagnosticar la calidad de la semilla sembrada en cada zona agroecológica.
- Establecer programas generales de capacitación en tecnología de semilla dirigidos a los sistemas no convencionales, para proveer asistencia técnica especializada (ATE) a los productores de semilla.
- Establecer programas de capacitación a extensionistas, para ofrecer asistencia técnica común (ATC) a los agricultores productores de granos, raíces o tubérculos.
- Establecer programas de capacitación para agricultores, con el fin de demostrar las ventajas del uso de semilla de buena calidad.
- Buscar acceso a la producción de semilla básica y certificada en volúmenes suficientes para suministrarla a los agricultores seleccionados como productores de semillas.
- Realizar actividades de divulgación en las áreas circunvecinas a los proyectos pilotos, para crear una demanda efectiva de semilla (efecto multiplicador del sistema no convencional).

## Anexo 5 Guía para el establecimiento de las parcelas para las prácticas de la humedad de la semilla, el arranque y la trilla en el campo

- ✓ Defina la fecha exacta en que se realizará la práctica.
- ✓ Siembre cuatro parcelas de 10 x 10 m con una variedad arbustiva de maduración uniforme, para que cuando se realice la práctica se encuentre a mitad de la etapa R9.
- ✓ Separe las parcelas con calles de 1 m, según lo ilustra el diagrama 1.
- ✓ Ocho (8) días después de sembradas las cuatro parcelas, siembre otra parcela de un área de 5 x 4 m con la misma variedad arbustiva, para las prácticas de estimación del punto de madurez fisiológica, según lo ilustra el diagrama 2.

DIAGRAMA 1

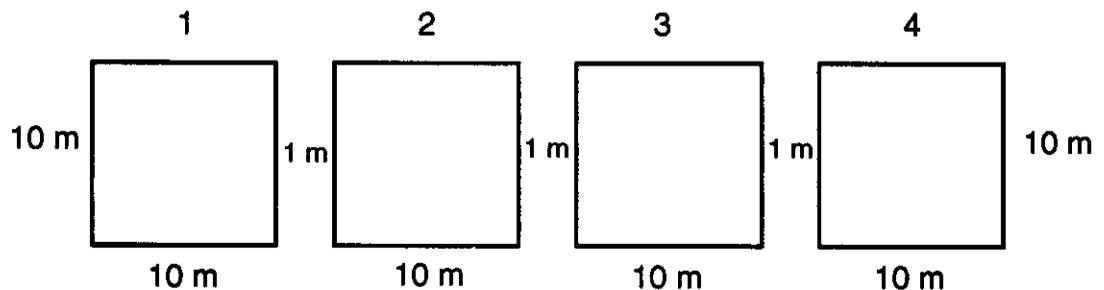
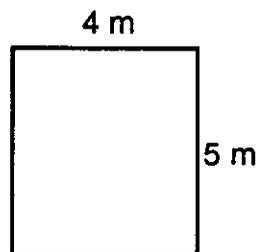


DIAGRAMA 2



## **Anexo 6 Evaluación de plántulas de frijol en ensayos de germinación (Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, 1980)<sup>2</sup>.**

**Adaptado del Manual para evaluación de plántulas**

### **Características generales de la semilla de frijol**

Una semilla es el resultado de la fertilización y maduración de un óvulo. Consta de un embrión que se desarrolla en plántula durante la germinación, de un tejido nutritivo en la mayoría de los casos, y de una cubierta protectora, la testa, que recubre a ambos.

Todas las estructuras esenciales de la plántula proceden de los tejidos que se diferencian durante el desarrollo del embrión de la semilla.

La diferenciación puede definirse como el proceso durante el cual se modifica la forma o función interna y externa de las células y grupos de éstas forman tejidos especializados u órganos. El grado de diferenciación del embrión en el momento de la cosecha varía según la especie. En las semillas maduras de frijol (*Phaseolus vulgaris*), el embrión está altamente diferenciado (Figura A.6.1).

El embrión en frijol consiste en un eje que sostiene lateralmente y hacia el extremo superior dos cotiledones. Termina en la plúmula, yema apical embrional envuelta por las hojas primarias. El extremo inferior del eje forma la radícula, raíz embrional con su meristemo recubierto de una capa de células protectoras.

El embrión de la semilla madura está recubierto de un tejido especial de almacenamiento llamado endospermo, tejido nutritivo que es consumido gradualmente por el embrión en crecimiento.

2/ INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO. 1980. Manual para evaluación de plántulas en análisis de germinación. Ministerio de Agricultura. Dirección General de la Producción Agraria. Madrid, España. p. 4-28, 86-93

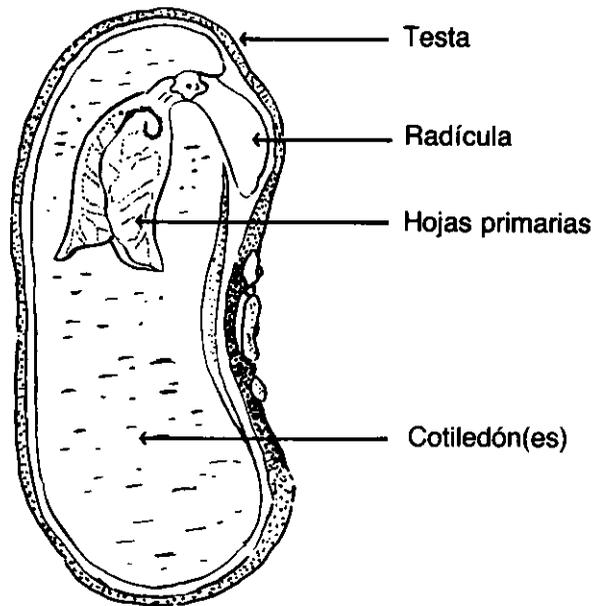


Figura A.6.1 Embrión de la semilla de frijol mostrando las estructuras esenciales.

## Generalidades sobre germinación y desarrollo de plántulas de frijol

Las semillas viables generalmente comienzan a germinar cuando se les sitúa en condiciones adecuadas de humedad, temperatura, oxígeno y en algunos casos de luz. En primer lugar las semillas absorben agua, los tejidos se hinchan y la cubierta seminal se vuelve blanda y elástica. Lo primero que germina es la raíz primaria, la cual atraviesa la cubierta seminal y se alarga con rapidez; los pelos radicales son abundantes, por lo general, desde los primeros estados de desarrollo. Posteriormente se forman las raíces secundarias. El desarrollo del sistema apical se produce a continuación. Los cotiledones son llevados por encima del suelo (germinación epígea) (Figura A.6.2).

Se define la germinación epígea como aquella en la cual los cotiledones y la yema son llevados por encima del nivel del suelo por alargamiento del hipocotilo.

- 1 Cotiledones
- 2 Epicotilo
- 3 Hipocotilo
- 4 Pecíolo
- 5 Hojas primarias
- 6 Raíz primaria
- 7 Raíces secundarias
- 8 Yema terminal

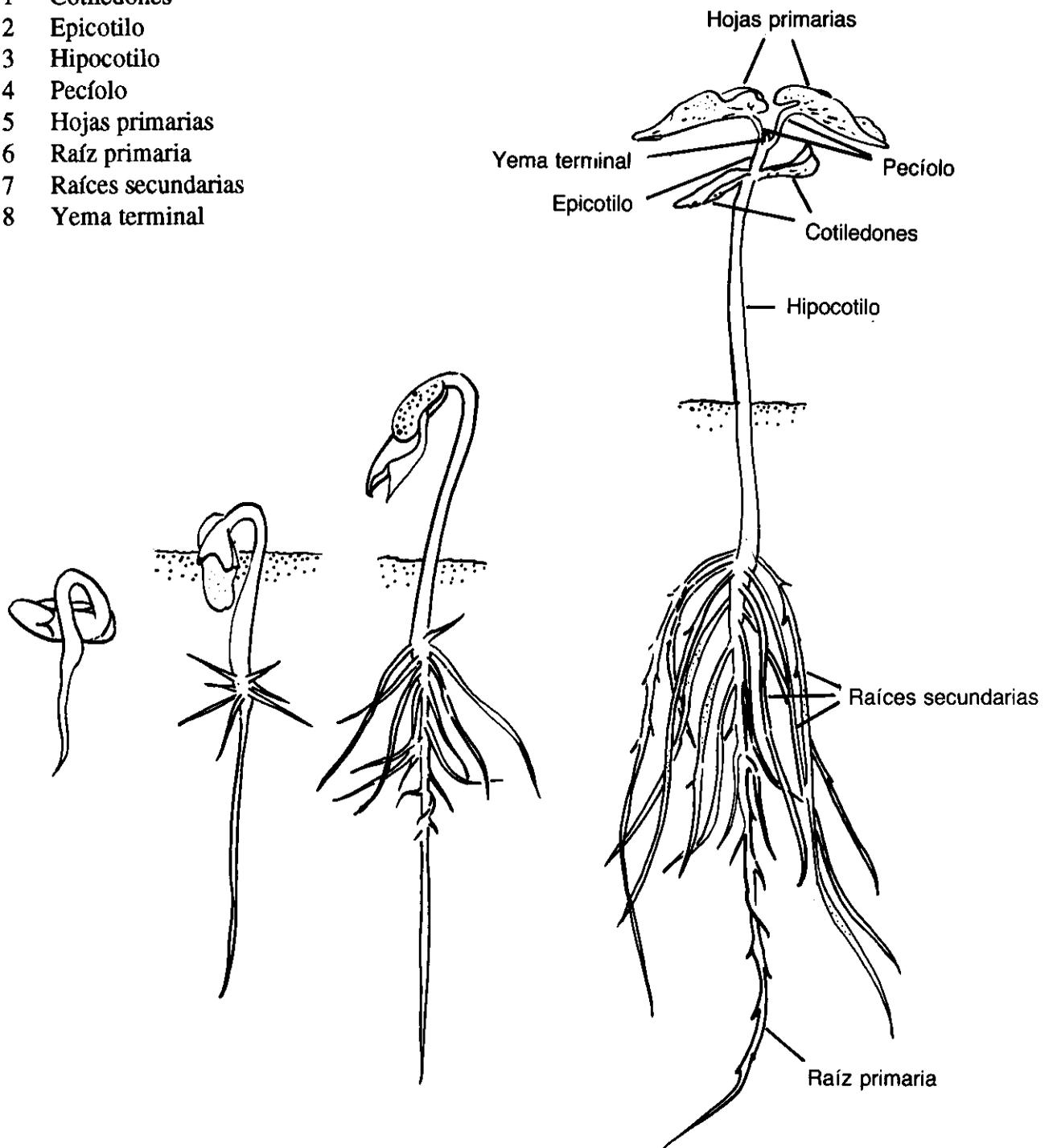


Figura A.6.2 Germinación epígea y estructuras esenciales de la plántula de frijol, *Phaseolus vulgaris*

## **Estructuras de la plántula de frijol a considerar en el ensayo de germinación.**

### **Sistema radicular**

El sistema radicular está formado por una raíz primaria, generalmente provista de pelos radicales y raíces secundarias, las cuales deben tenerse en cuenta en la evaluación de la plántula si la raíz primaria es defectuosa.

### **Raíz primaria**

La raíz primaria generalmente es blanca, delgada y de rápido alargamiento. Dispone de numerosos pelos radicales que aumentan sensiblemente la superficie de absorción.

### **Raíces secundarias**

Las raíces secundarias son, por lo general, toda raíz diferente a la raíz primaria; pueden ser raíces laterales o raíces adventicias.

### **Sistema apical**

El sistema apical consiste en un hipocotilo alargado, dos cotiledones y un epicotilo más o menos alargado, con dos hojas primarias desarrollándose alrededor de la yema terminal.

### **Hipocotilo**

El hipocotilo es la parte del eje de la plántula situada inmediatamente por encima de la raíz primaria y por debajo de los cotiledones. Los tejidos conductores del hipocotilo forman un eslabón vital entre la raíz, los cotiledones y el sistema apical, en relación con la transferencia de agua y sales en sentido ascendente y de materiales de reserva en sentido descendente.

### **Cotiledones**

Los cotiledones son los primeros órganos fotosintéticos de la joven plántula. La sustancia de reserva almacenada en los mismos es consumida rápidamente por la plántula en crecimiento, terminando así su función. De aquí que con frecuencia se encuentren marchitos antes del momento en que la plántula adquiere su estado de desarrollo, por consiguiente no deben tomarse en cuenta en la evaluación de la germinación de las plántulas.

**Epicotilo**

El epicotilo comprende la formación del eje de la plántula que va por encima de los cotiledones y por debajo del par de hojas primarias. Los tejidos conductores del epicotilo unen el sistema apical situado por encima de él, con los cotiledones, el hipocotilo y el sistema radicular situados por debajo del mismo.

**Hojas primarias**

Se denomina hojas primarias al primer par de hojas de la plántula. Los cotiledones después de la germinación pierden pronto su función fotosintética, la cual es realizada por las hojas primarias que son decisivas para la joven plántula de frijol.

**Yema apical o terminal**

La yema apical o terminal es el brote apical envuelto por varias hojas más o menos diferenciadas. Es el principal punto de desarrollo del eje de la plántula.

### **Evaluación de plántulas de frijol durante el ensayo de germinación**

#### **Metodología del ensayo de germinación**

En el ensayo de germinación se evalúa si la plántula es o no normal, es decir, si es capaz de producir una planta normal cuando se siembra y cultiva en condiciones favorables en el suelo. No solamente se evalúan las plantas consideradas como un todo, sino que también se examina individualmente cada una de las estructuras esenciales desarrolladas durante el período para el ensayo prescrito en la Tabla 5A de las Reglas Internacionales para los Ensayos de Semillas - ISTA. Esta tabla describe los métodos de germinación; en frijol *Phaseolus vulgaris* son los siguientes:

Sustrato y/o arena(s)	Temperatura °C	Conteos (Días)	
		1 <sup>ro</sup>	2 <sup>do</sup>
Entre papel (B.P.) y/o arena	20-30; 25; 20	5	9

En otras palabras, el ensayo de germinación en frijol tiene una duración de 9 días, con un conteo intermedio al 5º día, cuando se le sitúa en un sustrato de papel, con temperaturas alternas de 30°C por 8 horas y 20°C por 16 horas, o temperaturas estables de 25°C ó 20°C; condiciones dadas solamente en un laboratorio de control de calidad de semillas.

En el caso de utilizar arena como sustrato, con temperaturas promedio de 25°C, se realiza un solo conteo a los nueve días de finalizado el ensayo.

Esta última metodología es la recomendada para los ensayos de germinación en sistemas de producción no convencional de semillas, donde las temperaturas ambientales varían entre 20°C y 30°C.

## Evaluación de plántulas

Una plántula normal tal y como se define en las reglas de ISTA, es aquella que presenta capacidad para continuar su desarrollo hasta llegar a ser una planta normal cuando se cultiva en suelo de buena calidad en condiciones favorables de humedad, temperatura e iluminación.

### Plántula normal

La experiencia y los ensayos comparativos han demostrado que no sólo las plántulas intactas, en las cuales las partes esenciales están sanas, completas y bien formadas, son capaces de producir una planta normal en condiciones favorables, sino que ciertos leves defectos no impiden que la plántula se desarrolle hasta convertirse en una planta normal.

También se hace una excepción para las plántulas que hayan adquirido una infección procedente de una fuente externa, como por ejemplo de otra plántula afectada (infección secundaria).

Por tanto, se clasifican como normales tres categorías de plántulas:

- Plantas intactas
- Plántulas con ligeros defectos
- Plántulas con infección secundaria

Una plántula normal de frijol en un ensayo de germinación es aquella que posee:

### *Sistema radicular*

*Con una raíz primaria intacta o sólo con ligeros defectos*

P. ej:

- decoloración o mancha necróticas

- grietas o hendiduras cicatrizadas
- grietas o hendiduras de poca profundidad

También se clasifican como normales aquellas plántulas que teniendo la raíz primaria defectuosa, han desarrollado un número mayor de tres raíces secundarias normales.

**Sistema apical**

- Un hipocotilo y un epicotilo intactos o sólo con ligeros defectos*

P. ej:

- decoloración o manchas necróticas
- grietas, hendiduras o roturas cicatrizadas
- grietas o hendiduras de poca profundidad
- ligeros retorcimientos

Los cotiledones no deben tomarse en cuenta en la evaluación de las plántulas, ya que frecuentemente se encuentran marchitos antes de finalizar el ensayo de germinación.

- Las hojas primarias intactas, o sólo con ligeros defectos*

P. ej:

- menos de la mitad del área foliar no funcional

- Yema terminal intacta*

- A nivel de plántula todas las estructuras esenciales normales, tal y como se han descrito.*

**Plántula anormal**

Tal y como se define en las Reglas de ISTA, una plántula anormal es aquella que no presenta capacidad para desarrollarse hasta llegar a ser una planta normal cuando crece en el suelo en condiciones favorables, debido a que tiene una o más de sus estructuras esenciales irreparablemente defectuosas. Se pueden distinguir tres grandes grupos de plántulas anormales:

*Plántulas dañadas*

Plántulas dañadas son aquellas que carecen de alguna estructura esencial, debido a daños producidos al embrión de la semilla por causas externas, tales como procesamiento mecánico, calor, sequía o insectos.

*Plántulas deformes o desequilibradas*

Las plántulas deformes o desequilibradas son aquellas con un desarrollo débil o desequilibrado, debido a alteraciones internas de carácter fisiológico-bioquímico, causadas frecuentemente por influencias externas previas, tales como condiciones desfavorables en el crecimiento de la planta madre, condiciones adversas durante la maduración de la semilla, recolección prematura, efectos de herbicidas o pesticidas, inadecuados procedimientos de limpieza o condiciones inadecuadas durante el almacenamiento.

En algunos casos puede ser el resultado de la constitución genética, o del envejecimiento natural de la semilla.

*Plántulas podridas y/o enfermas*

Plántulas con alguna de las estructuras esenciales enferma o podrida, como consecuencia de una infección primaria, que impide el normal desarrollo.

Una planta anormal de frijol en un ensayo de germinación es aquella que presenta:

- Un sistema radicular con una raíz primaria defectuosa e insuficientes raíces secundarias defectuosas.*

P. Ej:

raíz primaria:

- raquílica, o mazuda
- atrofiada
- ausente
- rota
- hendida desde el extremo
- con constricción
- curvada
- ahilada

- atrapada en la cubierta seminal
- con geotropismo negativo
- vítrea
- podrida, como resultado de una infección primaria

□ *Sistema apical*

Hipocotilo o epicotilo defectuosos

P. ej:

- ausentes, o cortos y gruesos
- agrietados profundamente, o rotos
- con hendidura longitudinal
- con constricción
- curvados, o formando un lazo
- estrechamente retorcidos, o formando una espiral
- ahilados
- vítreos
- podridos, como resultado de una infección primaria

Hojas primarias defectuosas en una extensión tal que más del 50% de la superficie (o superficie estimada) no funciona normalmente.

P. ej:

- rizadas, o con otro tipo de deformación similar
- dañadas
- separadas, o ausentes
- decoloradas, o necróticas
- de un tamaño inferior a 1/4 del normal
- podridas, como resultado de una infección primaria.

Yema terminal defectuosa o ausente

□ *A nivel de plántula*

Una o varias de las estructuras esenciales anormales como han quedado descritas, o con el desarrollo normal impedido debido a que la plántula, considerada como un todo, es defectuosa.

P. ej:

plántula:

- deforme
- fracturada
- cotiledones emergiendo antes que la raíz
- dos plántulas fusionadas
- amarilla o blanca
- ahilada
- vítrea
- podrida, como resultado de una infección primaria

**Semillas no germinadas**

Las semillas no germinadas son aquellas que al finalizar el ensayo de germinación no han presentado emergencia de ninguna de sus estructuras esenciales.

P. ej:

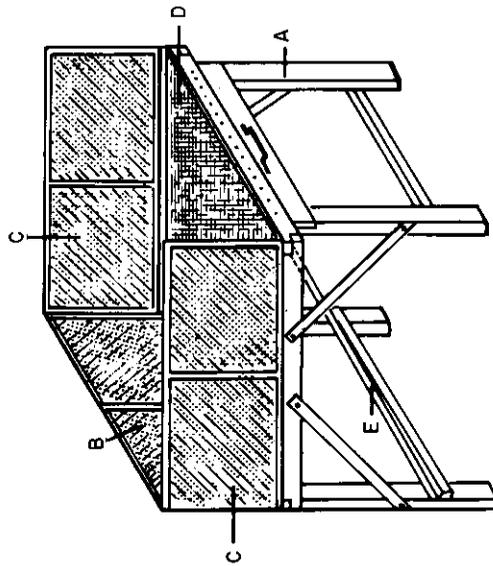
- semillas duras y/o muertas
- semillas podridas, como resultado de una infección primaria

## **Anexo 7 Diagramas de los equipos**

En las páginas siguientes se presentan los planos de:

- **Mesa trilladora**
- **Bandeja de malla para prelimpieza (zaranda de prelimpieza) y bandeja de malla para secamiento (zaranda secadora)**
- **Venteadora manual**
- **Tratadora**
- **Silo metálico**
- **Consola para selección de semilla (tolva de selección manual)**

# MESA TRILLADORA

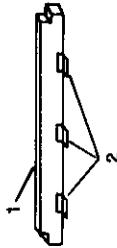


- A- Parte delantera
- B- Parte trasera
- C- Partes laterales
- D- Zaranda superior
- E- Zaranda inferior

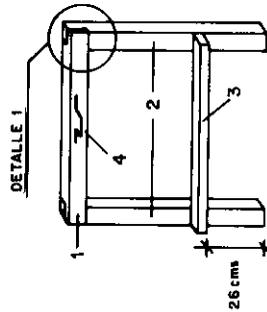
## A - Parte delantera



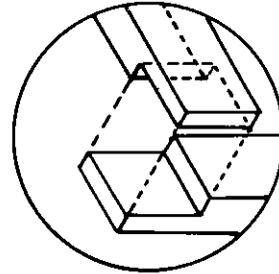
1. listón en madera 2 x 2 x 10 cm



1. listón en madera 4 x 8 x 10 cm  
2. bisagras 75 mm



1. listón en madera 4 x 8 x 90 cm  
2. listón en madera 4 x 8 x 76 cm  
3. listón en madera 3 x 4 x 86 cm  
4. manija



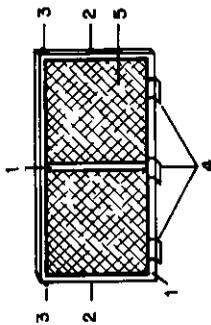
DETALLE 1

CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS

Mesa trilladora

1/3

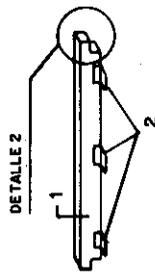
**B- Parte trasera**



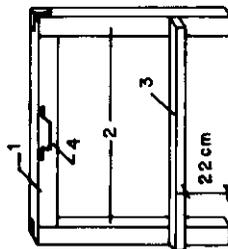
- 1. listón en madera 2 x 2 x 100 cm
- 2. listón en madera 2 x 2 x 48 cm
- 3. alidaba
- 4. bisagras 50 mm
- 5. panel en cabuya



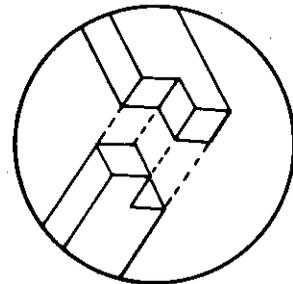
- 1. listón en madera 2 x 4 x 100 cm



- 1. listón en madera 4 x 8 x 100 cm
- 2. bisagras 75 mm

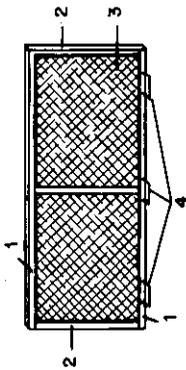


- 1. listón en madera 4 x 8 x 100 cm
- 2. listón en madera 4 x 8 x 90 cm
- 3. listón en madera 3 x 4 x 100 cm
- 4. manija



DETALLE 2

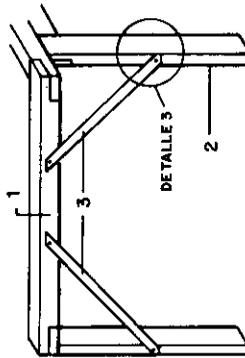
**C- Parte lateral**



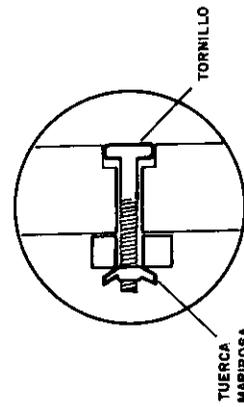
- 1. listón en madera 2 x 2 x 120 cm
- 2. listón en madera 2 x 2 x 50 cm
- 3. panel en cabuya
- 4. bisagras 75 mm



- 1. listón en madera 2 x 2 x 120 cm

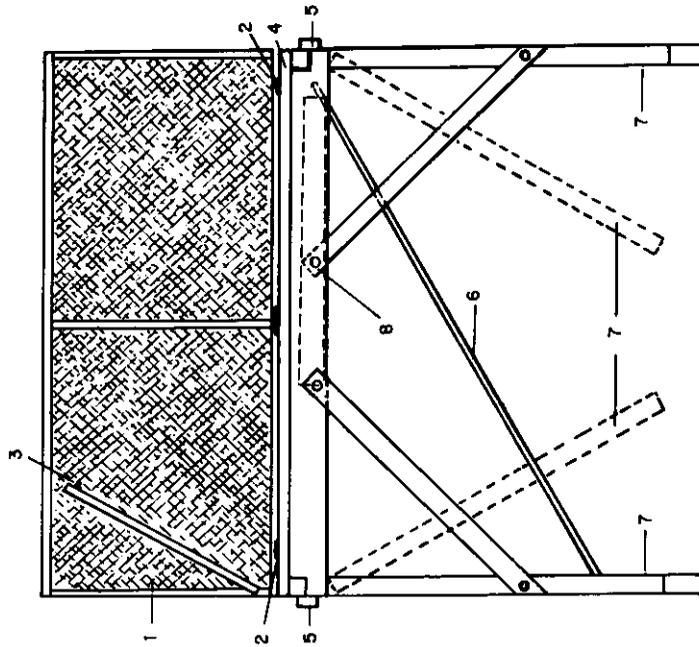


- 1. listón en madera 4 x 8 x 120 cm
- 2. listón en madera 4 x 8 x 90 cm
- 3. listón en madera 2 x 4 x 65 cm



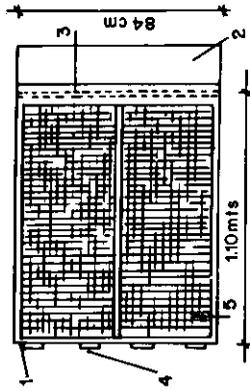
DETALLE 3

Vista lateral



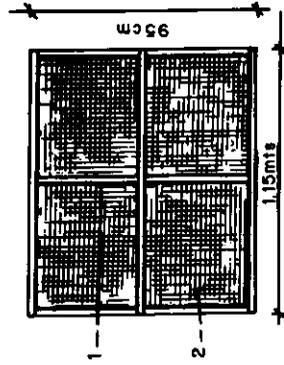
1. panel en cabuya
2. bisagras
3. aldaba
4. zaranda superior
5. manija
6. zaranda inferior
7. patas
8. tornillos

E- Zaranda inferior



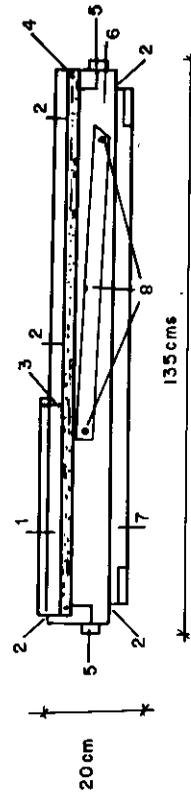
1. marco en madera 2 x 4 cm
2. tabla en madera 4 x 20 x 84 cm
3. unión en caucho
4. bisagras
5. malla de alambre 4 x 4

D- Zaranda superior



1. marco en ángulo de hierro 1"
2. malla de alambre, cal. 14, 3 x 3

Vista lateral - Mesa doblada

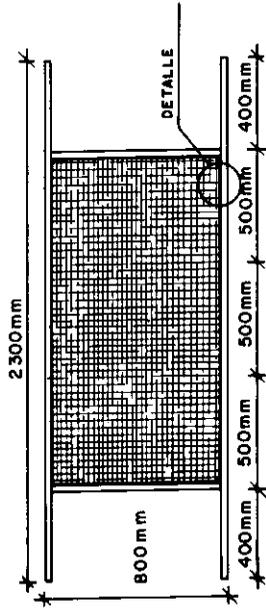
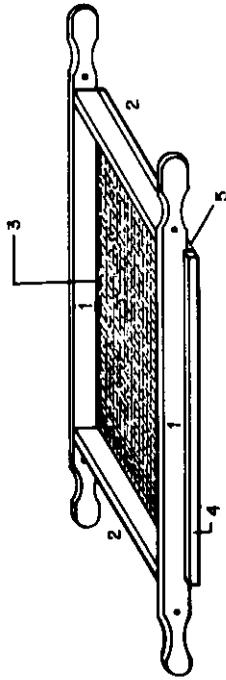


CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS

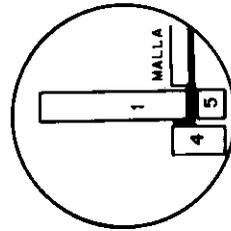
Mesa trilladora

3/3

**ZARANDA**

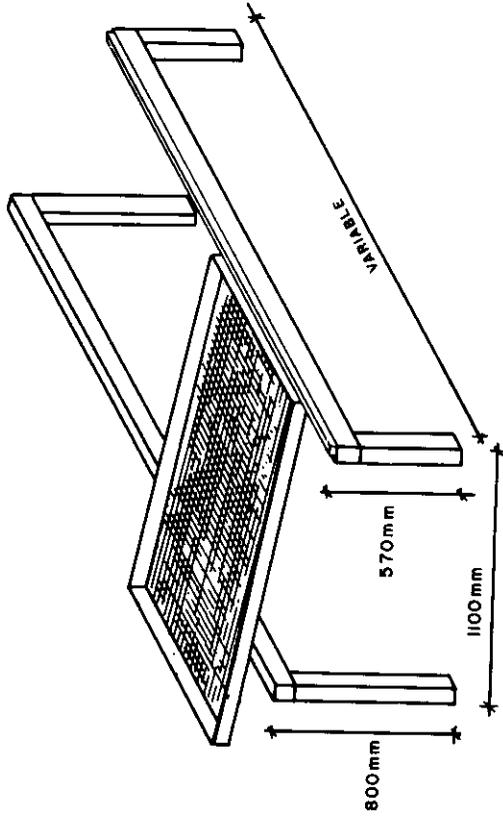


Planta



DETALLE

**SECADORA**



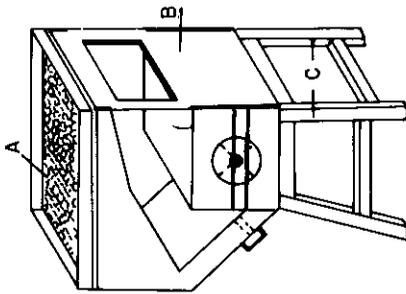
1. listón en madera 20 x 100 x 2300 mm
2. listón en madera 20 x 100 x 800 mm
3. malla de alambre 4 x 4 ó 2 x 2
4. listón en madera 20 x 35 x 1500 mm
5. listón en madera 20 x 20 x 1500 mm

CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS

Zaranda secadora

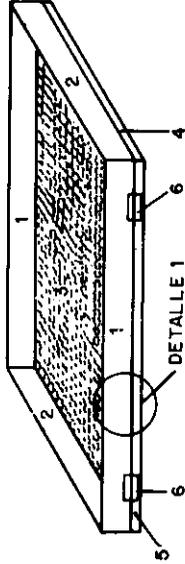
1/1

# VENTEADORA MANUAL

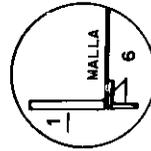


- A- Zaranda desbrozadora
- B- Ventilador
- C- Base

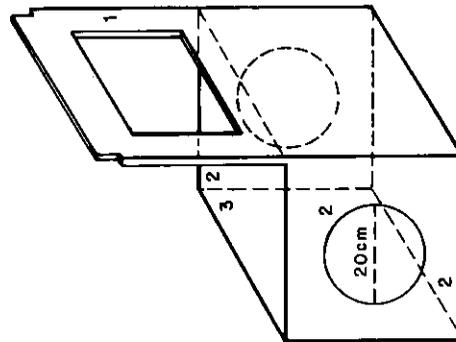
## A- Zaranda desbrozadora



- 1. listones en madera 1 x 8 x 80 cm
- 2. listones en madera 1 x 8 x 40 cm
- 3. malla de alambre 2 x 2
- 4. listones en madera 5 x 2 x 40 cm
- 5. listones en madera 5 x 2 x 80 cm
- 6. bisagras

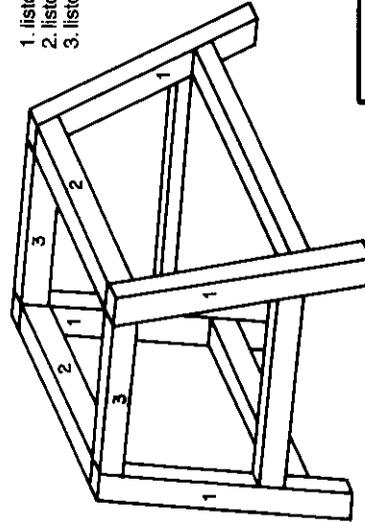


DETALLE 1



- 1. tabla en madera 1 x 40 x 80 cm
- 2. tabla en madera 1 x 40 x 40 cm
- 3. tabla en madera 1 x 22 x 40 cm

B- Ventilador



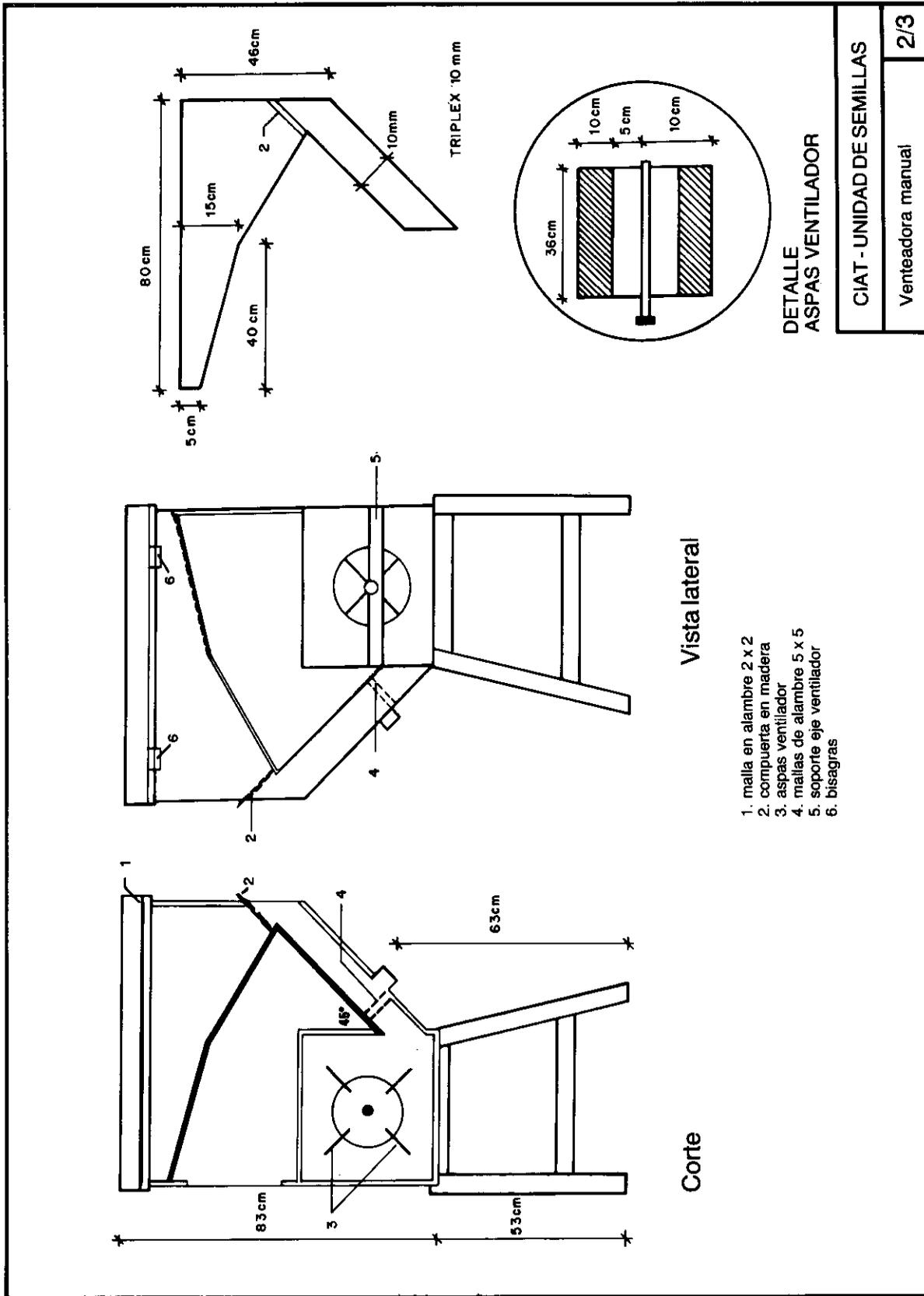
C- Base

- 1. listones en madera 3.5 x 5.5 x 55 cm
- 2. listones en madera 3.5 x 5.5 x 45 cm
- 3. listones en madera 3.5 x 5.5 x 40 cm

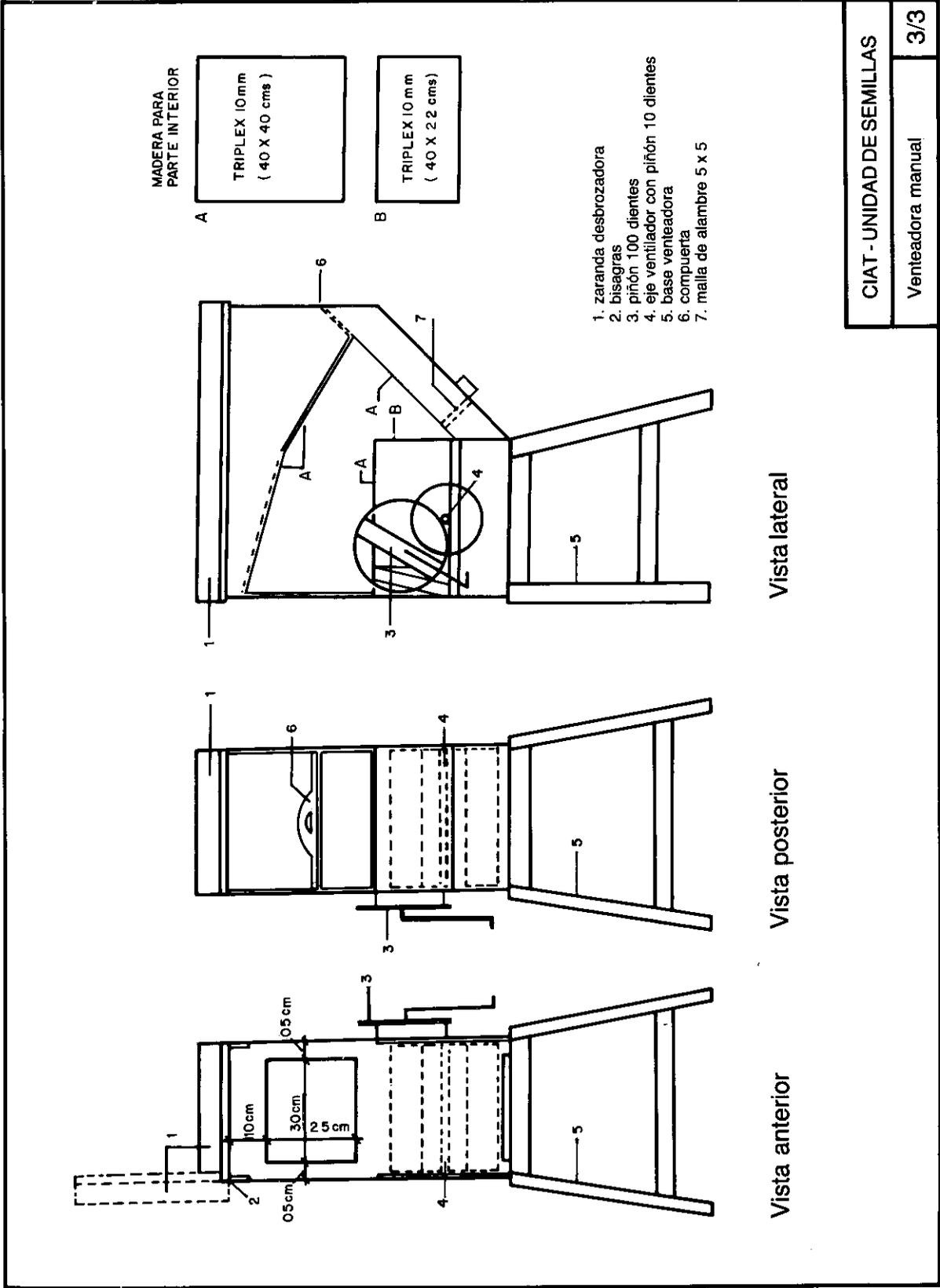
CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS

Venteadora manual

1/3

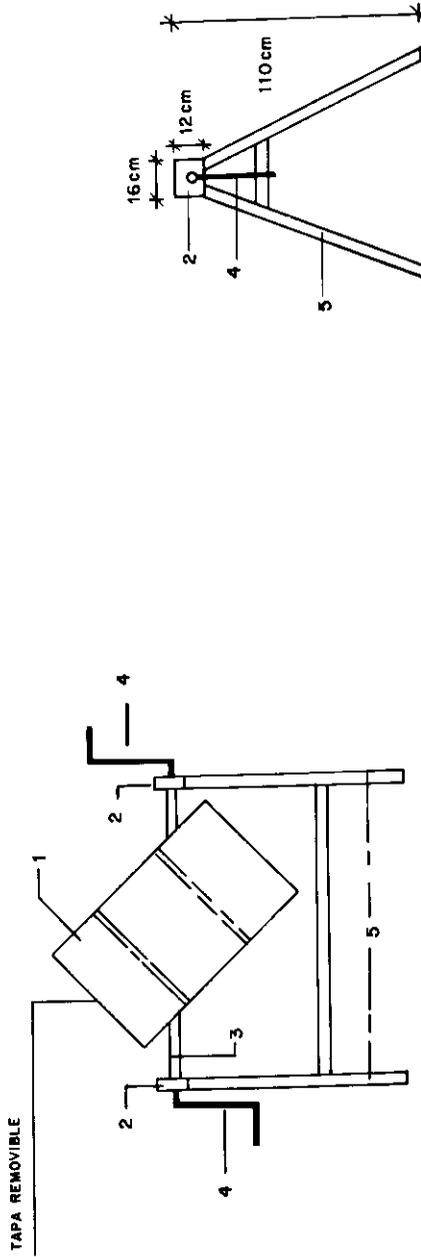


1. malla en alambre 2 x 2
2. compuerta en madera
3. aspas ventilador
4. mallas de alambre 5 x 5
5. soporte eje ventilador
6. bisagras



CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS	
Venteadora manual	3/3

# TRATADORA



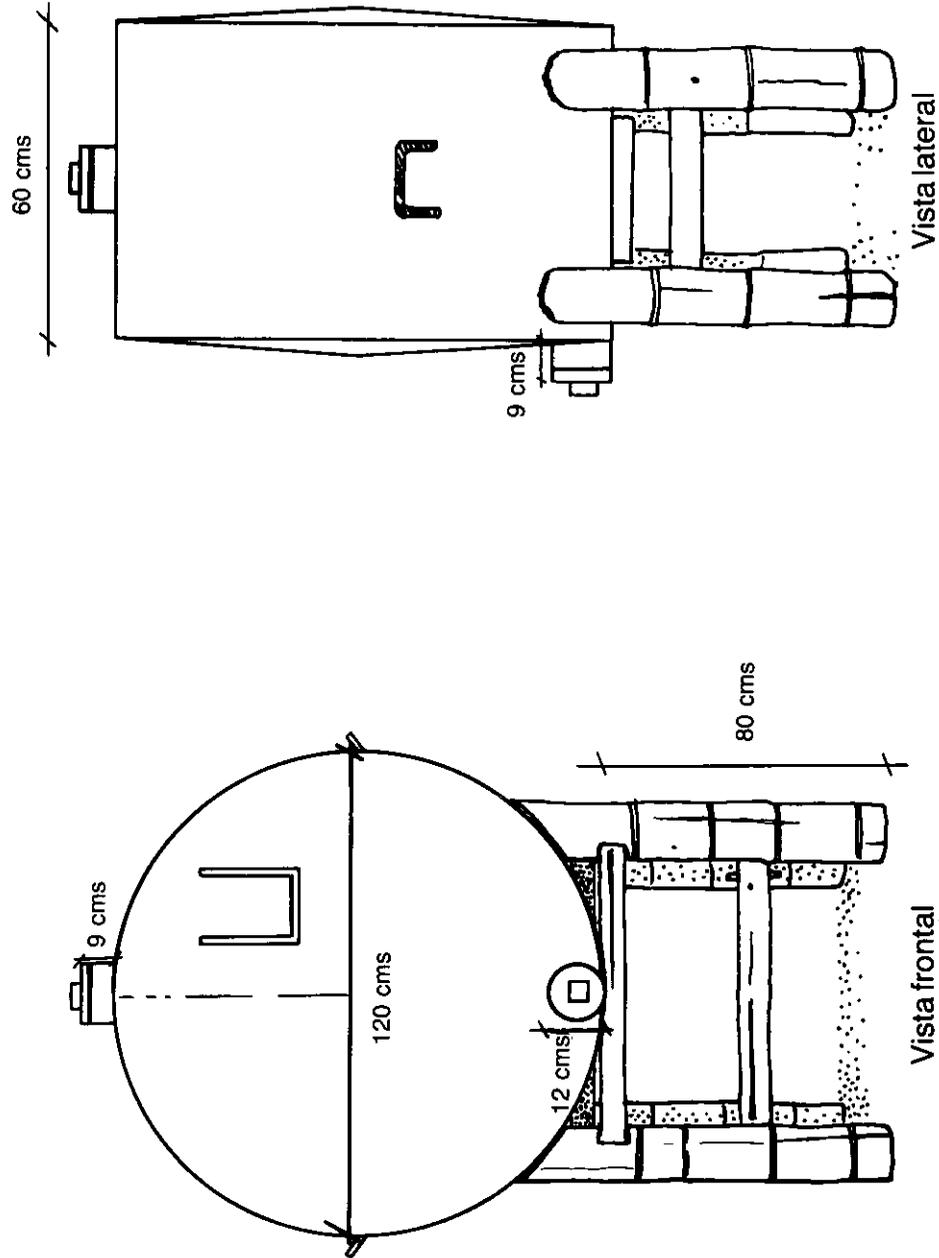
Vista lateral

1. caneca metálica de 200 litros
2. bloque en madera 4 x 12 x 16 cm
3. eje metálico 38 mm
4. manivela en tubo 38 mm
5. base en ángulo de hierro

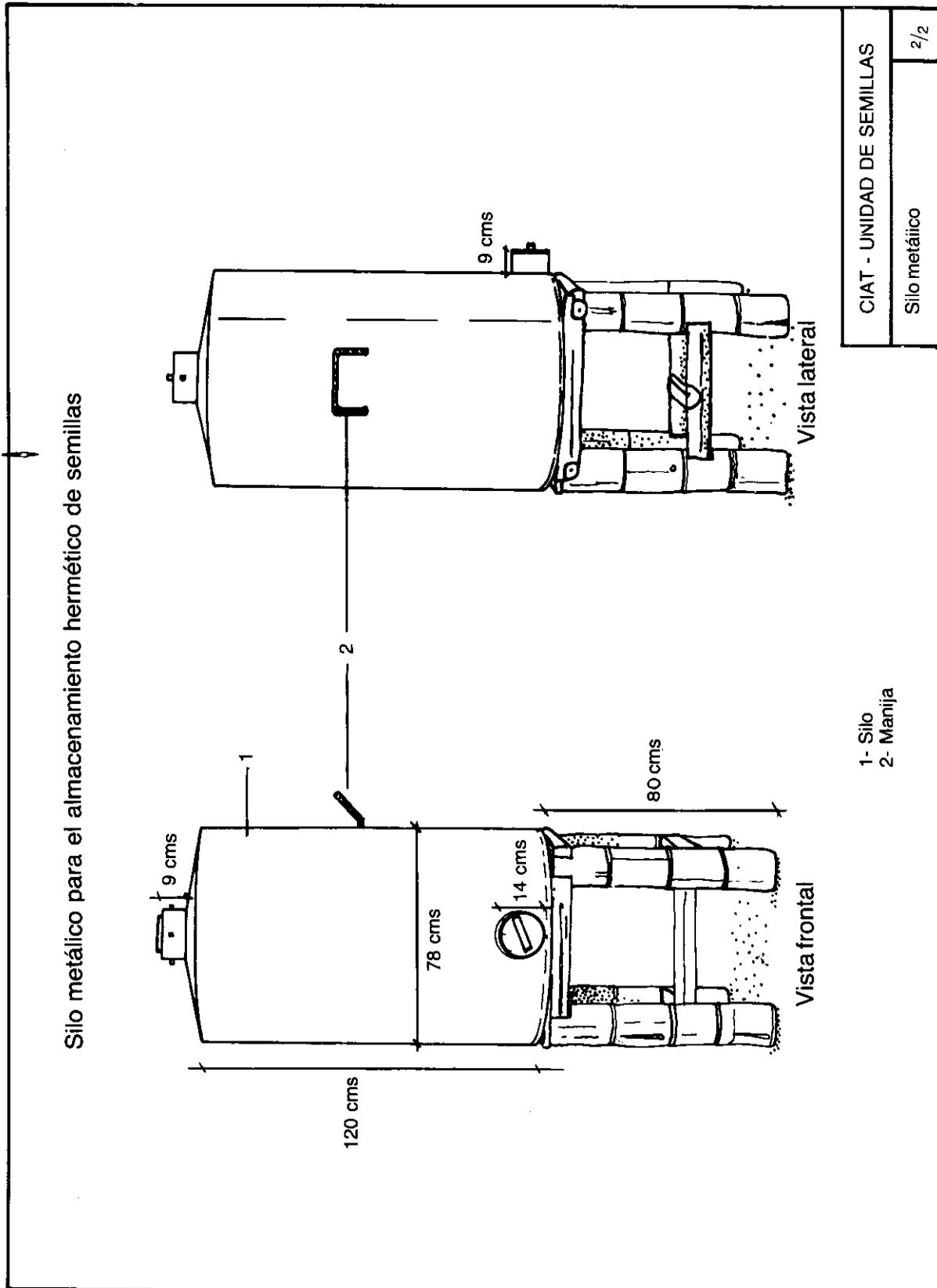
Vista de frente

CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS	
Tratadora	1/1

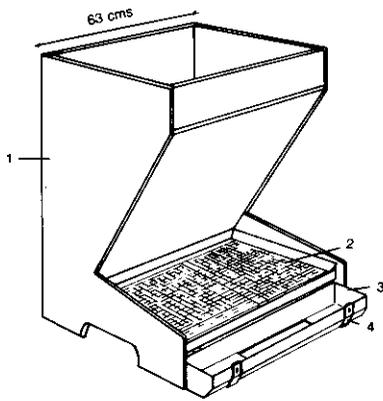
Silo metálico para el almacenamiento hermético de semillas



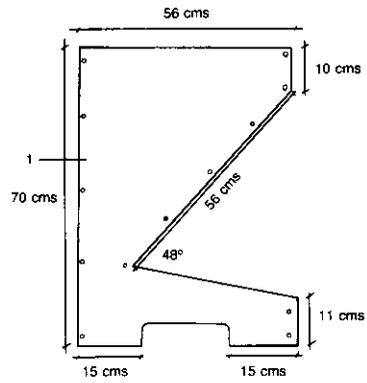
CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS	1/2
Silo metálico	



Consola para selección manual de semillas.



Vista general



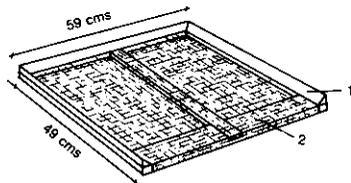
Vista lateral

- 1- Lámina en madera de 15. m.m.
- 2- Malla de alambre calibre 5 x 1
- 3- Canaleta
- 4- Agarraderas

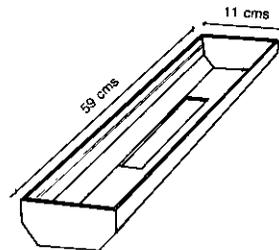
CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS

Consola selección semillas 1/2

Zaranda



Canaleta



- 1- Marco en madera con bordes biselados
- 2- Malla de alambre calibre 5 x 1

CIAT - UNIDAD DE SEMILLAS

Consola selección semillas 2/2

## Anexo 8 Principios básicos del secado de la semilla

La semilla húmeda respira activamente; esta respiración consume las reservas nutritivas de la semilla y produce calor, agua y anhídrido carbónico. El calor provoca mayor respiración. Dentro de las vainas de las plantas en el campo antes de la trilla, la respiración es activa, pero el calor se disipa y el efecto negativo no es tan severo como cuando la semilla todavía húmeda es almacenada a granel (Garay *et al.*, 1991).

En una masa de grano (granel) húmedo, el agua liberada se condensa sobre las mismas semillas y crea un ambiente propicio para la proliferación de microorganismos. La misma masa de semilla impide la liberación del calor hacia el ambiente y ocasiona el calentamiento; en algunos casos estas temperaturas sobrepasan los 42°C, punto de desnaturalización de las proteínas, lo cual inactiva enzimas y procesos fisiológicos, causando la muerte de la semilla. El método más práctico para controlar estos problemas es disminuir la humedad de la semilla. Por consiguiente, todo grano cosechado que tenga una humedad alta (superior al 13% para propósitos prácticos) debe secarse inmediatamente, y esta actividad no debe depender de horarios de trabajo, por ejemplo feriados o fines de semana (Garay *et al.*, 1991).

El secamiento de la semilla se basa en su higroscopicidad y en la humedad del aire que la rodea. La humedad siempre se mueve de las zonas de mayor presión de vapor a las zonas con menor presión. Este movimiento depende del gradiente de presión del vapor de agua. La Tabla 2.1 (página 2-40) presenta el contenido de humedad de semillas de frijol en función de la temperatura y humedad relativa del aire.

Este fenómeno se aprovecha para sacar la humedad de la semilla hacia el ambiente; para lograrlo se hace pasar aire con una humedad relativa baja a través de la masa de semillas.

## Anexo 9 El almacenamiento de la semilla <sup>3</sup>

El objetivo de un adecuado almacenamiento es conservar las características principales de germinación y vigor de la semilla. Sin embargo, es importante resaltar que un buen almacenamiento no mejora la calidad de la semilla, sino que solamente la conserva hasta el momento en que sea necesario utilizarla.

Existen dos formas para conseguir un correcto almacenamiento:

1. Disponer de un área con un clima favorable, o
2. Modificar el ambiente que rodea a la semilla para producir las condiciones favorables deseadas (almacenes acondicionados).

El clima favorable para un buen almacenamiento depende mucho de la duración deseada para guardar la semilla pero, en términos generales, podemos decir que un clima fresco y seco es lo más adecuado dependiendo de:

- Condiciones fisiológicas de la semilla.
- Condiciones de humedad y
- Período de almacenamiento.

La gran mayoría de los problemas de almacenamiento se presentan porque:

- Se almacena semilla de baja calidad, bien sea porque ésta se ha deteriorado en el campo, o se ha dañado durante la cosecha o el acondicionamiento.
- El secado es inadecuado.
- Las semillas han sido guardadas por mucho tiempo.
- La clase de semilla almacenada es de corta duración; por ejemplo, semillas de cebollas, maní y soya, etc.
- La semilla es almacenada en un sitio pobremente ventilado, húmedo o caliente.

<sup>3</sup> Adaptado de DELOUCHE, H.J.C. 198? (Fecha no determinada de publicación). Preceptos para el almacenamiento de la semilla. Referencia de los cursos de capacitación sobre frijol dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 16 p.

Para la solución de estos problemas se recomienda analizar y conocer debidamente los DIEZ PRECEPTOS DEL ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS, y que a continuación se describen brevemente.

**1. La calidad de la semilla no se mejora con el almacenamiento**

Se sabe que el deterioro de la semilla es “irreversible”; no se puede transformar una semilla de baja calidad en una de alta calidad aun con las mejores condiciones de almacenamiento.

**2. El contenido de humedad y la temperatura de la semilla son los factores más importantes que influyen en el almacenamiento**

La vida de la semilla y su duración dependen principalmente de su contenido de humedad. (Cuadro 5.1).

El grado del proceso de degeneración o deterioro aumenta proporcionalmente al contenido de humedad. Si éste es lo suficientemente alto (18%), la actividad biológica en la masa de semilla producirá suficiente calor como para dañar la semilla, a menos que haya suficiente ventilación. Las semillas con alto contenido de humedad son más susceptibles de sufrir daños causados por el calor que las de bajo contenido. Este aspecto es importante especialmente durante el secamiento.

Cuanto más alto sea el contenido de humedad en la semilla mayores serán los efectos adversos de la temperatura. La semilla con alto contenido de humedad (que ordinariamente no ha sido todavía cosechada) se puede dañar a temperaturas ligeramente más altas o más bajas que el punto de congelación<sup>5</sup>, mientras que las semillas secadas al aire son sumamente resistentes a los daños causados por bajas temperaturas. Las altas temperaturas de secamiento pueden dañar las semillas con alto contenido de humedad.

En las semillas amontonadas y con alto contenido de humedad, la actividad metabólica (respiración) de éstas y de los microorganismos asociados produce calor que aumenta la temperatura de la masa de semilla; éste acelera la actividad biológica, la cual a su vez aumenta la temperatura, continuándose así el círculo hasta dañar completamente el material almacenado.

---

5/ Punto de congelación = 0°C

**Cuadro 5.1. Contenido de humedad de la semilla.**

35-80%	Contenido de humedad de semillas en desarrollo; no están lo suficientemente maduras para ser cosechadas.
18-40%	Semillas fisiológicamente maduras con porcentaje de respiración alto; semilla susceptible de deterioro en el campo; ocurre calentamiento si la semilla está abultada y sin suficiente ventilación; el moho y los insectos son muy activos; semilla susceptible de daños físicos durante la cosecha y el manejo.
13-18%	El porcentaje de respiración sigue siendo alto; se obtendrá calentamiento a niveles más altos de temperatura; el moho y los insectos pueden causar daños; semilla resistente a daños físicos.
10-13%	La semilla se puede guardar bien durante 6 - 18 meses en un almacén abierto en clima templado; los insectos todavía pueden ser un problema para las semillas susceptibles; semilla susceptible a daños físicos.
8-10%	Semilla suficientemente seca que soporta un almacenamiento de 1 a 3 años; almacenamiento abierto en climas templados; muy pocos insectos; semilla muy susceptible a daños físicos.
4-8%	El contenido de humedad es lo suficientemente seguro para almacenamiento sellado.
0-4%	Demasiado secamiento puede dañar la semilla; puede que algunas semillas se endurezcan.
33-60%	Las semillas germinan cuando se empapan en agua.

**3. El contenido de humedad de la semilla es una función de la humedad relativa y en menor grado de la temperatura.**

Las semillas son higroscópicas, absorben la humedad del ambiente o la pierden hasta alcanzar su equilibrio con éste (H.R.).

El establecimiento del equilibrio de humedad en la semilla no ocurre instantáneamente, se necesita que transcurra un período que depende de la variedad de la semilla, el contenido inicial de humedad y el nivel de humedad del sitio en que se vaya a almacenar.

En condiciones de almacenamiento abierto, el contenido de humedad de la semilla fluctúa con los cambios en la humedad relativa. Esto no ocurre instantáneamente, depende del tiempo en que se mantengan estas condiciones.

Cuando la semilla es colocada en un ambiente donde la humedad relativa es más baja o más alta que su contenido de humedad en equilibrio, perderá o aumentará humedad hasta establecer un nuevo equilibrio con el ambiente.

En un almacenamiento sellado el contenido de humedad de la semilla determina la humedad relativa del ambiente en el empaque.

**4. El contenido de humedad es más importante que la temperatura**

El contenido de humedad tiene más influencia en la longevidad de las semillas. Las semillas que se secan apropiadamente se pueden conservar bien en temperaturas de hasta 32°C. Por otro lado, las semillas con una humedad relativamente alta se conservarán bien solamente si la temperatura del medio ambiente es baja (10°C).

**5. Con una disminución del 1% en el contenido de humedad de la semilla casi se duplica su tiempo de almacenamiento.**

**6. Una disminución de 10°F en la temperatura del ambiente duplica el tiempo de almacenamiento de la semilla.**

Los dos preceptos anteriores fueron propuestos por el investigador F. Harrington; se han comprobado experimentalmente y han resultado bastante aproximados.

Los dos medios más efectivos para mantener la calidad de la semilla durante el almacenamiento son la disminución de la temperatura del ambiente y de la humedad de la semilla.

Un secamiento excesivo (contenido de humedad de 4%) puede dañar algunas semillas. Para reducir los daños se aumenta paulatinamente el contenido de humedad hasta un 6% o más antes de la siembra, pero esto casi nunca es práctico. Algunas clases de semillas, por ejemplo de legumbres, en condiciones extremas de secamiento desarrollan dureza que inhibe la germinación normal. Casi todas las clases de semillas se pueden estropear en las máquinas cuando su contenido de humedad es menor del 10%. Por lo tanto, la semilla deberá estar sujeta a un mínimo manejo después de que el secamiento alcance un contenido de humedad bajo.

Las temperaturas bajas son muy efectivas para mantener la calidad de la semilla aunque la humedad relativa sea alta. El contenido de humedad de la semilla se aumentará durante el almacenamiento pero una baja temperatura disminuirá los efectos negativos.

Sin embargo, es complicado remover semillas con alto contenido de humedad de un sitio frío a uno caliente, pues la humedad se condensa en ellas como en un vaso de té helado en el patio, por lo tanto el contenido de humedad aumentará aún más. Mientras se van calentando las semillas, el porcentaje de respiración aumenta rápidamente, se llenan de moho y la germinación declina aceleradamente en unos días.

El almacenamiento en un sitio frío no deberá exceder el 60% de la humedad relativa. La mayoría de las instalaciones comerciales para almacenamiento en frío son diseñadas para materiales húmedos (papas, frutas, carne, etc.) y la humedad relativa se mantiene sobre 80% para prevenir que se sequen. Por esto el productor de semilla deberá tener mucho cuidado al utilizarlas.

#### **7. Las mejores condiciones para el almacenamiento son proporcionadas por los lugares frescos y secos.**

La prescripción general para guardar la semilla es un ambiente fresco y seco; los otros preceptos y datos señalados anteriormente indican la importancia de obtener estas condiciones. Pero, ¿qué tan seco y fresco ha de estar el ambiente? Para contestar esta pregunta se debe conocer:

- La clase de semilla;
- El período de almacenamiento;
- Su condición fisiológica.

La mayoría de las semillas de grano se guardarán bien durante un año con un contenido de humedad de 11-13% y una temperatura normal del almacén. Cuando se vaya a guardar la semilla por dos años, el contenido de humedad deberá ser disminuido a 10%. Para almacenamientos más prolongados el contenido de humedad deberá ser reducido todavía más y/o mantenerse a una temperatura de 60°F o menos.

**8. Las semillas dañadas, inmaduras y deterioradas no se conservan tan bien como las semillas maduras, sanas y vigorosas.**

El tiempo del almacenamiento de dos lotes de semilla aunque sean de la misma clase, de la misma variedad e igual germinación inicial, difiere en proporción al grado de daño en las semillas.

El productor de semilla deberá tener en cuenta que el porcentaje de germinación de un lote (a menos que éste sea bajo) no le dirá mucho sobre su tiempo de almacenamiento.

Los cortes, o escarificación, en la semilla son causados deliberadamente por medios mecánicos controlados para aumentar la permeabilidad del grano. Este daño físico disminuye la dureza de la semilla, pero también disminuye drásticamente su tiempo de almacenamiento. Estos cortes deberán hacerse lo más cerca posible de la temporada de siembra.

**9. Para un almacenamiento sellado y hermético es necesario que el contenido de humedad de las semillas sea un 2 - 3 % más bajo que para el almacenamiento abierto.**

En este caso, como ocurre en los botes metálicos para almacenar hortalizas, la atmósfera interior tratará de equilibrarse con la humedad de las semillas, por lo que se requieren humedades muy bajas para que el ambiente se mantenga seco.

**10. La longevidad de la semilla es una característica de la especie .**

Algunas semillas son de larga y otras de corta vida. Dentro de las hortalizas la cebolla es difícil de guardar; en los granos, la soya se comporta pobremente en comparación con otras especies como maíz, sorgo, trigo etc. El maní (cacahuete) es difícil de almacenar por mucho tiempo sin que pierda su vigor y viabilidad.

## Otros factores

Hay varios procedimientos de almacenamiento reconocidos por casi todos los sembradores. Primero, las semillas deberán ser guardadas en almacenes para semillas, no junto con fertilizantes, bloques de sal, herbicidas o en graneros para alimentos. Se deberá practicar un buen secamiento continuo para disminuir infestaciones de insectos, pero si estos insectos se convierten en problema se pueden utilizar insecticidas y fumigantes teniendo las precauciones apropiadas.

En los almacenajes de piso de concreto las bolsas de semillas deberán colocarse sobre estibas de madera para que no queden en contacto con éste. Como en los pisos de concreto puede traspasar bastante humedad, los almacenajes deberán estar bien ventilados (a menos que sean acondicionados) y bien protegidos de los roedores.

## Anexo 10 Lecturas recomendadas

CAMARGO, C.P.; C. BRAGANTINI; A. MONARES. 1989. Sistemas de producción de semillas para pequeños agricultores: una visión no convencional. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Unidad de Semillas. 12p.

CAMARGO, C.P. 1988. Control interno de calidad de semillas. Trabajo presentado en el seminario tecnológico de semillas. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Unidad de Semillas. 13 p. (mimeografiado).

## Anexo 11 Diapositivas que complementan la Unidad

### SECUENCIA 1

- 1.1. Pérdidas de calidad a partir del momento oportuno de cosecha (en plantas).
- 1.2. Pérdidas de calidad a partir del momento oportuno de cosecha (en vainas).
- 1.3. Pérdidas por selección de semillas a partir del momento oportuno de cosecha.
- 1.4. Problemas de viabilidad de semilla a partir del momento oportuno de cosecha.
- 1.5. Cosecha oportuna - cosecha tardía.
- 1.6. Cosecha.
- 1.7. Cosecha manual. Arranque de plantas.
- 1.8. Cosecha manual. Método de arranque con raíz y corte a nivel del cuello del tallo de la planta.
- 1.9. Secado de plantas sobre cercas.
- 1.10. Secado de plantas en los aleros de las casas.
- 1.11. Secado de plantas en aleros de galeras o cobertizos.
- 1.12. Secado de arrumes bajo techo.
- 1.13. Secado en arrumes sobre tarimas y bajo techo.
- 1.14. Secador solar fabricado con madera y plástico.
- 1.15. Secador solar fabricado con tubos plásticos.
- 1.16. Trilla o aporreo.
- 1.17. Trilla con garrote.
- 1.18. Trilla en mesa o tarima.
- 1.19. Trilla en mesa o tarima (actividad de limpieza).
- 1.20. Trilla con vehículo.

- 1.21. Daños físicos a la semilla durante la trilla.
- 1.22. Prueba sencilla para determinar daño físico. Prueba de inmersión en agua.
- 1.23. Estimación de la humedad por la coloración de la semilla.
- 1.24. Estimación de la humedad. Método de la sal.

## **SECUENCIA 2**

- 2.1. Limpieza.
- 2.2. Método del venteado natural al viento.
- 2.3. Método de limpieza con zarandas.
- 2.4. Método de limpieza con la venteadora manual.
- 2.5. Venteadora de madera.
- 2.6. Método de limpieza. Aspersora de motor.
- 2.7. Secado natural sobre el piso.
- 2.8. Secado natural en el piso sobre lonas.
- 2.9. Secado sobre zarandas suspendidas.
- 2.10. Método de secado artificial. Secadora de alberca o tina.
- 2.11. Selección en el campo. Control de plantas atípicas.
- 2.12. Selección en el campo. Control de plantas enfermas.
- 2.13. Figura de un agricultor realizando selección manual.
- 2.14. Un agricultor y su hijo realizando la selección.
- 2.15. Amas de casa realizando selección manual.
- 2.16. Método de selección sobre zarandas.
- 2.17. Método de selección con tolva y zaranda.
- 2.18. Método de selección con tolva sin zarandas.
- 2.19. Semillas seleccionadas.
- 2.20. Semilla pura, semillas descartadas y material inerte.

- 2.21. Productos químicos y equipo para el manejo durante el tratamiento.
- 2.22. Tratamiento con aceite en bolsa plástica.
- 2.23. Tratadora de tambor.
- 2.24. Tratadora de tambor con tapa desmontable.
- 2.25. Almacenamiento usando bolsas de tres láminas de aluminio sobre tarimas.
- 2.26. Almacenamiento en envases plásticos herméticos.
- 2.27. Almacenamiento en envases de metal herméticos.
- 2.28. Envases de madera con cierre hermético.
- 2.29. Métodos de almacenamiento.
- 2.30. Evaluación de la plántula. Raíz primaria defectuosa y ausencia de raíces secundarias. Hipocotilo ausente. Plántula anormal.
- 2.31. Evaluación de la plántula. Raíz primaria atrofiada. Hipocotilo ausente. Plántula anormal.
- 2.32. Evaluación de la plántula. Hojas primarias con menos de la mitad del tamaño foliar medio. Plántula anormal.
- 2.33. Evaluación de las plántulas. Hipocotilo grueso y en espiral. Plántula anormal.
- 2.34. Evaluación de las plántulas. Epicotilo curvado. Plántula anormal.
- 2.35. Evaluación de las plántulas. Plántula amarilla o blanca. Plántula podrida como resultado de una infección primaria. Plántula anormal.
- 2.36. Secador de semillas con aditamentos.
- 2.37. Ventilador y motor del secador.
- 2.38. Ventilador.
- 2.39. Cajones de madera donde se deposita la semilla para ser secada.
- 2.40. Resistencias.
- 2.41. Interruptores del aditamento de las resistencias.
- 2.42. Consola para selección manual de semillas (vista general).

- 2.43. Tolva vista desde arriba (consola).
- 2.44. Consola para selección manual de semilla (de frente).
- 2.45. Consola sin la zaranda.
- 2.46. Zaranda de malla de alambre que forma parte de la consola .
- 2.47. Canaleta de la consola de selección manual de semilla .
- 2.48. Silo metálico para el almacenamiento hermético de semillas.
- 2.49. Silo metálico para el almacenamiento hermético de semillas.
- 2.50. Silo metálico para el almacenamiento hermético de semillas.
- 2.51. Sicrómetro .

## Anexo 12 Transparencias para uso del instructor

1. Flujograma de actividades
2. Exploración de conocimientos - Información de retorno

### SECUENCIA 1

- 1.1. Flujograma de actividades
- 1.2. Qué se debe de tener en cuenta antes de sembrar
- 1.3. Cosecha
- 1.4. Recomendaciones para decidir el momento oportuno de cosecha
- 1.5. Madurez fisiológica
- 1.6. Desarrollo y maduración de la semilla (ver diapositiva 1.1)
- 1.7. Calidad fisiológica (ver diapositiva 1.2)
- 1.8. Métodos de cosecha
- 1.9. Cosecha temprana y tardía
- 1.10. Cosecha en condiciones secas (ventajas y desventajas)
- 1.11. ¿Qué se recomienda? (recomendaciones para cosechar en época de lluvia, sequía, maduración desuniforme).
- 1.12. Arranque de plantas.
- 1.13. Secamiento de plantas (directamente en el campo)
- 1.14. Secamiento de plantas (en el campo con estacas de bambú o madera)
- 1.15. Secamiento de plantas (en patios)
- 1.16. Secamiento de plantas (sobre tarimas, en aleros de casas, secadores solares)
- 1.17. Contenido de humedad en la trilla

- 1.18. Cuadro. Daños físicos causados a la semilla según el método de trilla y el contenido de humedad de la semilla
- 1.19. Prueba de daño físico
- 1.20. Métodos para determinar humedad y métodos para estimar la humedad.
- 1.21. Otros métodos para determinar el contenido de humedad de la semilla.
- 1.22. Métodos usados por los agricultores para determinar humedad en semillas.
- 1.23. Diagrama de la práctica 1

## **SECUENCIA 2**

- 2.1. Flujograma de actividades
- 2.2. Cómo obtener semilla
- 2.3. Limpieza
- 2.4. Problemas de almacenamiento (dibujo)
- 2.5. Secamiento de semilla (dibujo)
- 2.6. Método de secamiento de semillas
- 2.7. Formas de secado
- 2.8. Selección (campo - antes de almacenar)
- 2.9. Selección de semillas
- 2.10. Selección (métodos tradicionales y no convencionales)
- 2.11. Tratamiento
- 2.12. Métodos de tratamiento
- 2.13. Almacenamiento
- 2.14. Desde secado hasta envasado
- 2.15. Almacenamiento en sistemas no convencionales y tradicionales
- 2.16. Pruebas básicas de calidad