
Manual de Procedimientos del Banco de Germoplasma: Conservación de Semillas

Recepción de Semillas

**Santos Luis G; Lima MC;
Torres AM; Velásquez H;
Debouck DG.**

2015

2da. Edición

TABLA DE CONTENIDO

1. Pre-secado.....	3
1.1. Dispositivos pasivos para el secado de frutos y semillas.....	3
1.1.1 Cabina secadora de madera	4
Medición del rendimiento de la cabina secadora de madera.....	5
1.1.2 Dispositivo de secado de tambor de aceite.....	7
1.2. Dispositivos activos para el secado de frutos y semillas.....	8
1.2.1 Cabina secadora abierta.....	8
Medición del rendimiento de secado en la cabina abierta.....	10
1.2.2 Cabina secadora cerrada o Secador de Aire Pulsado (SAP).....	10
2. Perfeccionamiento del Pre-secado.....	12
3. Procesamiento de Frutos.....	15
3.1. Desgrane para leguminosas.....	15
3.1.1 Trilla.....	15
3.1.2 Desgrane manual.....	16
3.1.3 Especies con frutos en lomento.....	17
3.1.4 Tratamientos especiales.....	18
<i>Arachis</i>	18
<i>Prosopis</i>	19
3.2. Acondicionamiento para semillas de gramíneas.....	19
3.3. Uso de zarandas.....	21
4. Chequeo, Verificación, Procesamiento y Almacenamiento Temporal de Semillas.....	21
5. Manejo del Módulo de Recepción en la Base de Datos e Indicadores de Gestión.....	23
6. Proceso de Lavado y Secado de Bolsas.....	24
7. Bibliografía.....	25

Manual de Procedimientos del Banco de Germoplasma Conservación de Semillas – Recepción de Semillas

La importancia del almacenamiento de semillas ha sido reconocida desde que la humanidad comenzó a domesticar las plantas. El conocimiento del comportamiento de almacenaje de semillas de una especie se requiere con el fin de determinar cuál es el método y condiciones más adecuadas para su conservación (Hong et al., 1996). El almacenamiento de germoplasma en forma de semilla a largo plazo es el método más práctico, económico y preferido para conservar el 90% de las accesiones mantenidas en colecciones *ex situ* en todo el mundo (FAO/IPGRI, 1994).

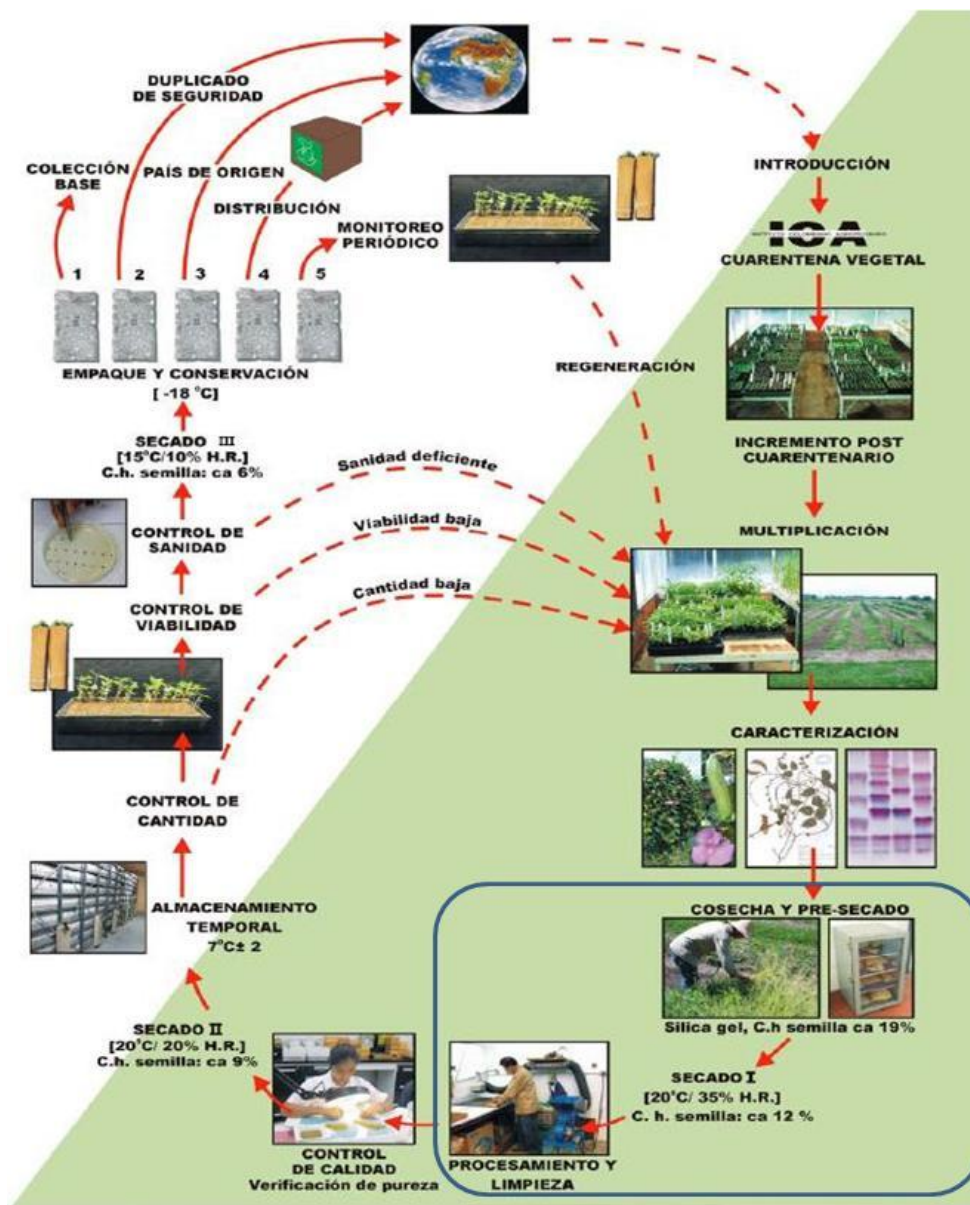


Figura 1. Diagrama de flujo para el manejo y conservación de semillas de frijol y forrajes tropicales del PRG del CIAT.

El objetivo de este Banco de Germoplasma radica esencialmente en mantener la calidad genética, fisiológica y sanitaria de las semillas haciendo efectiva la conservación y distribución de estos recursos a la comunidad internacional. Esta distribución está regida por el Acuerdo Normalizado de Transferencia de Materiales (ANTM), permitiendo el acceso facilitado de estas colecciones. El Programa de Recursos Genéticos cuenta con un diagrama de flujo (Fig. 1), descrito por Salcedo et al., (2006) donde se muestran todas las operaciones para la conservación de semillas a largo plazo, haciendo énfasis en la parte de recepción de semillas.

El propósito de esta parte del Manual Operativo es la descripción de las operaciones relacionadas a la recepción de semillas de forrajes tropicales y frijol, luego de la multiplicación de las semillas en el campo, las cuales se encuentran bajo un contrato de multiplicación o regeneración. La recepción de semillas es el paso que sigue a la cosecha, donde finalizan las operaciones del campo y es donde se inicia el acondicionamiento de las semillas para la conservación a largo plazo.

La figura 2 nos muestra el diagrama de flujo del proceso de recepción de semillas desde que se recibe la cosecha en forma de frutos, pasando por los ciclos de pre-secado, trilla y secado hasta que la semilla es entregada al laboratorio de verificación de la pureza.

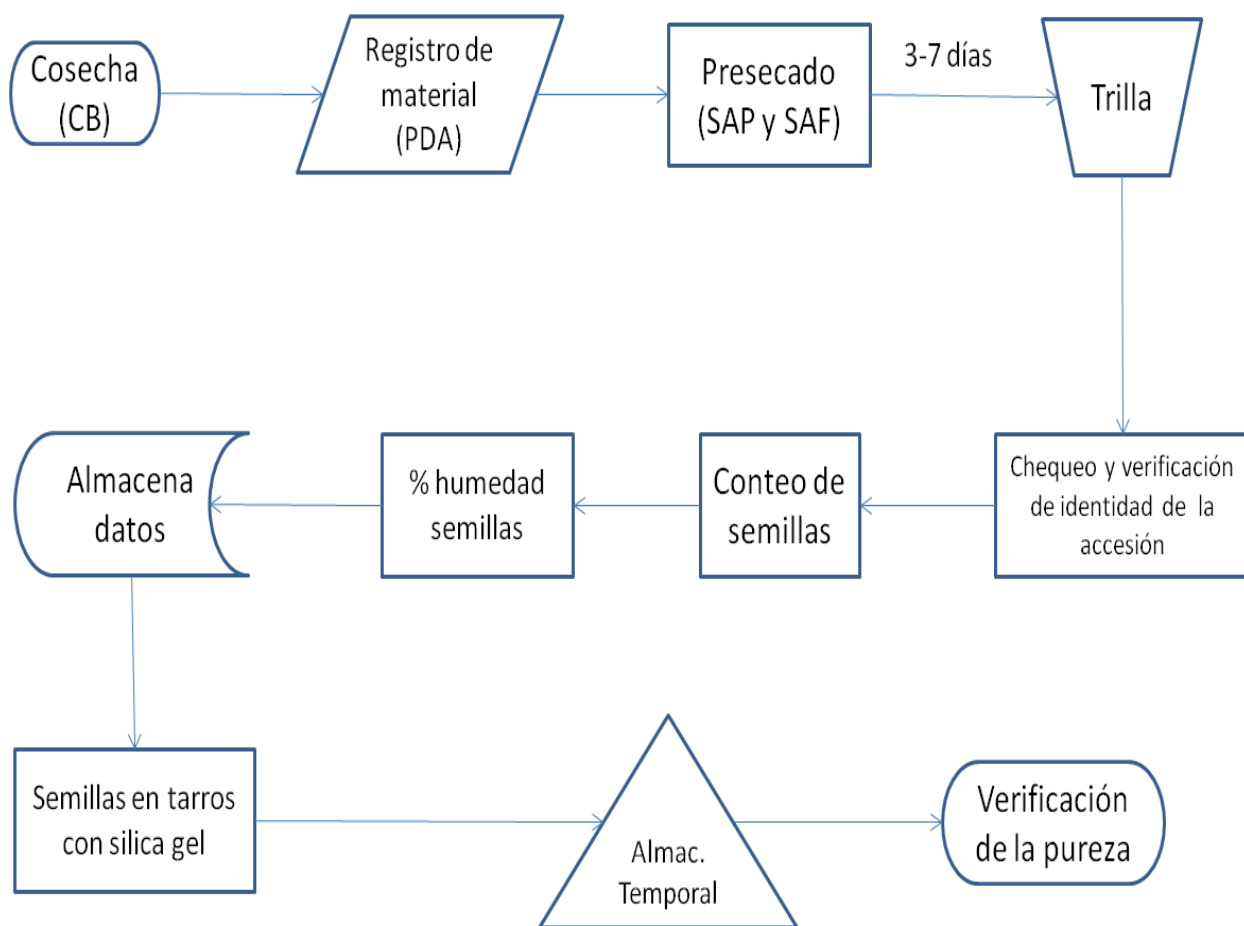


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de recepción de semillas de frijol y forrajes tropicales del PRG del CIAT.

Los frutos se cosechan y se reciben en bolsas de muselina, lo que facilitará el pre-secado. Estas bolsas vienen identificadas con un código de barras que indica la parcela o número de lote, el número de la accesión, fecha, número de contrato de producción e iniciales de quién hace la cosecha, estos datos se colectan el día que llega la cosecha y posteriormente se descargan en la base de datos (Fig. 3). Directamente después se disponen las bolsas en los secadores de aire pulsado (SAP) o en los secadores de aire fresco (SAF).



Figura 3. Frutos cosechados en bolsas de muselina con su respectivo código de barras.

1. Pre-secado

Un apropiado secado de la semilla es la clave para conservarla viva a largo plazo. En bancos de germoplasma, extender el tiempo de supervivencia de las semillas es fundamental para el éxito operativo y financiero. En términos de longevidad de semilla, el secado parece ser la actividad más importante que bajar las temperaturas de conservación de las instalaciones (Loewer, 1995). Debido a la importancia de disminuir adecuadamente la humedad de la semilla, los procesos de secado deben iniciarse inmediatamente después de la cosecha, cuando se haya alcanzado la madurez fisiológica. Los métodos elegidos dependerán de los equipos disponibles, el tamaño y el número de las muestras a secar, las condiciones climáticas locales y el factor costo, teniendo como criterio que las semillas se sequen hasta alcanzar el nivel crítico de humedad (se recomienda en las Normas FAO de 2014). Un adecuado proceso de secado se entiende en ausencia de calor; exponer las semillas a secado mediante calor, por ejemplo, colocarlas al sol sobre un suelo oscuro, donde la temperatura puede sobrepasar los 60° C es poner en riesgo la viabilidad de los embriones, ya que es difícil de controlar y en caso tal se requeriría de un termostato especial, para poder controlarla. Se hablará sobre el pre-secado de los órganos y frutos que contienen semillas, y el adecuado acondicionamiento, para permitir la trilla antes de que las semillas sean secadas *per se*. El pre-secado contribuye indirectamente a la sanidad del germoplasma, porque ayuda a reducir el crecimiento de hongos y bacterias. Según los volúmenes de frutos a secar y la disponibilidad de energía eléctrica, veremos sucesivamente algunos dispositivos pasivos y activos para llevar a cabo el pre-secado.

1.1. Dispositivos pasivos para el secado de frutos y semillas

Los siguientes dispositivos de secado se llaman pasivos porque no requieren energía para su directa operación. Estos dispositivos usan como base la sílica gel por su capacidad de absorber la humedad en espacios cerrados. Para un fácil manejo, se usa un tipo de sílica reusable con sales de cloruro de cobalto que permite identificar su estado de hidratación. El cloruro del cobalto reacciona con la humedad y se torna azul intenso cuando está seco y en la máxima capacidad de absorber el agua del

ambiente, y de color rosado cuando está hidratado y ya no puede cumplir con la función de secar. Hay ventaja en buscar una sílica que sea de alta calidad para una máxima capacidad de regeneración a través de calor, pero también para evitar que tenga impurezas en forma de sales de cadmio que a veces vienen mezcladas con las sales de cobalto, las cuales son tóxicas. La regeneración de la sílica gel a través de calor se puede hacer mediante el uso de un horno eléctrico (Fig. 4), por dos horas a 90° C o con energía solar mediante lentes y una superficie oscura que absorba calor. En estos casos, el indicador de color confirma el estado de deshidratación de la sílica gel. Después de regenerada ésta es guardada en contenedores totalmente tapados y sellados, la cual debe chequearse periódicamente, para que no pierda su color azul intenso y se pueda usar de nuevo.



Figura 4. Horno eléctrico usado para la regeneración de la sílica gel.



Advertencia: la sílica gel regenerada debe manejarse cuidadosamente después de calentada. Con el fin de evitar quemaduras, ésta debe permanecer en el horno hasta su enfriamiento a temperatura ambiente (por ejemplo, 20 °C).



Advertencia: para la manipulación de la sílica gel se deben usar guantes y mascarillas, evitando la inhalación de polvo.

1.1.1 Cabina secadora de madera

La cabina secadora de madera (Fig. 5) es la extensión del recipiente secador de vidrio (Wieland, 1995) con una capa de sílica gel en la parte inferior. Es conveniente para volúmenes pequeños de frutos/semillas a secar, cuando el suministro de energía eléctrica es intermitente. Esta cabina es una caja completamente sellada de 90 cm de alto, 50 cm de ancho y 50 cm de profundidad, hecha de madera

lisa y pintura impermeable con una puerta que tiene un vidrio transparente que permite evaluar visualmente la sílica gel cuando se hidrata. El recubrimiento de la puerta es a base de espuma de sellado que le permite ser impermeable. Tiene cerraduras tipo pico de loro por fuera para no causar daño a la espuma y que ayuda a un perfecto sellamiento.

La cabina secadora de madera es cargada con bolsas de muselina que contienen frutos o semillas para secar. Estas bolsas son distribuidas uniformemente, dentro de cada nivel de la cabina sin ser apiladas para ayudar a un mejor intercambio gaseoso. La sílica gel es frecuentemente reemplazada por la de color azul intenso y se esparce por toda la bandeja que se encuentra bajo la parrilla en cada nivel. La cabina puede contener de 3 a 4 niveles, usándose 1 kg de sílica gel por bandeja (4 kg por cabina en promedio). Para una continua operación, es necesario tener 4 kilos de más de este reactivo para reemplazar la sílica hidratada de la cabina.



Figura 5. La cabina secadora de madera con el detalle de la cerradura.

Medición del rendimiento de la cabina secadora de madera

Para este ensayo se tomaron muestras de leguminosas con vainas carnosas tales como frijol común, sarandaja y otros forrajes para evaluar el rendimiento de la cabina secadora de madera (Figs. 6-8). El material vegetal fue cosechado con contenidos de humedad en un rango entre el 20 y 30% en época lluviosa. Haciendo el cambio de la sílica diariamente dentro de la cabina, después de una semana se

pudo determinar que el contenido de humedad de las vainas se estaba acercando al 8%, muy conveniente para la trilla, y para detener cualquier riesgo de deterioro causado por hongos. Una vez establecidas las curvas de secado para las diferentes especies manejadas en el banco de germoplasma, no es necesario restablecerlas otra vez, sino que se debe tomar nota del día en que son introducidas dentro de la cabina secadora, reemplazándose a diario la sílica gel de todas las bandejas.

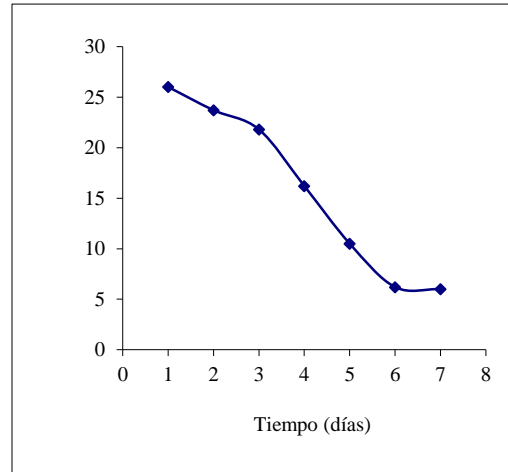


Figura 6. Evolución del contenido de humedad del frijol común en vaina usando la cabina secadora de madera.

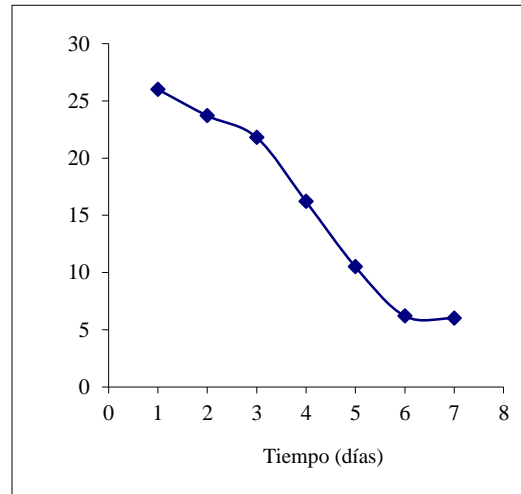


Figura 7. Evolución del contenido de humedad de la sarandaja en vaina usando la cabina secadora de madera.

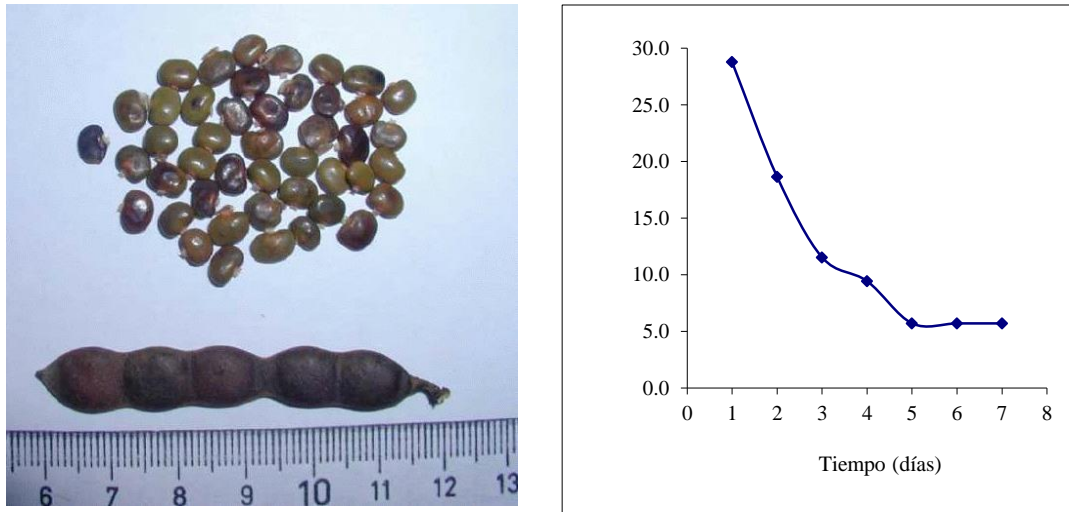


Figura 8. Evolución del contenido de humedad de vainas del forraje *Calopogonium caeruleum* usando la cabina secadora de madera.

1.1.2 Dispositivo de secado de tambor de aceite

Este es otro dispositivo de secado (Fig. 9), usado principalmente para pocos materiales con grandes volúmenes de biomasa (por ejemplo, forrajes con semillas diminutas tipo *Stylosanthes*). El tambor de aceite es un cilindro que tiene una altura de 88 cm y un diámetro de 59 cm, el cual debe ser limpio, seco y sin ningún agujero. La sílica gel se coloca dentro de un cilindro (80 cm de altura por 10 cm de diámetro) que está contenido dentro de otro cilindro metálico (81 cm de altura y 13 cm de diámetro) conformando la columna central del tambor. Este cilindro va completamente sellado con un tapón de rosca. La biomasa se distribuye uniformemente sobre la malla que conforman los niveles del dispositivo hasta ocupar completamente todo el volumen disponible del secador, permitiendo el flujo pasivo del aire. Estos niveles están sujetos a un cableado que forman un hueco central en el tambor donde se introducen los cilindros que contienen la sílica. Ya que la parte central de cilindro de sílica capturaría poca agua durante períodos cortos, se pensó que esta parte central podría reemplazada por un cilindro metálico macizo, y que la sílica sería más efectiva si estuviera distribuida en corona. La sílica gel debe ser reemplazada diariamente y la tapa debe ajustar perfectamente con la parte superior del tambor. Para mayor seguridad y un mejor sellamiento de este dispositivo se puede utilizar una banda elástica. Con el fin de evitar mezclas y si no se van a usar bolsas de muselina, se recomienda usar el tambor con muestras de la misma accesión por ciclo de secado.



Figura 9. Dispositivo de secado de tambor de aceite, detallándose la columna central con la sílica gel.

1.2. Dispositivos activos para el secado de frutos y semillas

Los siguientes dispositivos son llamados activos porque usan un mecanismo de aire circundante generado por aspas que operan con ayuda eléctrica y permiten el secado de muestras. La eficacia de estos secadores está limitada por el contenido de humedad del aire que se encuentra en el ambiente; por lo tanto pueden tener un rendimiento bajo en épocas lluviosas, pero resultan altamente eficientes en temporadas secas. Para los propósitos de pre-secado y la preparación de las muestras para la trilla, estos dispositivos suelen ser muy útiles y de fácil operación. Estos secadores permiten cada uno pre-secar un número que varía entre de 50 a 100 muestras.



Advertencia: estos dispositivos de secado usan motores eléctricos para el movimiento de las hélices. Un polo a tierra debe ser instalado antes de poner en funcionamiento los dispositivos, con el fin de evitar cualquier descarga eléctrica.

1.2.1 Cabina secadora abierta

En este dispositivo el aire es forzado a circular desde ambos lados de la cabina (Fig. 10) con ayuda de ventiladores eléctricos (Whitman y Johnson, 1988). Estos ventiladores son preferidos a otros, debido

a la conveniencia de su tamaño y a la comodidad en el funcionamiento de sus motores. Los ventiladores van ubicados frente a frente en las paredes laterales de la cabina con un pequeño ángulo de tres grados de modo que el flujo de aire salga por la parte central del dispositivo. Las dimensiones totales de la cabina de secado son de 245 cm de ancho, 222 cm de altura y 95 cm de profundidad, la cual está elaborada a base de hierro, cubierta por una capa de pintura y sin puertas frontales que permiten un fácil llenado y chequeo periódico de los materiales. Consta de 6 niveles separados por una lámina cada 33 cm, los cuales pueden ser operados de forma independiente de acuerdo a la necesidad. Esta cabina va montada sobre cuatro ruedas de caucho, dos de las cuales tienen frenos, que le permiten un fácil desplazamiento y una estabilidad al poder asegurarla en el lugar donde se desea trabajar. Las bolsas de muselina con frutos y semillas se distribuyen uniforme y secuencialmente dentro de la cabina, para obtener un mejor beneficio del secador. En cada nivel se deben colocar materiales cosechados en la misma fecha con el objetivo de obtener igual tiempo de secado de las muestras.



Figura 10. Cabina secadora abierta en funcionamiento.



Advertencia: mientras el secador está en operación, las ruedas deben estar bloqueadas.



Advertencia: los ventiladores están protegidos por una malla metálica tupida con el fin de evitar que los dedos entren en contacto con ellos.

Medición del rendimiento de secado en la cabina abierta

Como se puede observar en la Figura 11, las muestras se estabilizaron a los 4 días después de alcanzar la humedad de equilibrio. En el gráfico se muestran frutos y semillas cosechados en épocas lluviosas (las que inician en el rango del 50-30% de humedad) y otras cosechadas en periodos secos (las que se encuentran en el rango de 22-14% de humedad). En este último caso se puede notar un pequeño beneficio del secador, ya que las semillas alcanzaron la humedad de equilibrio al tercer día.

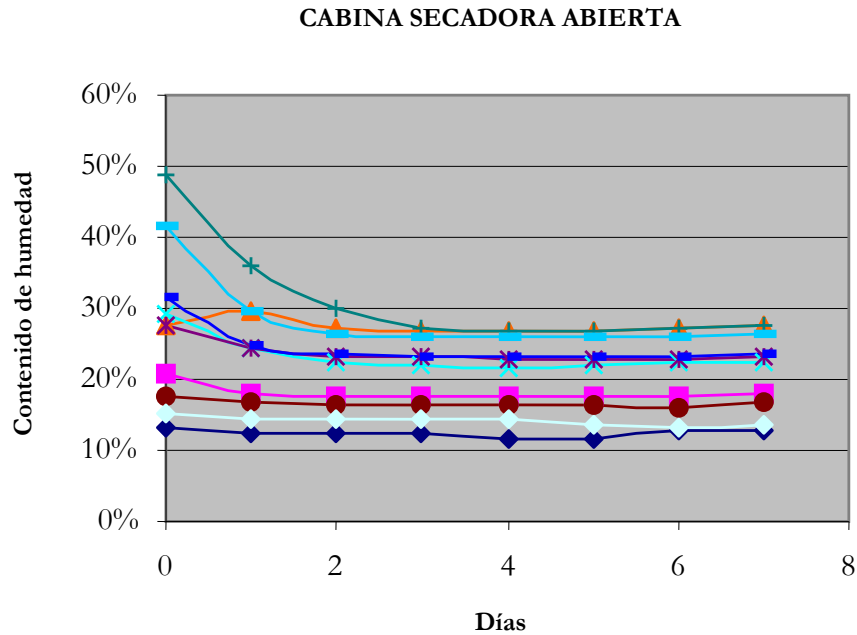


Figura 11. Rendimiento de la cabina secadora abierta para diez materiales diferentes de frijón, cosechados en épocas lluviosas y secas.

1.2.2 Cabina secadora cerrada o Secador de Aire Pulsado (SAP)

Esta es una variante de la cabina secadora mencionada anteriormente a diferencia que tiene puertas y permite un flujo de aire laminar. Debido a su tamaño (200 cm de ancho, 150 cm de alto y 70 cm de profundidad) presenta bajo riesgo de volcamiento. Igualmente, está montado sobre cuatro ruedas que le permiten un fácil desplazamiento y con ayuda de frenos que presenta en sus ruedas le dan seguridad y estabilidad al momento de operar (Fig. 12). Cuenta con cinco niveles laminados, separados cada 30 cm, los cuales contienen dos ventiladores pulsantes y dos ventiladores extractores de la misma potencia por cada nivel, ubicados en las paredes laterales de la cabina que garantizan un flujo laminar constante de aire y que ayudan al secado efectivo de las muestras. Los ventiladores y extractores de cada nivel operan independientemente, mediante un interruptor eléctrico. Al operar cada nivel por separado se garantiza un ahorro de energía.



Figura 12. Cabina secadora cerrada o Secador de Aire Pulsado (SAP).



Advertencia: mientras el secador está en operación, las ruedas deben estar bloqueadas.



Advertencia: los ventiladores están protegidos por una malla metálica tupida con el fin de evitar que los dedos entren en contacto con ellos. Como seguridad adicional se puede instalar un interruptor de contacto, el cual permite que los motores estén encendidos sólo cuando las puertas estén cerradas.

Al comparar este dispositivo con la cabina secadora abierta, se observa que los materiales alcanzan la humedad de equilibrio después de dos días de continua operación de los ventiladores (Fig. 13).

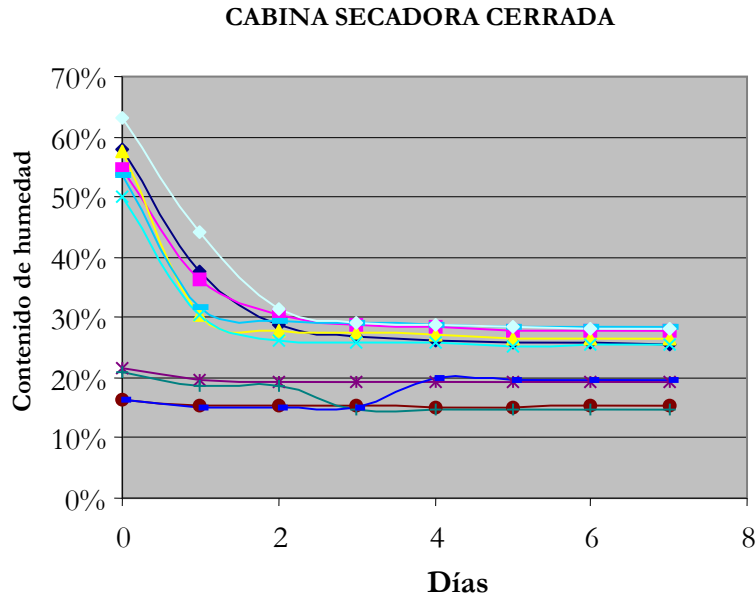


Figura 13. Rendimiento de la cabina secadora cerrada para diez materiales diferentes de frijol, cosechados en épocas lluviosas y secas.

2. Perfeccionamiento del Pre-secado

En el caso que con el pre-secado sólo se ha logrado bajar el contenido de humedad de los frutos al 19% en promedio, por ejemplo en la temporada lluviosa cuando las condiciones climáticas son de temperatura promedio 24°C y humedad relativa 70-85%, se hace indispensable someter los frutos a un perfeccionamiento del pre-secado para lograr bajar el contenido de humedad al 12%, antes de extraer las semillas. Este contenido de humedad en los frutos es ideal para empezar las labores de trilla y limpieza. En caso de cosechas en invernadero o en temporada seca, suele suceder que los frutos con 2-3 días en los secadores de aire pulsado alcancen un contenido de humedad del 14% o inferior a este, lo cual los deja aptos para proceder a la trilla.

Para este proceso utilizamos secadores de aire fresco (SAF), los cuales funcionan a una temperatura de +20°C y con humedad relativa del 35% (Fig. 14). El secamiento de semillas ortodoxas con aire “templado y seco” (+20°C y 35% humedad relativa) ha demostrado causar menos daño a su calidad fisiológica (vigor) que el método tradicional de secamiento con aire caliente (+40°C), debido principalmente a la relación directa que existe entre la temperatura de la semilla, tasa de respiración y velocidad de deterioro. En el secador de aire caliente se disminuye la humedad relativa del aire ambiente por calentamiento, mientras que el secador de aire fresco (SAF) lo logra con un ciclo de enfriamiento del aire por debajo del punto de rocío, condensación del vapor de agua y recalentamiento del aire a la temperatura deseada (+20°C). Esta diferencia en el manejo de aire de secado explica la diferencia en los componentes, operación y mantenimiento de los dos tipos de secado (Aguirre, 2001).

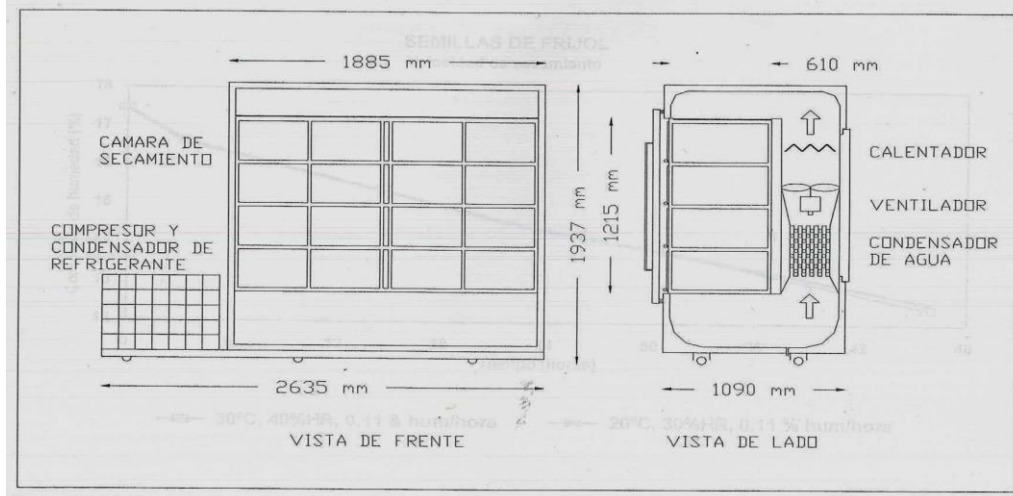


Figura 14. Diagrama del secador de aire fresco (SAF).

Las bolsas de muselina con los frutos son colocadas dentro de los SAF en cajas plásticas ventiladas sobre las parrillas para facilitar su deshidratación. Los compartimentos se cargan completamente de forma vertical, colocando la marca roja que indica el inicio del secado a tiempo cero; 24 horas después, el encargado de la recepción cambia las marcas por unas de color naranja en el mismo sitio, indicando que tiene un día de secado. 48 horas después, las placas son cambiadas por marcas de color amarillo y 72 horas más tarde se cambian las marcas por unas de color verde, lo que le indica al recepcionista que los materiales se encuentran listos para la trilla o desgrane. Al quitar la marca verde, se indica que hay compartimento libre para arrancar de nuevo el proceso (Fig.15). Los frutos permanecen en secado durante 2-4 días, tal como se puede observar en la figura 16, donde se nota claramente la evolución del contenido de humedad de diferentes especies a lo largo del tiempo en el secador (entre el 10 y 14%), siendo suficiente para facilitar el desgrane o extracción de la semilla y minimizar el daño.



Figura 15. Disposición de los frutos dentro de los secadores de aire fresco (SAF).

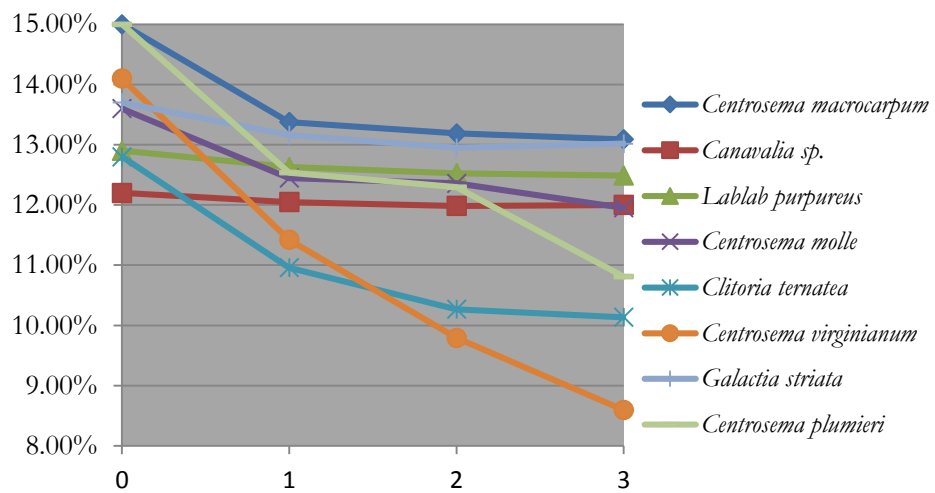


Figura 16. Curvas de secado para ocho especies diferentes dentro de los secadores de aire fresco (SAF).

Pasado este tiempo, los frutos son retirados de los SAF para luego ser trillados o limpiados. Se entiende por trilla o limpieza todo proceso de desgrane o remoción de los frutos donde se obtienen únicamente semillas.

3. Procesamiento de Frutos

Los frutos son desgranados de acuerdo a sus características morfológicas. La figura 17 nos muestra el proceso de desgrane y limpieza con las diferentes alternativas para realizarla dependiendo del tipo de fruto.

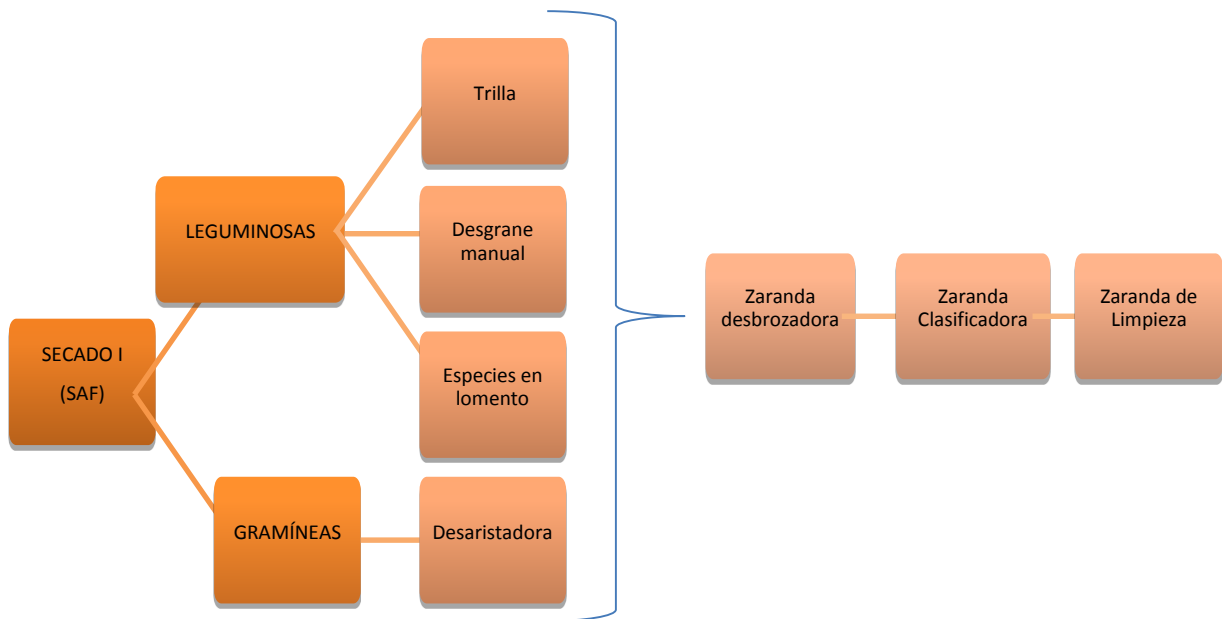


Figura 17. Proceso de desgrane de los frutos.

3.1. Desgrane para leguminosas

Los principios básicos más comúnmente utilizados son:

3.1.1 Trilla

Se colocan las vainas dentro de una bolsa de lona o tela y se golpean con un mazo, para el desgrane de las mismas. Es importante resaltar que la superficie donde se golpean los frutos con el mazo y el mazo mismo está recubierto con un material de caucho, logrando que el impacto sobre las semillas sea menor, ayudando así a protegerlas de un posible daño mecánico (Fig. 18).



Figura 18. Trilla.



Advertencia: para el proceso de trilla la bolsa debe ser sostenida de la parte superior para evitar lesiones en los dedos.

Las especies que requieren este procedimiento pertenecen a los siguientes géneros:

*Abrus, Acacia, Adenantha, Albizzia, Atylosia, Baubinia, Cajanus, Calliandra, Calopogonium, Camptosema, Canavalia, Cassia, Centrosema, Chaetocalyx**, *Chamaecrista, Clitoria, Codariacalyx**, *Coursetia, Cratylia, Crotalaria, Desmanthus, Dendrolobium**, *Dioclea, Dolichos, Dunbaria, Eriosema, Erythrina, Flemingia, Galactia, Gliricidia, Indigofera, Lablab, Leucaena, Macroptilium, Macrotyloma, Mimosa, Mucuna, Neonotonia, Pachyrhizus, Periandra, Phaseolus, Pueraria**, *Pycnospora**, *Rhynchosia, Senna, Sesbania, Tadebagi**, *Tephrosia, Teramnus, Vigna*.

*Material que se puede trabajar bajo diferentes procedimientos dependiendo de la especie y sus características morfológicas.

3.1.2 Desgrane manual

Debido a que el punto de madurez fisiológica varía mucho en las especies silvestres y entre las vainas de una misma planta, su recolección y posterior acondicionamiento se realizan manualmente. Este proceso, muy usado en la especie del género *Phaseolus* y *Clitoria*, consiste en separar las vainas a lo largo de las suturas ventral y dorsal para luego extraer la semilla (Fig. 19).



Figura 19. Desgrane manual en semillas de *Phaseolus vulgaris*.

3.1.3 Especies con frutos en lomento

Estas especies presentan características diferentes debido a que son semillas pequeñas con adherencia fuerte a las vainas. Estos frutos con características indehiscentes son desgranados por fricción mecánica entre cauchos o en una máquina que hace la fricción con rodillos cubiertos de caucho (Fig. 20). Cuando se hace de forma manual las vainas se deben colocar dentro de una zaranda desbrozadora sobre una superficie de caucho corrugado, las cuales se friccionan usando un platucho de madera, forrado en caucho corrugado, con el fin de lograr una mayor eficacia al friccionar (Fig. 21).



Figura 20. Máquina de fricción mecánica usada especialmente para desgranar semillas del género *Stylosanthes*.



Advertencia: se debe tener cuidado con la parte trasera de la máquina, ya que los rodillos quedan expuestos.



Figura 21. Desgrane para especies con frutos en lomento.

Las especies trabajadas mediante este procedimiento pertenecen a los siguientes géneros:

*Aeschynomene, Alysicarpus, Chaetocalyx**, *Christia*, *Codariocalyx**, *Dendrolobium**, *Desmodium*, *Discolobium*, *Phyllodium*, *Pseudarthria*, *Pueraria**, *Pycnospora**, *Stylosanthes*, *Tadehagi**, *Uraria*, *Zornia*.

*Material que se puede trabajar bajo diferentes procedimientos dependiendo de la especie y sus características morfológicas.

3.1.4 Tratamientos especiales

Arachis

Este proceso consiste sólo en pasar las semillas por la venteadora-recolectora de residuos eléctrica (Fig. 22) para limpiarlas (eliminación de semilla vana y otros residuos) y no se deben pelar.



Figura 22. Venteadora - recolectora de residuos usada en varias etapas del proceso.

Para el uso de esta venteadora – recolectora de residuos se debe tener en cuenta la apertura de ventilación; dependiendo de ella se puede perder semilla de óptimas condiciones. Las Tablas 1 y 2 muestran la relación entre los niveles de apertura de la venteadora y de la recolectora con su respectiva velocidad e indicación adecuada dependiendo del peso de 100 semillas.

Tabla 1. Flujo de aire en (m/s) de la relación venteadora – recolectora para la prelimpieza de semillas.

Relación venteadora	Relación recolectora	Peso de 100 semillas	Velocidad (m/s)	Velocidad promedio (m/s)
1	1	0,2 – 1 gr	0.8	0.9
2	2	1,1-- 2 gr	1.7	1.8
3	3	2,1 gr – 20 gr	2.1	2
4	4	20,1gr – 50 gr	2.1	2.1
5	5	50.1 gr – 90 gr	3.3	3.3
6	6	90 gr >	7.7	7.6
6	7	Opcional	8	7.9

Tabla 2. Relación de venteadora en cm y el peso de 100 semillas.

Relación venteadora	Apertura en cm	Peso de 100 semillas
1	0.3	0,2 – 1 gr
2	1.0	1,1-- 2 gr
3	2.0	2,1 gr – 20 gr
4	2.5	20,1gr – 50 gr
5	3	50.1 gr – 90 gr
6	≥ 4	> 90 gr

Prosopis

Para este caso especial, donde la vaina presenta un endocarpio leñoso (hueso), primero se usa la desgranadora con un cilindro de malla media (7*14 mm) que permite separar la vaina en pequeñas secciones donde se localiza la semilla. Posteriormente se pasa por un tamiz, se eliminan los residuos y se seleccionan las pequeñas secciones de vaina, las cuales pasan de nuevo por la desgranadora con otro cilindro de malla fina (6*12 mm) que permite remover el endocarpio y extraer las semillas sin causarle daño (Fig. 23).



Figura 23. Máquina desgranadora, usada en el proceso de pre-limpieza del *Prosopis*.

⚠ Advertencia: para el manejo de esta desgranadora se deben usar los implementos de seguridad (botas con puntera, gafas protectoras y mascarilla) con el fin de evitar accidentes o lesiones.

3.2. Acondicionamiento para semillas de gramíneas

Para las gramíneas, los procedimientos de acondicionamiento no varían mucho con excepción de las especies que tienen aristas y espiguillas. Todas pasan por un proceso de limpieza usando una máquina venteadora (Fig. 24), que por medio de un flujo vertical de aire que corre dentro de un ducto transparente, permite separar las impurezas depositándolas en unos recipientes ubicados en la parte superior del equipo y clasificando las mejores semillas que continúan su recorrido a un recipiente inferior. Cabe aclarar que las semillas salen revestidas de sus glumas, las cuales son posteriormente revisadas de nuevo en el laboratorio de control y verificación de la pureza.

Posteriormente a las especies que tienen espiguillas y aristas se les realiza otro proceso donde se frotran manualmente contra una zaranda, que permite que las semillas queden pegadas de la mallas (se debe evitar que las cariósides queden expuestas) para luego ser separadas y colocadas dentro de una bolsa de muselina (Fig. 25).

En este proceso se trabajan especies pertenecientes a los géneros: *Andropogon* e *Hyparrhenia*.



Figura 24. Venteadora de semillas especial para gramíneas.



Figura 25. Acondicionamiento en semillas de gramíneas con aristas y espiguillas.



Advertencia: en el proceso de desgrane de gramíneas se deben usar guantes de lona para proteger las manos.

3.3. Uso de zarandas

Una vez que se han extraído las semillas de los frutos es necesario separarlas de las impurezas o partes de los frutos mediante el uso de zarandas. Las zarandas tienen orificios de diferentes dimensiones y son escogidas de acuerdo al tamaño de la semilla. Para esto se alistan los tres o cuatro tipos de zarandas con las que se continúa la operación de acondicionamiento (desbrozar, clasificar y limpiar).

En la zaranda desbrozadora quedan todos aquellos materiales que son de superior tamaño que las semillas.

En la zaranda clasificadora quedan las semillas y todos aquellos materiales de igual tamaño que ellas.

En la zaranda de limpieza (“el ciego”, que tiene igual forma que las zarandas pero sin perforaciones) quedan todos los residuos más pequeños que las semillas y el polvo.

De esta manera se eliminan las partes de frutos más grandes y/o más finos que las semillas. Sin embargo, en la bandeja que retiene la semilla quedan partículas del mismo tamaño de la semilla. Para separar estas partículas es necesario el uso de la venteadora-recolectora de semillas (Fig. 22), la cual permite separar las semillas de la fracción más liviana: semillas quebradas, semillas no desarrolladas o vacías y fracciones de fruto.

Las especies de gramíneas que se trabajan mediante estos procesos pertenecen a los siguientes géneros:

Axonopus, Bothriochloa, Bouteloua, Brachiaria, Cenchrus, Chloris, Chrysopogon, Coix, Cymbopogon, Cynodon, Dactyloctenium, Dichanthium, Digitaria, Echinochloa, Eleusine, Enneapogon, Enteropogon, Eragrostis, Eriochloa, Exotheca, Hemarthria, Heteropogon, Homolepis, Hymenachne, Hyperthelia, Ischaemum, Ixophorus, Lasiacis, Leersia, Leptochloa, Leptocoryphium, Melinis, Microchloa, Ottochloa, Panicum, Paspalum, Pennisetum, Rynchelytrum, Rottboellia, Schmidtia, Secale, Setaria, Snowdenia, Sorghum, Sporobolus, Stenotaphrum, Stenochlaena, Tetrapogon, Tripsacum, Urochloa, Vetiveria.

4. Chequeo, Verificación, Procesamiento y Almacenamiento Temporal de Semillas

Después de haber procesado los frutos, las semillas resultantes son introducidas nuevamente en bolsas de muselina y transportadas para ser verificadas en el área de recepción para corroborar su identidad: las semillas se sacan de las bolsas, al igual que su etiqueta; ésta se lee con un lector de código de barras que está asignado a un computador donde se puede apreciar la imagen de las semillas con su respectiva identificación (No. accesión, género, especie), o igualmente se pueden corroborar con el catálogo de semillas. Después se procede a pesar, contar la semilla (peso de 100 semillas, peso de 1000 semillas o contadora de semillas dependiendo del tamaño) y tomar la humedad, para verificar como se encuentra (Fig. 26). Los datos son almacenados en la base de datos y se elabora una nueva etiqueta de código de barras. La base de datos va a permitir identificar el número de contrato al que pertenece la accesión que acaba de ingresar.



Figura 26. Medidores de humedad de semillas usados para pruebas no destructivas.

Las semillas se guardan en tarros plásticos herméticos que tienen tapa de color rojo (en algunos casos se puede usar sílica gel dentro de los tarros), debidamente marcados con el código de barras que le permite identificar la accesión con su género y especie dentro del cuarto de almacenamiento temporal para evitar riesgos potenciales como infestación de los granos por gorgojos y ataque de hongos y bacterias (Fig. 27). La sílica gel va a permitir que las semillas reduzcan poco a poco su contenido de humedad, mientras son almacenadas a $+7^{\circ}\text{C} \pm 2$ (temperatura del cuarto de almacenamiento temporal), hasta que la accesión finalice su ciclo de producción en campo o se obtenga una cantidad igual o superior a 2000 semillas (en el caso de especies semiperennes o perennes), siendo éste un capital suficiente para alcanzar los cinco propósitos finales de conservación a largo plazo que tiene establecido el Banco (ver Figura 1).



Figura 27. Semillas envasadas en tarros herméticos con sílica gel debidamente marcados y dispuestos dentro del cuarto de almacenamiento temporal ($7^{\circ}\text{C} \pm 2$).

Mientras se está en constante flujo de producción y cosecha de semillas, los tarros se disponen en estantes específicos dentro del cuarto de almacenamiento temporal, y se marcan con una cinta de color azul cuando la accesión ha finalizado su ciclo en campo. Los tarros marcados con esta cinta azul, se

ubican en otro espacio dentro del cuarto de almacenamiento temporal destinado para que el grupo de calidad de semillas inicie el proceso de verificación de la pureza.

5. Manejo del Módulo de Recepción en la Base de Datos e Indicadores de Gestión

Todos los procesos que se realizan en el Banco de Germoplasma del Programa de Recursos Genéticos del CIAT, quedan registrados en una base de datos que funciona bajo la plataforma ORACLE® permitiendo almacenar e identificar datos relevantes que ayuden al buen funcionamiento y manejo del germoplasma desde la introducción de semillas hasta la conservación a largo plazo.

De acuerdo al proceso establecido para la recepción de semillas de frijón y pastos tropicales, en este módulo se almacena la siguiente información (Fig. 28)

Figura 28. Módulo de recepción de semillas.

1. **Accesión:** Permite identificar el número de la accesión a que corresponde la especie que ha sido cosechada en campo.
2. **Contrato:** Número de contrato de producción, el cual se ha establecido para que un grupo de accesiones cumpla su ciclo de multiplicación o regeneración en campo.
3. **Peso 100 o Peso 1000:** Corresponde al peso de 100 o 1000 semillas cuando se realiza la caracterización por primera vez de las muestras introducidas en nuestra colección.
4. **F_Entrada:** Fecha de entrada de las accesiones en forma de fruto. La primera cosecha debe llegar marcada desde el campo con identificador e irá en la primera fila de esta aplicación.
5. **Localidad:** Se refiere a la procedencia o lugar de siembra de las accesiones.
6. **Gms:** Indica los gramos obtenidos de semilla por accesión y por cada entrada de material a recepción.
7. **Sem:** Es la cantidad de semillas que se obtienen por cada cosecha.
8. **F_Proceso:** Fecha de proceso del material. Este indica que ya el material fue revisado, pesado, contado y tiene su respectivo porcentaje de humedad.
9. **Humedad:** Porcentaje de humedad en que se encuentra la muestra procesada, antes de ser depositada dentro de los tarros herméticos.
10. **Responsable:** Código interno que identifica la persona que ha llenado los datos.

11. **Observaciones:** Características que permitan identificar una variable importante de las semillas por cada entrada del material a recepción.
12. **Total sem. sin limpiar:** Número total de semillas por las entradas del material, el cual se activa automáticamente apenas se llene la casilla 7, que le permite al recepcionista identificar el capital de semillas acumulado por cosechas recibidas.
13. **Gramos Total:** Acumulado total de gramos que se activa automáticamente, apenas se llene la casilla 6.
14. **Entrega y F_Entrega:** Casilla que se debe llenar cuando el material se entrega al grupo de calidad de semillas para la verificación de la pureza. Este se llena dando un click sobre el recuadro blanco y automáticamente aparece la fecha en la que se está realizando dicha labor.

Todos estos parámetros permiten obtener indicadores de gestión propios para el cumplimiento de las metas que ha establecido el Programa de Recursos Genéticos con los donantes y que ayudan a identificar retrasos, cuellos de botella o anomalías dentro del flujo de producción y conservación de semillas. Con este propósito se estipula lo siguiente:

- La accesión ligada a un número de contrato de producción, permitirá definir el cumplimiento o terminación de dicho contrato en el que se encuentra la accesión o grupo de accesiones.
- Entre la fecha de entrada y la fecha de proceso, se logrará identificar el tiempo de pre-secado y procesamiento de frutos de las accesiones. Este tiempo debe tener un máximo de 7 días.
- Las diferentes fechas de entrada y de proceso están relacionadas con el número de cosechas recibidas por accesión y número de semillas recibida por cosecha, además permite hallar el tiempo de producción de la especie desde que inicia hasta que da por terminado su ciclo.
- Con el chequeo y verificación de las semillas, se podrá encontrar si las semillas corresponden o no al número de accesión con que proceden del campo.
- Total de semillas sin limpiar, permite identificar el acumulado total de semillas a la fecha, el cual puede ser determinante para el recepcionista indicando si hay o no producción suficiente de semillas para entregar al laboratorio de verificación de la pureza. Este dato es también importante para el coordinador de producción en campo, porque le permite saber la cantidad de semillas obtenida por cosechas por accesión, y determinar si siguen las cosechas según el comportamiento de la especie en la localidad de siembra.
- La casilla Observaciones va a permitir aclarar el estado físico y actual de las semillas recibidas.
- Entrega y F_Entrega, ayudan a definir el número de materiales entregado al laboratorio de verificación de la pureza dentro de un periodo de tiempo establecido.

6. Proceso de Lavado y Secado de Bolsas

Con el fin de mejorar la calidad fitosanitaria de los materiales que se reciben del campo, se estableció el proceso de lavado y secado de las bolsas de muselina, las cuales son entregadas semanalmente al equipo de producción para minimizar la cadena de contaminación que pueden adquirir los frutos durante la cosecha y las semillas durante el proceso de conservación.

En este proceso se usa una lavadora de 15 libras (Fig. 29) donde las bolsas (100 bolsas en promedio) se sumergen en agua (nivel máximo de la lavadora) mezclada con 40 a 60 gramos de detergente y 50 ml de hipoclorito, lavándose durante 40 a 50 minutos.

Posteriormente, las bolsas son llevadas a la secadora de 20 libras usando el nivel de secado para ropa delicada, toma sólo 20 minutos en dejar las bolsas de muselina secas, las cuales son separadas según su tamaño y almacenadas en canastas plásticas herméticas, para ser entregadas al equipo de producción y al equipo de conservación de semillas, cuando estos lo requieran (Fig. 29). Cabe anotar que las bolsas que se utilizan para cosecha se separan de las bolsas que van a continuar el proceso de conservación.



Figura 29. Lavado y secado de bolsas de muselina para los procesos de cosecha y conservación de semillas.

7. Bibliografía

Aguirre R. 2001. Secador de Aire Frio y Seco (SAF) – Manual de operación y mantenimiento. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, Cali, Colombia. 5p.

FAO/IPGRI. 1994. Normas para bancos de germoplasma. FAO e IPGRI, Roma, Italia.
Disponible en: http://www.bioversityinternational.org/Publications/pubfile.asp?ID_PUB=1250

FAO. 2014. Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Edición revisada. Roma. 169p.

Hong TD; Lington S; Ellis RH. 1996. Seed storage behavior: a compendium. Handbooks for genebanks: No. 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 656p.

Loewer P. 1995. Seeds – The definitive guide to growing, history and lore. Macmillan, New York, New York, USA. 230p.

Rao NK; Hanson J; Dulloo ME; Ghosh K; Nowell D; Larinde M. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para bancos de germoplasma No. 8. Bioversity International, Roma, Italia. 165p.

Salcedo J; Debouck DG; Torres AM; Guevara C. 2006. Diagrama de flujo de operaciones en cuanto a los Germoplasmas de frijol y de forrajes tropicales. Programa Recursos Genéticos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Palmira, Colombia, 1p.

Whitman WC; Johnson WM. 1988. Refrigeration and air conditioning technology. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA. 905p.

Wieland GD. 1995. Guidelines for the management of orthodox seeds. Center for plant conservation, Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA. 78p.