

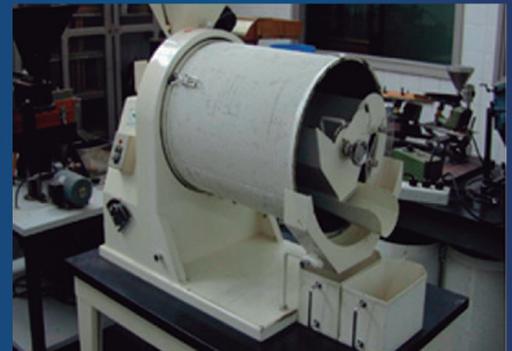


REPÚBLICA DE  
NICARAGUA



Proyecto "Apoyo a la Producción de Semilla de Granos Básicos  
para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua"  
(PAPSSAN/UE) DCI-FOOD/2009/021-586

# Guía de Buenas Prácticas de Acondicionamiento de Semillas de Granos Básicos; Infraestructura y Equipamiento







**Programa "Apoyo a la Producción de Semilla de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua"**  
(PAPSSAN/UE) DCI-FOOD/2009/021-586

## **Guía de Buenas Prácticas de Acondicionamiento de Semillas de Granos Básicos; Infraestructura y Equipamiento**

Una publicación del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional a través del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Fuente de financiamiento: UNION EUROPEA

Contenido: Néstor Bonilla Bird, M.Sc  
Consultor ATI corto plazo

La Asistencia Técnica Internacional (ATI) del proyecto PAPSSAN está conformada por el consorcio entre INGAL Ingeniería y Consulting, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), British Standard Institution (BSI) y ASECAL

Diseño y Diagramación: Carlos Balladares / Publideas

Fotografías: FIATA  
SABINA INDUSTRIAL S.A.  
Néstor Bonilla Bird

Todos los derechos reservados al INTA

Tiraje: 950 Ejemplares

Managua, Nicaragua, Octubre 2014

# Contenido

---

	Presentación	7
	Abreviaciones	8
1.	Introducción	11
2.	Objetivos del acondicionamiento de semilla y las buenas prácticas	11
3.	Importancia de la calidad en las semillas	13
4.	Cosecha y transporte a la planta de procesamiento, control de calidad	
5.	Flujos de procesos	21
6	Controles de procesos en planta de acondicionamiento	27
6.1	Prelimpieza	37
6.2	Secado de los lotes de semilla	40
	Secado natural	40
	Secado Artificial	41
	Secado estacionario	41
6.3	Control de calidad durante el secado	44
6.4	Principios para la clasificación de las semillas	45
6.5	Equipos de clasificación	49
6.5.1	Clasificación por ancho y espesor	49
6.5.2	Clasificación por longitud de semillas	54
	Separador de disco	54
	Cilindro clasificador	56
6.5.3	Clasificación por peso específico de semillas	60
6.6	Equipo para el tratamiento de semillas	63
6.7	Envasado	65
6.8	Controles de calidad en el acondicionamiento	67
6.9	Almacenamiento	68
6.10	Buenas prácticas durante el almacenamiento	69
6.11	Estructuras de almacenamiento para condiciones ambientales no controladas y controladas	71
6.12	Distribución	76
6.13	Transporte al mercado	76

---

7	Buenas prácticas durante el comercio y venta de semillas de granos básicos	79
8	Seguridad industrial	81
9	Pesticidas en la planta de acondicionamiento de semillas	85
10	Protección de los equipos	85
11	Electricidad	85
12	Áreas de trabajo	86
13	Incendios y explosiones	86
14	Limpieza y desinfección de la planta	86
15	Control de plagas	87
16	Mantenimiento de equipos	87
17	Infraestructura y equipamiento	89
18	Controles de calidad en los diseños de plantas de semillas	93
19	Bibliografía	97
20	GLOSARIO	101
21	ANEXOS	104
	Anexo No.1. Formulario de solicitud para registro de planta procesadora de semillas.	105
	Anexo No. 2. Tolerancias permitidas para el análisis de calidad de semillas (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 11 006-02 para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya, 2002).	106



## Presentación

---

La producción, acondicionamiento de semillas y la implementación de buenas prácticas que aseguren la calidad de las actividades desarrolladas en las plantas procesadoras y bancos comunitarios de semilla, así como el desarrollo de inversiones para el fomento de la agroindustria rural mediante la inversión en infraestructura, equipamiento e insumos que aumente la productividad y rentabilidad, forman parte del Plan Nacional de Agroindustria Rural (PNIAR) y representan una de las prioridades del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), a través del proyecto PAPSSAN, como un aporte documentado hacia el sector semillerista nicaragüense, pone a disposición de los beneficiarios del proyecto, gerentes y personal de plantas procesadoras, pequeños productores de semillas y agricultores en general la presente "Guía de Buenas Prácticas de Acondicionamiento de Semillas de Granos Básicos; Infraestructura y Equipamiento", como una contribución en facilitar información relevante en función de mejorar la calidad y flujos de los procesos que se ejecutan en las plantas.

Su contenido enfoca el desarrollo de la gestión e implementación de buenas prácticas, determina los puntos críticos de control, el establecimiento de medidas preventivas y correctivas, procedimientos de verificación, mantenimiento preventivo de equipos y sus correspondientes calibraciones, analiza los componentes de calidad de la semilla a los cuales se aplican controles sistemáticos para su empleo en las actividades propias en cada una de las etapas del procesamiento, almacenamiento y comercialización.

Esperamos que la presente guía, contribuya a mejorar los procesos de acondicionamiento en la industria semillerista nacional y los bancos comunitarios de semillas, así mismo repercuta en el valor agregado a la producción y por consiguiente contribuya en lograr significativos impactos en la seguridad alimentaria y nutricional de las familias nicaragüenses.

**Miguel Obando**  
**Sub-Director General INTA**

# Abreviaciones

---

<b>GCT</b>	Gestión de la Calidad Total
<b>IPSA</b>	Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria
<b>INTA</b>	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
<b>NTON</b>	Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense
<b>PAPSSAN</b>	Programa de Apoyo a la Producción de Semillas de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria en Nicaragua
<b>SNS</b>	Sistema Nacional de Semillas
<b>UE</b>	Unión Europea

Cláusula de exención de responsabilidades: La mención de marcas comerciales de equipos y productos químicos no se hace con el objetivo de promoción comercial.

---



# **1. Introducción**

---

## **2. Objetivos del acondicionamiento de semilla y las buenas prácticas**

---

## Introducción

---

El Programa de Apoyo a la Producción de Semillas de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria en Nicaragua “PAPSSAN” financiado por la Unión Europea, forma parte del fortalecimiento y apoyo al Sistema Nacional de Semillas y tiene como objetivo general, contribuir al incremento de la oferta permanente de alimentos básicos (arroz, frijol, maíz y sorgo) en Nicaragua. Este objetivo, se complementa con la integración y participación de cooperativas, organizaciones gremiales y no gubernamentales, con presencia en las zonas de intervención del proyecto en Centro Norte, Las Segovias, Centro Sur y Zona de las Minas de la Región Autónoma del Caribe Norte de Nicaragua, con el fin de aumentar la producción de semillas de granos básicos para la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición del país.

Los objetivos específicos de esta guía son, facilitar a los beneficiarios del Proyecto PAPSSAN, información relevante sobre la construcción de infraestructura para el acondicionamiento, almacenamiento así como equipamiento para el procesamiento de semillas de granos básicos. Asimismo difundir la implementación de buenas prácticas de acondicionamiento, con un enfoque que permita su aplicación bajo condiciones propias de los beneficiarios del proyecto.

Cabe destacar que la industria nacional fabricante de equipos para el acondicionamiento de semillas se concentra en las empresas FIATA y SABINA INDUSTRIAL S.A. Ambas empresas facilitaron fotografías de los equipos que fabrican los cuales se incorporarán en la presente guía.

El contenido general se enfoca en diferentes capítulos para la realización de prácticas de gestión, la implementación de buenas prácticas y los controles de calidad en el desarrollo de las actividades propias en cada una de las etapas durante el acondicionamiento, almacenamiento y comercialización. También se incluyen aspectos relacionados a infraestructura y seguridad industrial.

La guía se elabora para enfocar la importancia de la identificación de controles en los lotes de semillas, determinar los puntos críticos de control, establecer medidas preventivas y correctivas, procedimiento de verificación, sistema de documentación y resguardo de información. Se analizan los atributos de calidad, pureza genética, fisiológica, física y fitosanitaria.

Se describen controles de calidad, descripción de equipos para el acondicionamiento, sus calibraciones, limpieza, ordenamiento horizontal de ubicación y áreas de trabajo en el diseño de la infraestructura.

Se describe el plano de la distribución espacial de la infraestructura. Esta guía pretende servir de documento de referencia para las plantas de acondicionamiento, cooperativas productoras de semillas y bancos comunales de semillas. Es una prioridad que los involucrados en el acondicionamiento y comercialización, conozcan las necesidades y demanda de semillas de su localidad antes de iniciar un proyecto de esta magnitud e importancia para el país.

## Objetivos del acondicionamiento de semilla y las buenas prácticas

---

El objetivo del acondicionamiento es obtener de un lote de semillas el máximo porcentaje de semilla pura, con el más alto grado de uniformidad, vigor y germinación, a un costo razonable. Es el producto de un conjunto de operaciones llevadas a cabo con el más estricto control de calidad, bajo la implementación de las buenas prácticas para la obtención de semillas con altos estándares de calidad bajo un sistema inocuo, seguro y con alta precisión en las operaciones internas, seguro para los operarios y los usuarios del producto final.

Las buenas prácticas de acondicionamiento son indispensables para la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC), de un programa de gestión de calidad total (GCT) o de un sistema de calidad ISO 9000 (Ley 280, 1998; Schmidt, 2000; Cormark and Rakita, 2004; Copeland, 2001; Díaz, 2009; [www.sagpya.mecon.gov.ar](http://www.sagpya.mecon.gov.ar))

# **3. Importancia de la calidad en las semillas**

---

## Importancia de la calidad en las semillas

La calidad de cualquier producto, generalizando el término, es un conjunto de características que el consumidor evalúa para decidir si satisface sus expectativas. En el caso de calidad de semillas, ésta se puede dividir en cuatro componentes básicos: genético, fisiológico, físico y sanitario. La expresión de estos componentes en su más alto nivel permite valorar las semillas en su máxima calidad de manera integral. Cada uno de ellos aporta para originar plantas productivas. Cualquier limitación que se presente en una de ellas tendrá como consecuencia la afectación

en la productividad de la planta. Por ejemplo, la mejor variedad de polinización libre en maíz NB-6, no podrá expresar un rendimiento comercial de 60 a 70 quintales por manzana, si presenta un porcentaje de germinación de 70% por un mal manejo de las semillas en el almacén del productor. Se observa en Cuadro 1, algunas características que se pueden evaluar en campo o en laboratorio (Copeland, 2001; Bewley, et al., 2013; Wilson, 2014).

**Cuadro 1. Atributos de calidad en semillas de granos básicos (arroz, frijol, maíz y sorgo) (Cormark and Rakita, 2004; ISTA, 2014).**

Características específicas	Cualidades
Productividad Adaptabilidad Resistencia a sequías, plagas y enfermedades	<b>Calidad genética</b>
Nivel de madurez alcanzado Pureza del lote, poder de germinación, valor real, peso específico, facultad germinativa, vigor	<b>Calidad fisiológica</b>
Peso, humedad y tamaño Presencia / ausencia de materias extrañas, malezas comunes y nocivas Uniformidad de formas, tamaño, color, brillo y vistosidad	<b>Calidad física</b>
Presencia de plagas y enfermedades	<b>Calidad fitosanitaria</b>

## Componente genético

En el caso de los granos básicos, se trata que el lote que se acondicionará no esté contaminado con semillas de otras variedades del mismo cultivo (Bewley, et al., 2013).

## Componente fisiológico

Es la capacidad de la semilla para germinar, emerger y dar origen a plantas uniformes y vigorosas. En el momento que madura alcanza la máxima vitalidad, a partir de este momento inicia su etapa de envejecimiento y a perder vigor, causado por la respiración y el gasto de energía de la semilla para mantener sus funciones vitales.

El estado fisiológico se valora por medio de algunos de los siguientes elementos: pureza, poder de germinación, valor real, peso específico, facultad germinativa y vigor.

**Pureza:** es la presencia de semillas puras en un lote que se está evaluando expresada en porcentajes. Un lote cuya muestra indica un porcentaje de pureza del 94%, significa que 6 son extrañas y 94 puras.

**Poder de germinación:** es el número de semillas que alcanzan a germinar. Esto se refiere a que las plántulas logran desarrollarse normalmente con todas sus partes. Se mide en porcentaje. Una muestra con germinación del 90% significa que de cada 100 semillas puestas a germinar en condiciones ambientales normales y controladas, 90 germinan y 10 no logran finalizar el proceso (Cormark and Rakita, 2004; ISTA, 2014).

**El valor real:** es el número de semillas que son capaces de germinar asumiendo la pureza y el poder de germinación de las muestras evaluadas. Se mide en porcentaje. Con un 94% de pureza y un 90% de germinación, el valor real será  $94 \times 90 / 100 = 84,6$ . Esto significa que sólo se espera obtener 85 plantas de este lote evaluado.

**Peso específico:** es el peso de 1000 semillas, a mayor peso específico mayor poder de germinación, vigor y longevidad. Esto se relaciona con el peso de mil semillas como una referencia o el número de semillas por gramo. Es tomado como un indicador de referencia a la calidad.

**Facultad germinativa:** es la propiedad que tiene una muestra para poder germinar durante un periodo de tiempo y en condiciones óptimas del medio para que se presente el evento, se toma como facultad germinativa al hecho que la raíz salga del interior de la semilla pero no necesariamente llega a formar un nuevo individuo. Esto depende de la longevidad y de la especie.

**Vigor:** es la suma total de aquellas características que determinan el nivel de actividad y desempeño de la semilla durante la germinación y emergencia de las plántulas. Las que se desempeñen bien serán catalogadas como de alto vigor, en caso contrario serán denominadas de bajo vigor (Cormark and Rakita, 2004; ISTA, 2014).

## Componente físico

La pureza física consiste en determinar la composición física de una muestra por medio de la separación de tres componentes que se asumen están formando parte de la misma muestra, los cuales son: semilla pura, otras semillas (se consideran las provenientes de otras especies ajenas al cultivo al cual se le hace la prueba) y materia inerte como piedras, trozos de semillas menores de la mitad, descascaradas, dañadas, o atacadas por insectos (Cormark and Rakita, 2004).

## Componente fitosanitario

Por medio de la investigación y desarrollo de nuevas variedades e híbridos se ha logrado la incorporación de características de resistencia y tolerancia a enfermedades. Esto se debe complementar en la producción utilizando semilla original sana, áreas de producción libres de plagas y enfermedades transmisibles, rotación de cultivos, aislamientos, tratamiento de la semilla, acondicionamiento y almacenamiento adecuado (Cormark and Rakita, 2004).

# **4. Cosecha y transporte a la planta de procesamiento, control de calidad**

---

# Control de calidad durante la cosecha y transporte a la planta de procesamiento

La cosecha de las semillas se iniciará con el visto bueno del inspector del Departamento de Semillas del Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria (IPSA). En caso que el inspector no se presente por cualquier justificación, el productor debe cumplir con avisar a la delegación del IPSA y proceder a realizar la cosecha del campo.

Se verifica el contenido de humedad de las semillas en campo antes de iniciar la cosecha. En el Cuadro 2, se presentan los diferentes contenidos para cada cultivo. Otro aspecto a tomar en cuenta es la formación de una capa negra en la base de las semillas cuando llegan a su madurez fisiológica, esto ocurre en los cultivos de maíz, arroz y sorgo.

Durante la cosecha mecanizada en el caso de dichos cultivos, la regulación de los equipos deben ser revisados por personal entrenado o especialista para tal función, al menos dos veces al día durante la cosecha. Con el uso de combinada para granos básicos, se debe verificar y monitorear la altura de corte, velocidad de los cilindros, flujo de aire, aberturas de las zarandas y cóncavos, elevadores, entre otros. En el caso de realizar la cosecha manualmente, el productor debe contar con carpas y sacos limpios, secos y libres de residuos de cosechas anteriores.

Una vez que la semilla se carga en los camiones u otros medios, se requiere que esté protegida, esto garantiza la retardación de los procesos que deterioran su calidad. Los cuidados a tener, como sería cubrir los sacos con una carpa o transportarlos en vehículo completamente cerrado, para evitar que se contamine con polvo, semillas de malezas traídas por el viento, exposición al sol, golpes, invasión de insectos, malos manejos de sacos y contenedores (tirar los sacos), que pueden causar daños mecánicos en detrimento de la calidad de la semilla recién cosechada.

La semilla es un órgano vivo, respira y un mal manejo causará daños. En su movimiento hacia la planta de acondicionamiento, se tienen que tomar en consideración los siguientes aspectos: duración en tiempo del traslado del punto de cosecha hacia la planta de acondicionamiento, condiciones ambientales predominantes hacia el sitio de destino, tipo de empaque, protección con carpa al vehículo

que la transporta a granel o en sacos o en las áreas utilizadas para su resguardo temporal.

La calidad va en detrimento desde que las semillas alcanzan la madurez fisiológica, este proceso es irreversible, sólo se logra su prolongación con las buenas prácticas en el acondicionamiento y clasificación, hasta llegar a su almacenamiento en ambientes controlados y acordes al tipo de semilla que se está manipulando (Gómez et al, 2001; NTON-11 006-02; Cormark and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wunder, 2013).

**Cuadro 2. Rango óptimo de contenido de humedad de la semilla para ser cosechada. (NTON-11 006-02).**

Cultivo	Porcentaje de humedad
Arroz	20-22
Maíz	18-20
Frijol (al arranque de las plantas)	18-23
Sorgo	18-20

## Buenas prácticas en la manipulación de la materia prima

La calidad de la materia prima no debe comprometer el desarrollo de las buenas prácticas durante el beneficiado. Si se sospecha que la materia prima (lote de semilla a ser acondicionado), no presenta las calidades esperadas para su introducción al proceso de acondicionamiento, se deberá aislar y rotularse claramente, para luego ser eliminado. Se debe tomar en cuenta que las medidas para evitar contaminaciones por patógenos u otro tipo de contaminantes son específicas para implementarse dentro de las plantas de acondicionamiento.



## Operaciones especiales para los granos básicos

1. En el caso del maíz se debe realizar previamente el desgrane de las mazorcas, efectuando el corte cuando la semilla presente humedad superior del 20% para realizar el presecado. A fin de minimizar los daños mecánicos a la semilla, iniciar el desgrane con humedad del 18 al 20%. Existen diversas desgranadoras mecánicas desde las de una mazorca hasta las proyectadas para un rendimiento de desgrane mayor a 18 toneladas de maíz/hora. Es importante tomar muestras de las mazorcas y determinar la humedad con un equipo portátil (Gómez et al, 2001; Moratinos, 2012; Wunder, 2013).

2. El caso del cultivo del frijol, se inicia el arranque de las plantas después de la etapa de madurez fisiológica. Se deben considerar que las plantas permanezcan en el campo el mayor tiempo posible, para un secado natural de la semilla provocado por una pérdida gradual y uniforme de humedad y la cosecha debe efectuarse antes de que las vainas se sequen demasiado para evitar las pérdidas por dehiscencia de las vainas (desgrane). Si se cosecha cuando el contenido de humedad esté alrededor de 23%, se provocará una pérdida de humedad rápida lo que ocasiona el arrugamiento de la semilla.

Para evitar el desgrane, el arranque de las plantas se debe realizar temprano en la mañana, cuando la temperatura es alta se debe suspender esta labor; las vainas pierden humedad y tenderán a abrirse. La humedad apropiada para la cosecha es al 18%.

3. Por lo general las formas más comunes de realizar la cosecha y el posterior trillado es manual y semimecanizado.

La cosecha manual se realiza con el arranque de las plantas, el secado y su posterior traslado a un sitio parejo, limpio donde se extiende una carpa y se proceda al aporreo de las plantas secas. Luego se separan los rastrojos de las semillas por medio de zarandas manuales o por medio del viento.

La desventaja de este método es que por medio del aporreo, si éste se hace bruscamente, provoca daños mecánicos. Otra desventaja es que, para áreas grandes se requiere de mucha mano de obra.

La trilla semimecanizada. Se realiza con una trilladora de martillo estacionaria o móvil, éstas tienen la ventaja de ser más eficientes, mayor es el volumen que procesan por hora de trabajo y se requiere menos mano de obra.

Se tienen que realizar los ajustes y regulaciones de velocidad del golpeteo de los martillos cuando se observe que está saliendo semillas quebradas hasta que la velocidad y golpeteo no provoque daño alguno. Los golpes disminuyen en gran proporción la capacidad germinativa y el vigor (Moratinos, 2012; Wunder, 2013).

4. El caso del cultivo del arroz, una técnica para determinar el estado óptimo para realizar la cosecha, es tomar la espiga con la mano, se frota con los dedos haciendo un poco de presión, si se logra desprender el 50% de las semillas, significa que está listo para la cosecha.

Otro método es determinar el porcentaje de humedad contenido, si es de 20-24%, el cultivo está en su punto de cosecha. La humedad nunca debe llegar al 16%, en el campo se provoca daños al embrión con la alta temperatura y un secado rápido en campo. No se debe dejar la semilla por mucho tiempo en el campo porque estará expuesta al ataque de los pájaros, al acame por el viento, deteriorando su calidad. La cosecha se realiza de manera mecánica con la cosechadora combinada. La semilla una vez cosechada, se traslada a la planta para el proceso de secado mediante secadora estacionaria, carpa o patios de secado a fin de reducir la humedad a un 13%. La cosecha manual se realiza cortando manualmente las espigas de arroz y luego pasándolas por un peine de púas o por una trilladora de martillos estacionarios o móviles (Moratinos, 2012; Wunder, 2013)Wunder, 2013).

5. La semilla de sorgo llega a su madurez fisiológica cuando tiene alrededor del 30% de humedad. La tasa de respiración es alta y genera calor el cual ocasiona las condiciones perfectas para su rápida fermentación. Por lo tanto hay que esperar su secamiento hasta llegar al 16 o 18% de humedad para cosechar, desgranar y secar. Si las condiciones ambientales no permiten esperar, es mejor cosechar las panojas, secarlas en patio de cemento o sobre plástico negro hasta llevarlas a un 15% que permita el desgrane. Luego de secar la semilla en campo hasta el 12%, enviarla a la planta de acondicionamiento.

Si no se dispone de patio de secado y en la planta de acondicionamiento hay el equipo de secado artificial, enviar el lote de semilla de sorgo para su secado antes de su procesamiento o acondicionamiento final. Las espigas se pueden desgranar con trilladoras de martillo estacionarias o móviles (Gómez et al, 2001; Moratinos, 2012; Wunder, (2013).

En la Figura 1, se presenta el cilindro para el trillado de frijol, sorgo y arroz, es el principio utilizado para realizar la separación de los granos de las vainas en el caso del cultivo del frijol y para la separación de las semillas de las espigas en el caso de los cultivos de arroz y sorgo. Las salientes mecánicas del cilindro se disponen en diferente alineación de tal manera que las espigas son golpeadas por estas salientes permitiendo el desgrane de las panícula y plantas con vainas de frijol. Algunos equipos cuentan con zarandas, las cuales realizan un pre-limpiado de las semillas con el apoyo de un ventilador para sacar polvo y partículas más livianas. En figura 2 y 3 se muestran los equipos para el desgranado de mazorcas y trillado de frijol, sorgo y arroz, estos se encuentran disponibles en los agroservicios nacionales.

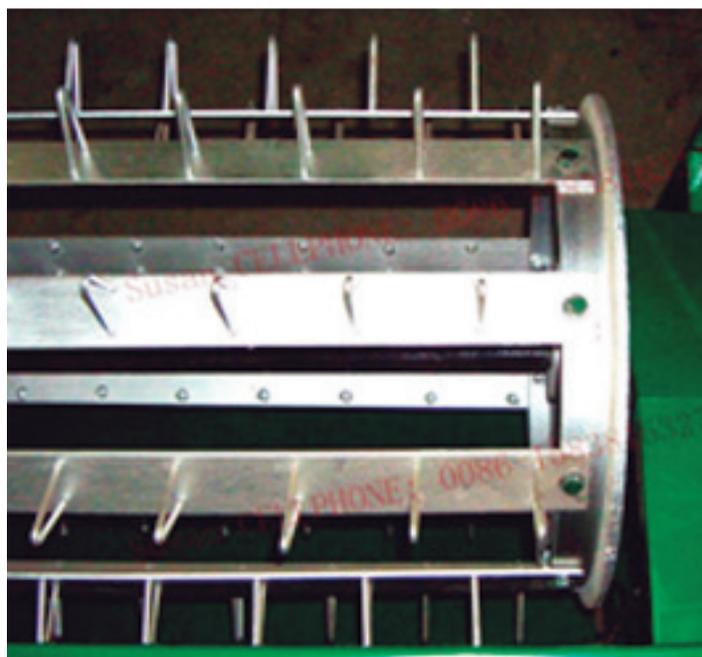


Figura 1. Tambor de equipo manual de trillado. Fotografía tomada de Google Trilladora manual.

### **Control de calidad y ajustes de equipos para el desgranado y trillado**

Hay que asegurarse que los equipos se encuentren completamente limpios. Revisar que todas las piezas que están en constante fricción y movimiento se encuentren bien engrasadas sin ruidos extraños y constantes. Revisar las poleas y bandas que estén perfectamente ajustadas con sus tensores en posición apropiada para evitar su ruptura cuando los equipos están siendo utilizados. Evitar interrupciones en el proceso de desgrane o trillado de las semillas por ser negligente en las inspecciones de los equipos y realizar cambios de bandas y balineras en el terreno de operaciones (Peske y Aguirre, 1988; Gómez et al, 2001; Cormark and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wunder, 2013).



Figura 2. Equipos desgranadores de mazorcas de maíz. (A) Desgranadora de 30 quintales/h. Foto Néstor Bonilla. (B) Desgranadora de mazorcas de 50-80 qq/h. Foto Néstor Bonilla (C) Desgranadora manual para procesamiento a pequeña escala de semillas. Foto FIATA (D) Desgranadora de maíz 50 qq/h. Foto FIATA.



Figura 3. Equipos aporreadores de frijol y para trillado de espigas de sorgo y arroz. (A) Aporreador de 30-50 qq/h. (B) Aporreadora de 50-80 qq/h. Foto FIATA.



# 5. Flujo de procesos

---

# Flujos de procesos

El proceso de acondicionamiento lleva una serie de actividades. En la Figura 4, se describen de manera breve labores que se realizan en la planta.

El primer paso es la cosecha, luego su transporte a la planta de acondicionamiento en donde se recepciona tomando muestras para determinar su calidad. La determinación de humedad es la más importante; si es mayor al 20% se envía a secado. También se realizan pruebas de pureza física y germinación. El siguiente paso es la prelimpieza que consiste en la eliminación de material contaminante como son rastrojos, terrones de tierra, y otros materiales. Continúa la limpieza del lote, que consiste en la eliminación de materiales contaminantes del mismo peso específico y similares dimensiones que las semillas. A continuación, la clasificación que consiste en la separación en diferentes categorías por sus dimensiones y peso específico (separación de semillas grandes, medianas, pequeñas o pesadas, ligeramente pesadas y livianas).

Después de la clasificación pasa al almacenamiento en cuarto frío, en caso que éste no exista, se resguarda en condiciones ambientales que no causen su deterioro en corto tiempo. El deterioro se acelerará si se deja por periodos de tiempo muy largos bajo condiciones ambientales no controladas. Si el lote no se logra comercializar como semilla se vende como grano, caso contrario pasa al proceso de tratamiento con productos químicos para evitar el ataque de plagas y enfermedades. El empaque es el paso final en el acondicionamiento (Lars, 2000; Cormark and Rakita, 2004; Wunder, 2013).

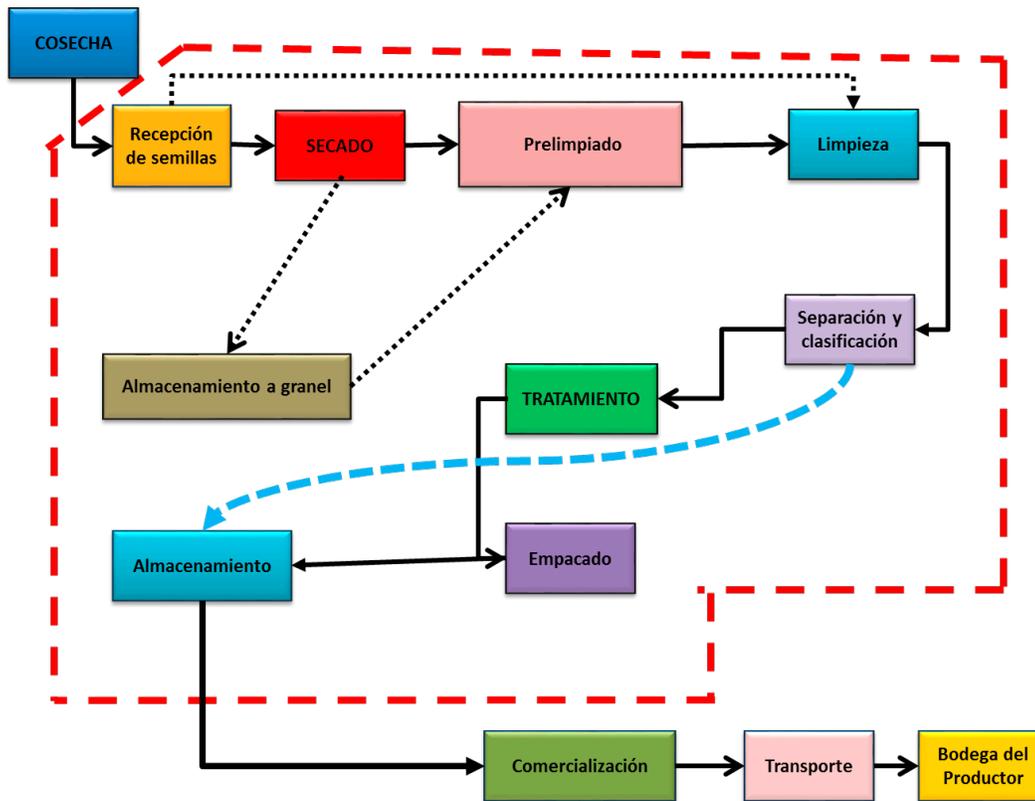


Figura 4. Flujo de operaciones en el acondicionamiento. Las líneas negras sólidas representan un flujo lineal en el proceso en una planta de acondicionamiento. Las líneas negras discontinuas representan operaciones especiales debido a la calidad presente en el lote a procesar. La línea azul discontinua representa al lote de semillas que no está disponible para su comercialización y pasa al almacenamiento en cuarto frío (Copeland, 2001; Cormark and Rakita, 2004).

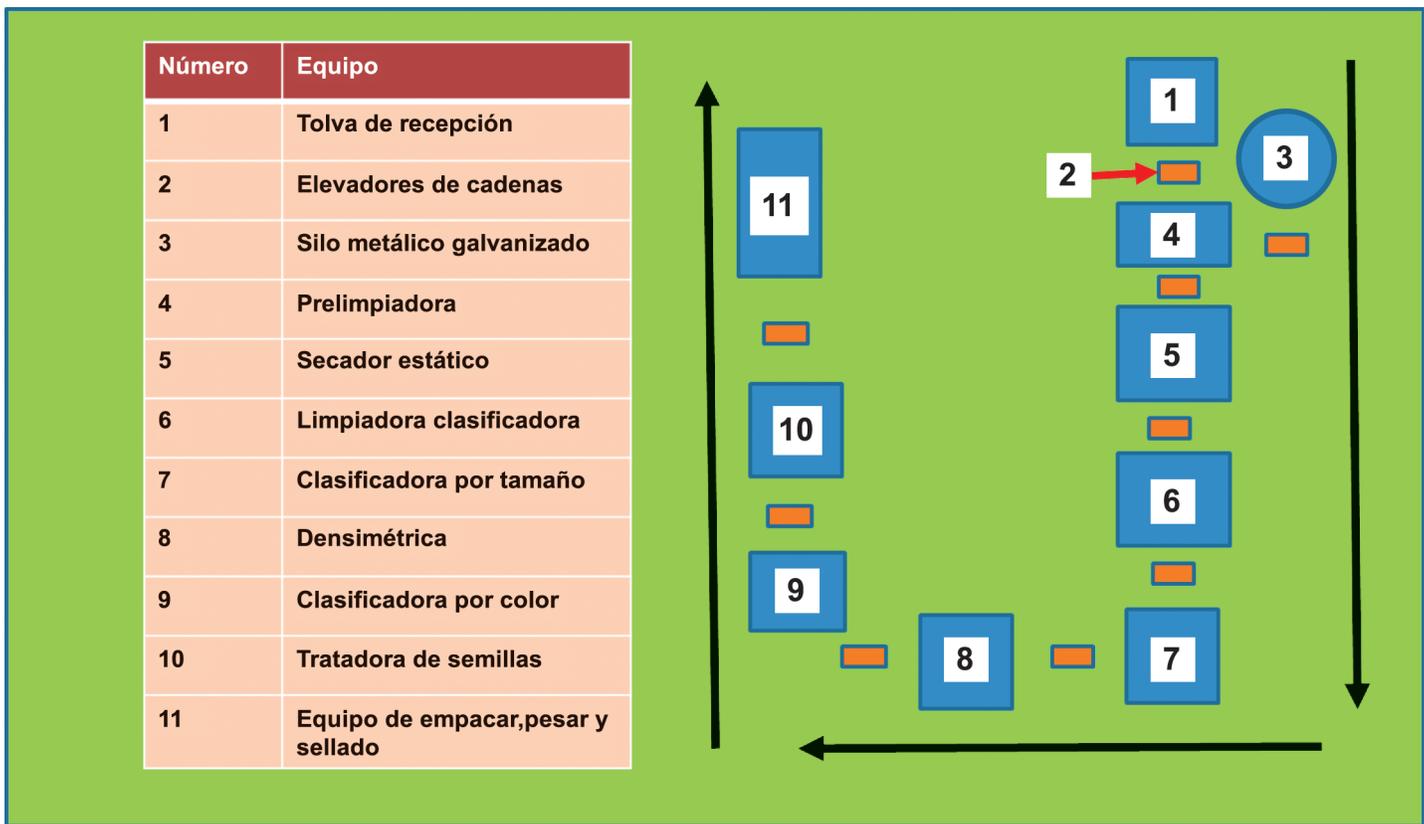


Figura 5. Distribución lineal de los equipos en una planta de acondicionamiento de semillas. Las flechas negras indican la dirección del flujo de semillas a través de los equipos. En Cuadro de izquierda se enumeran los equipos en el orden de distribución dentro de la planta de acondicionamiento de semillas (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

En la Figura 5, se presenta diagrama de la disposición de equipos al interior de una planta de acondicionamiento de semillas. Preferiblemente se disponen en línea, todo depende del diseño de la infraestructura y topografía del terreno donde se localice la planta de acondicionamiento.

### Posibles riesgos de contaminación

- En términos generales los puntos de contaminación de un lote de semillas son los siguientes: En campo, se puede presentar contaminación de tipo varietal, semillas de otros cultivos, malezas, o fitopatológicas como insectos plagas. Las inspecciones de campo son de mucha importancia durante el cultivo, si éstas no se realizaron en número y calidad se corre el riesgo de diseminar malezas, plagas y enfermedades a otras zonas productivas del país, afectando el desarrollo de la agricultura nacional.

- Existen enfermedades e insectos plagas que se transmiten por medio de las semillas convirtiéndose en la fuente para propagar las especies, pero también pueden ser utilizadas como vehículo para transportar patógenos. La mayoría de las enfermedades de los granos de consumo son llevadas por las semillas aunque no necesariamente afecten al cultivo por medio del cual se diseminan. En términos generales, la transmisión de patógenos aumenta en la medida en que el inóculo se ubique más internamente en la semilla. La patología es la ciencia que estudia las implicaciones relativas a la asociación de patógenos con la semilla. De tal manera que las inspecciones y análisis de muestras permiten la detección oportuna de los patógenos asociados a ellas, los tratamientos permiten protegerlas de dichos microorganismos y en algunos casos erradicarlos (Amagada, 1997; Villalobos, 2012).

- Según investigaciones realizadas en la Universidad de México, UNAM, expertos en fitopatología de *Phaseolus vulgaris* y “sus estudios se basan en dos bacterias ligadas a esta leguminosa, la causante del tizón de halo (*Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*) y la del tizón común (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*), que han coevolucionado con el frijol. La mayoría de las bacterias fitopatógenas se transmiten a partir de semillas” (Seedquest news, 2014).
- Algunos ejemplos de enfermedades que se transmiten por semilla en el cultivo del frijol, *Phaseolus vulgaris* L, es el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* que muestra lesiones color marrón con centros blanquecinos. Se ha determinado que una semilla infectada en un grupo de 16,000 es capaz, bajo condiciones ecológicas favorables para su desarrollo, de acabar con toda un área plantada. En el caso del cultivo del maíz *Zea mays*, el hongo *Helminthosporium carbonum* produce unas excretas mohosas de color negro que les da una apariencia carbonosa y otro patógeno en maíz es *Phylospora zea* se detecta por la presencia de rayas o pecas negras en el pericarpio (Arriagada, 1997; Villalobos, 2012).
- Si no se limpian los equipos y máquinas requeridas para la cosecha, trillado y transporte a la planta de acondicionado se corre el riesgo de posible contaminantes como plagas y enfermedades, semillas de malezas y otras variedades y otros que pueden presentarse durante la movilización del producto hacia la planta de acondicionado.
- Al momento de la recepción de la materia prima en la planta de acondicionamiento, verificar el contenido de humedad ya que es de suma importancia, pues un alto contenido permite el ataque de plagas y enfermedades y la generación de calor por la masa de semillas. Otra prueba a determinar es la pureza física del lote y el proceso a seguir para las eliminaciones apropiadas de estos contaminantes, que adicionalmente son un medio de propagación y deterioro de la calidad.
- Durante el secado, los secadores pueden estar sucios con residuos de otras semillas de lotes anteriores. Pueden contener plagas, insectos y roedores en su interior, por lo cual se tienen que revisar periódicamente para su debida desinfección y limpieza.
- Durante la manipulación del lote de semillas en la planta de acondicionado, debe verificarse la limpieza y sanidad de los elevadores, dado que son puntos claves en el proceso y potencial fuente de contaminación al momento de su movimiento interno dentro de la planta. En las bodegas de almacenamiento y cuartos fríos donde se almacena el producto final listo para su entrega y comercialización, verificar un plan de control de plagas y limpieza para la seguridad en la calidad de los lotes de semillas almacenados.
- La limpieza en los alrededores de las plantas de acondicionamiento es una medida para evitar cualquier refugio temporal de plagas que posteriormente se introducen a la planta, se debe eliminar todo tipo de desperdicios de semillas y residuos vegetales porque representan elementos de atracción de las plagas y enfermedades y serán el vehículo para que éstas se introduzcan a las instalaciones físicas en búsqueda de refugio, agua y alimento (Copeland, 2001; Gómez et al, 2001; Cormark and Rakita, 2004; Wunder, 2013).

## Control de puntos críticos

Se pueden definir varios puntos críticos durante el proceso de acondicionamiento los cuales a continuación se enumeran:

1. Bajo ninguna condición durante la temporada de beneficiado de la semilla en la planta de acondicionado, se deberá procesar grano comercial ya que representa un potencial riesgo de contaminación en detrimento de la calidad.
2. Al momento de la cosecha, revisar las fuentes de posible contaminación física (suciedades contaminantes, suelo, rastros, etc.) o de plagas y enfermedades (eliminar plantas enfermas antes de la cosecha), utilizar sacos limpios o limpiar completamente los equipos utilizados antes de realizar la cosecha. Etiquetar debidamente el lote de semillas con los datos de procedencia, dueño, cultivo, variedad, copia de registro y categoría genética del lote a acondicionar.

3. El momento de la recepción, es el punto donde se tiene que verificar la calidad que se está introduciendo a la planta de acondicionamiento, el operador de la planta debe verificar la información y calidad, tomar muestras para los controles internos de pureza física y sanitaria, humedad, germinación y vigor.
4. Durante la limpieza, verificar si los contaminantes físicos, rastros y otras partículas son debidamente eliminados por los equipos de aire-zarandas de las prelimpiadoras. Determinar las dimensiones milimétricas de los contaminantes para utilizar las zarandas apropiadas.
5. Otro sitio de atención son los equipos de secado, patios de secado natural, túneles y casetas de secado. Verificar la limpieza de los secadores y zarandas, no permitir residuos de semillas, revisar la presencia de insectos plagas, roedores (ratas y ratones), u otros contaminantes. Principalmente ajustar las temperaturas y tiempos del secado los cuales se explican en otro capítulo de la guía. Es muy importante el control en el secado. En el uso de los equipos de secado controlar las temperaturas, duración y velocidad del flujo de aire caliente para evitar provocar daño irreversible en la integridad del embrión y en la cubierta de las semillas. En los patios de secado se debe remover constantemente las semillas para exponer la capa inferior al sol (se encuentran más frías que la capa superior), esto se hace con un rastrillo de madera para evitar ocasionar daños mecánicos.
6. En el empaqueo y tratamiento se deben tener las precauciones necesarias como la calibración del equipo tratador y la aplicación de la concentración apropiada que indica la etiqueta en el envase del producto químico a aplicar.
7. Otro sitio de importancia es durante el pesado y empaque de las semillas, generalmente se realiza en sacos y bolsas de papel kraft, verificar que la báscula esté calibrada apropiadamente.
8. El almacenamiento en cuarto frío, es un punto estratégico, la regulación de la temperatura y humedad deben ser inspeccionadas periódicamente, revisar que éstas se mantienen en los rangos establecidos. El cuarto frío debe contar con un generador eléctrico en caso de fallas en el servicio de electricidad en la localidad. Éste debe encontrarse limpio, sin productos químicos almacenados en su interior y libre de plagas y enfermedades. Todos los recipientes que contengan semillas deberán estar cerrados herméticamente para evitar la absorción de humedad por parte de las semillas.
9. El almacenamiento por cortos periodos de tiempo en condiciones naturales se debe restringir al uso regla de Harrington: la humedad relativa (HR) en % más la temperatura que no debe ser mayor al valor de 100, o sea  $HR\% + ^\circ T < 100$ . Si no se cumple con estas medidas no dejar las semillas expuestas a condiciones ambientales y proceder a su almacenamiento en cuarto frío.
10. Las estibas en bodegas y cuartos fríos de los lotes una vez acondicionados se realiza ordenadamente según recomendación en Cuadro 3. Las bolsas de semillas se deben apilar en estibas debidamente ordenadas y rotuladas, sobre polines de madera o plásticos, para proteger del contacto con el piso y la posibilidad de absorber humedad del mismo.
11. Durante el almacenamiento se tienen que tomar muestras para determinar la germinación y viabilidad de los lotes. Realizar una prueba al momento del almacenamiento del producto terminado y otra antes de realizar la siembra. Por lo general se recomiendan las pruebas en lotes listos para su comercialización cada seis meses.
12. El último punto crítico en la planta de acondicionamiento de semillas es el área de despacho. Se deben tener controles del pesado de cada lote entregado, debidamente etiquetado según la categoría (genética, básica, registrada, certificada, apta). Este pesaje de verificación se hace al azar, determinando un número de empaques por lote para el muestreo acorde a la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense NTON-11 006-02. En la etiqueta debe indicarse nombre del productor, número de etiqueta, cultivo, variedad, código del lote, semilla pura (mínimo 98%), germinación (mínimo 80%) (Schmidt, 2000; Gómez et al, 2001; NTON-11 006-02; Cormark and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wunder, 2013).

**Cuadro 3. Estibado de lotes de semillas una vez acondicionados (NTON-11 006-02).**

Cultivo	Peso máximo de la estiba (kg)	Distancia mínima entre la estiba y la pared (m)	Distancia mínima entre estiba y estiba (m)	Distancia mínima del final de la estiba y el techo (m)
Soya	16, 000	0.8	0.6	1.0
Arroz	12, 000	0.8	0.6	1.0
Frijol	16, 000	0.8	0.6	1.0
Maíz	7,000	0.8	0.6	0.5
Sorgo	14,000	0.8	0.6	0.5

### Registros internos en la planta de acondicionamiento de semillas

La primera acción antes de iniciar operaciones en una planta de acondicionamiento de semillas es pasar la inspección y luego obtener el debido registro (ver anexo No.1 Formato de registro de Planta de acondicionamiento de Semillas), para poder operar de parte del inspector del Departamento de Semillas del IPSA. Esta inspección se solicita en la delegación regional correspondiente del IPSA, lo cual conlleva el respectivo pago de arancel. El inspector verificará el estado físico, funcionalidad y limpieza de los equipos de secado, limpieza, clasificación, tratamiento, pesado, condiciones operativas de los elevadores, áreas de trabajo para condiciones de seguridad operacional del personal encargado de los equipos, patios de secado, áreas de almacenamiento, limpieza e higiene de toda la infraestructura, condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente y en condiciones controladas (cuartos fríos). Una vez concluida la inspección, el IPSA otorgará el correspondiente certificado que autoriza la operatividad de la planta para el acondicionamiento de semillas de diferentes cultivos (NTON 11 006-02; Ley 280. 1998; Peske y Aguirre, 1988; MAGFOR/DGPSA/INTA, 2013).

Una vez que se cuente con la autorización, es una obligación que en la planta se lleven los correspondientes registros internos tal como se plantea en los procedimientos de buenas prácticas

de manufactura en los capítulos anteriores de esta guía así como los controles de calidad, desde la recepción hasta la salida del lote una vez terminado el acondicionamiento. Durante el proceso, un inspector del IPSA realizará la supervisión, tomará las respectivas muestras, que serán enviadas al laboratorio y si los análisis cumplen lo establecido en las NTON 11 006-02, se extenderá la correspondiente etiqueta para cada envase con información de la categoría y parámetros de calidad específicos.

El control interno debe registrar el historial de cada lote, origen, empresa o productor, cultivo, variedad, categoría, porcentajes de humedad y germinación, pureza física y estado sanitario del lote. Luego se registrará el proceso por el cual fue sometido el lote de semillas en los equipos de limpieza y clasificación, se debe registrar el peso de cada una de las partes en la separación de contaminantes físicos hasta lograr el lote conteniendo sólo semillas puras.

El inventario de los lotes en proceso de las semillas en almacén se deben registrar en el orden de recepción en la planta de acondicionamiento, se debe tener una disciplina de orden, el primero que llega es el primero que ingresa al proceso de acondicionamiento.



# **6. Controles de procesos en planta de acondicionamiento**

---

# Controles de procesos en planta de acondicionamiento

Se hace énfasis en los registros de los procesos que garantizan el respaldo de las actividades de acondicionamiento realizados en la planta para la verificación, controles de evaluación, seguimiento y garantía de la calidad del acondicionamiento de los lotes de semillas.

## Recepción

Se puede realizar en sacos o a granel. Son varias las características del lote de semilla que se registran al momento de la recepción en la planta procesadora: nombre del propietario, origen del producto, cultivo, variedad, peso total del lote, fecha de cosecha, distancia y tiempo de traslado del lugar de origen hacia la planta de acondicionado, tipo de transporte, guía de transporte emitida por las autoridades locales (Alcaldías) y la documentación soporte de la certificación en campo emitida por el IPSA. Cuando se recibe a granel se presentará información del peso total del lote. Cuando se recibe en sacos facilita el control para el manejo, se tiene que etiquetar cada saco con la misma información de todo el lote. Una vez realizado todo el registro en la caseta de recepción se procede al muestreo para la determinación de la calidad del lote que se está ingresando a la planta de acondicionamiento.

Se debe tener mucho cuidado en la colocación de los sacos, no tirar o dejar caer los sacos de manera violenta, esto provoca daños mecánicos a las semillas, preferiblemente usar bandas transportadoras. En las

Figuras 6 y 7, se pueden observar diferentes equipos utilizados para la descarga al entrar a la planta de acondicionamiento y se observan las áreas donde se reciben los lotes en sacos y a granel.

Una ventaja de la recepción en sacos, es que se puede realizar la labor de secado inicial utilizando los mismos sacos. Pero es un inconveniente cuando se están manejando grandes volúmenes, la operación se hace más costosa que si se realiza a granel.

Por controles de calidad los sacos tienen que estar bien limpios o preferiblemente nuevos para evitar contaminaciones, si se utilizan sacos viejos o sucios se está propiciando la contaminación de las semillas con esporas de hongos, bacterias, huevos de insectos, materiales inertes y otros contaminantes. La utilización de sacos permite una mejor identificación de los lotes y permiten realizar una buena colocación de los sacos en estibas fáciles de controlar en las bodegas.

La recepción a granel es cuando hay grandes volúmenes permitiendo ahorrar tiempo y ser más eficientes en el proceso de acondicionado, para esto se requiere que el beneficio cuente con tolvas y silos para la recepción, y transportadores para su manipulación. Si la semilla se recibe con un alto porcentaje de humedad no puede permanecer a granel por mucho tiempo, requiere de ventilación o secado. Contar con los equipos de secado y una buena planificación del proceso hará mucho más fácil el manejo de la semilla a granel (Cormark and Rakita C, 2004).



Figura 6. Diferentes formas de recepción de semillas en las plantas de procesamiento industrial. Fotografía (A) muestra tolva de recepción de bajo nivel, en el piso se observa un enrejado metálico por donde se descargan las semillas por gravedad. Fotografía (B) recepción de semillas en bolsas de polietileno de 1,000 kg. Fotografías (C) y (D) recepción de semillas en sacos de polietileno de 50 kg. Fotografías Néstor Bonilla Bird.



Revisar que los transportadores se encuentren completamente limpios, sin ningún contaminante de índole físico, semillas de otras variedades, malezas o de otros cultivos. Previo a realizar el movimiento de las semillas desde el punto de recepción hasta la siguiente etapa en proceso de prelimpieza, si se utilizan los transportadores como bandas, ejes helicoidales, vibradores o neumáticos se tiene que asegurar un flujo continuo. Estos transportadores deben considerarse como apéndices de los mismos equipos limpiadores y clasificadores.

**Limpieza del área de recepción.** Se tiene que asegurar que este espacio esté bien limpio de basura, polvo y otros tipos de semillas. Que se encuentre con la debida desinfección de posibles contaminantes como esporas de hongos, bacterias y nemátodos. El área debe ser fumigada con productos contra la presencia de insectos y roedores. Para lo cual se tienen que realizar aspersiones regulares y fumigaciones con químicos permitidos para su aplicación en áreas de circulación de personal. En Figura 8, se muestran la falta de controles de limpieza y orden en la recepción, se observa la falta de implementación de buenas prácticas y controles de calidad.

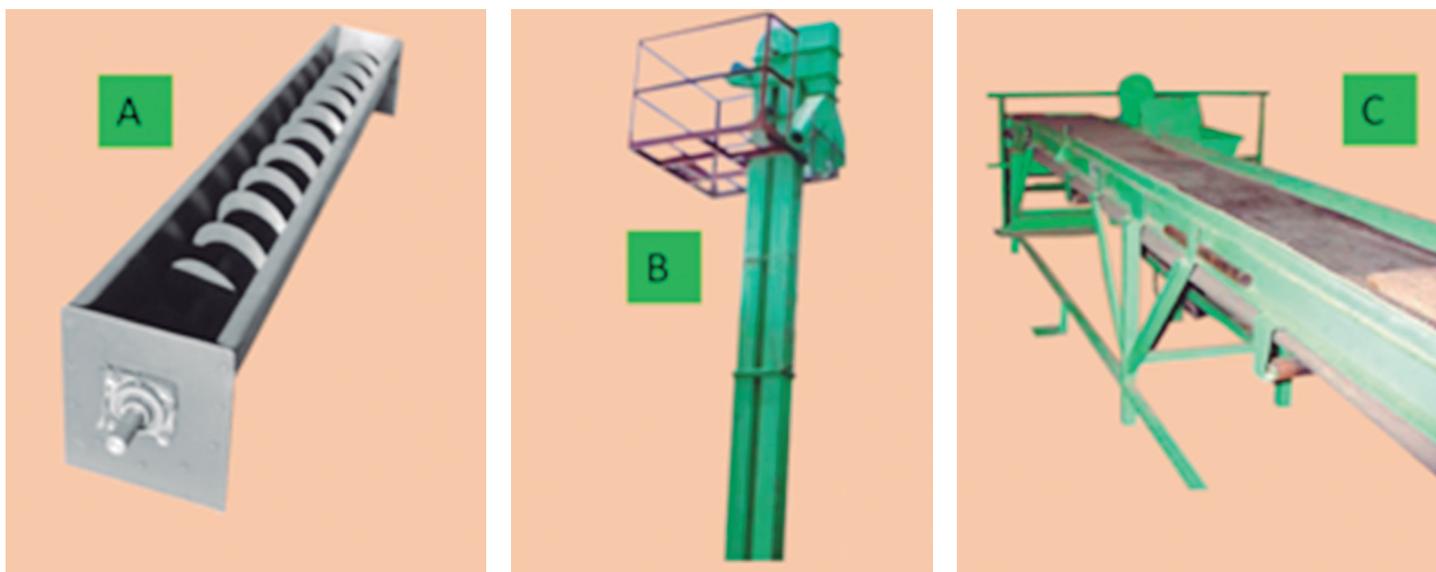


Figura 7. A) transportador helicoidal de 10 a 50 cm de diámetro. Foto FIATA, B) elevador de cangilones de aproximadamente 90 kg a 180 kg/h (20 a 40 qq/h). Foto FIATA. C) transportador de banda para sacos de polietileno de 50 kg. Foto FIATA. D) Elevador helicoidal. Néstor Bonilla Bird.

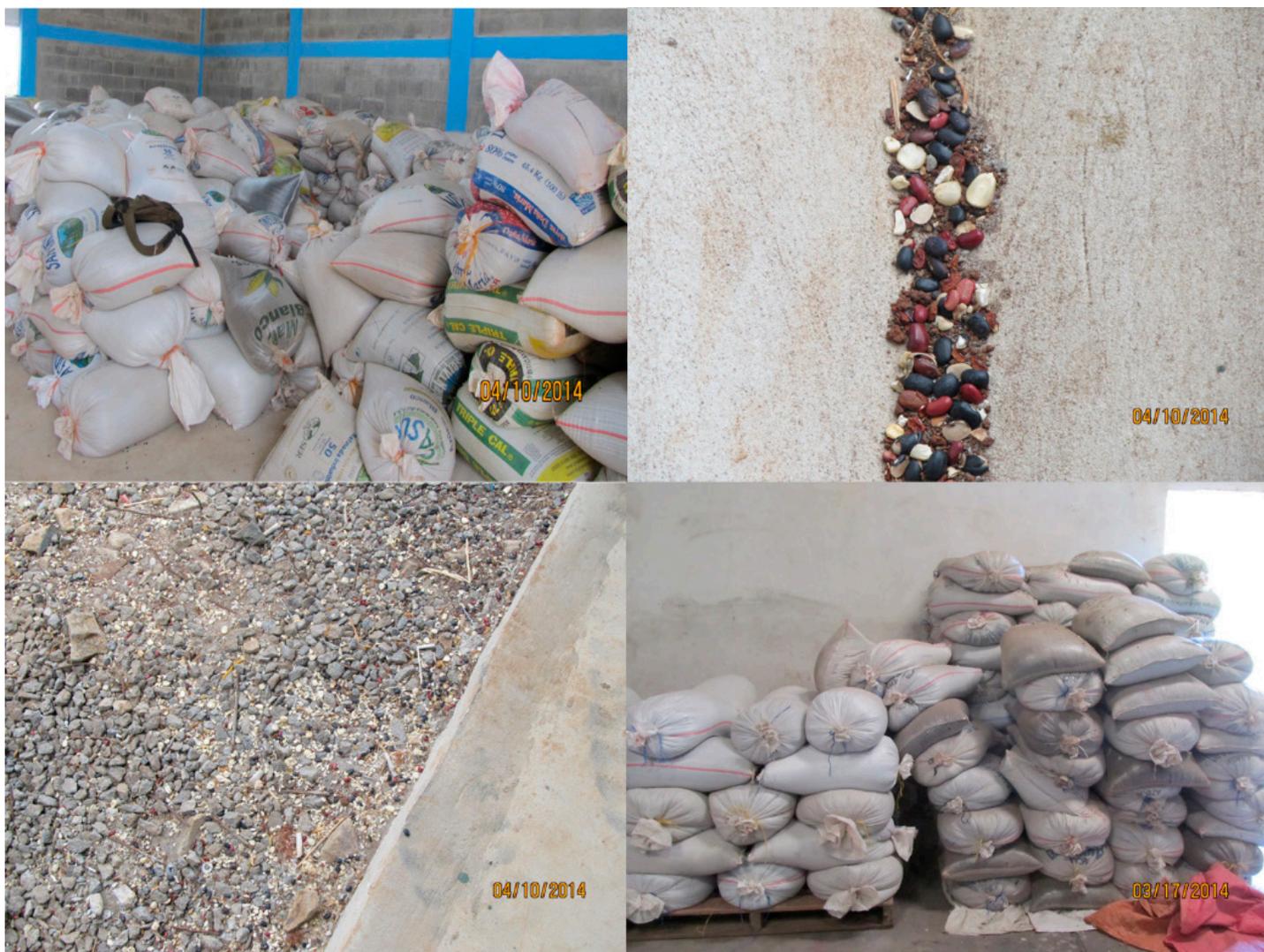


Figura 8. Áreas de recepción de semillas en plantas sin control de calidad. Se puede observar el desorden en el arreglo de los sacos en la recepción, la falta de limpieza en las áreas aledañas a la recepción. Las estibas de sacos de polietileno, completamente desordenadas y sin protección, en contacto con el piso de concreto, absorbiendo la humedad del suelo. Fotografías Néstor Bonilla Bird.

### Muestreos al lote de semillas en la planta de acondicionamiento

Este procedimiento permite obtener una muestra representativa del lote, con el fin de determinar características tales como el contenido de humedad, la pureza y la viabilidad. Con base en estos resultados se decidirá el proceso al que se someterá el lote, en esto radica la importancia de hacer un buen muestreo. Se presenta información en Cuadro 4, sobre el tamaño de muestra a realizar en los granos básicos de acuerdo al tamaño máximo del lote. La cantidad de semilla requerida para cada muestra se detalla en Cuadro 5 y 6, de acuerdo con las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON 11 006-02; ISTA Rules 2014).

### Muestreo en sacos o bolsas

Normalmente el peso por envase (saco o bolsa) oscila de 45 a 50 kg. Durante el transporte, aquellas semillas pequeñas y de mayor peso específico tienden a ubicarse en la parte inferior del envase. Las grandes y las de menor peso específico tienden a quedarse arriba. Por este motivo es necesario que los caladores o chuzos utilizados para el muestreo sean suficientemente largos para poder recolectar las semillas de diversos puntos del envase. Un buen calador debe tener paredes lisas, con una punta fina de perforación y como mínimo 60 cm de longitud.

El calador o chuzo se debe introducir diagonalmente a todo el largo de cada saco de tal forma que se puedan tomar muestras representativas de cada unidad



seleccionada para la muestra. El calador se introduce en el envase con las aberturas cerradas o hacia abajo (dependiendo del tipo de calador) para tener una muestra representativa de cada unidad. En Figura 9, se muestran diferentes tipos de caladores utilizados para el muestreo (NTON 11 006-02).



Figura 9. A) Tipos de sondas para tomas de muestras o caladores para semillas en sacos y a granel. B) Muestra de caladores o “chuzos” para la toma de muestras de sacos y bolsas de semillas. Fotos de Seedburo, 2014.

**Cuadro 4. Número de muestras a tomar presentación de semilla está en sacos (NTON 11 006-02).**

Tamaño del lote	Número de muestras a tomar
Hasta 5 sacos	Muestrear cada envase y tomar 5 muestras.
De 6 a 30 sacos	Muestrear un envase cada tres sacos pero no menos de 5 muestras elementales.
De 31 a más sacos	Muestrear por lo menos un envase cada cinco sacos pero no menos de 10 sacos.

**Muestreo a granel**

Cuando las semillas están a granel, se presenta un problema con su estratificación, debido a que las semillas pesadas tienden a deslizarse hacia la parte baja y las livianas quedarse en la parte superior. Hay caladores que tienen compartimentos para evitar la mezcla a los diferentes estratos que se presentan a granel, esto permite tomar una muestra representativa de cada uno de los diferentes niveles en un lote. En Figura 10, se muestra diagrama de calador para la toma de muestras a granel y diagrama de la estratificación debido al movimiento durante el transporte y manipulación de los lotes. Figura 11, se presenta un formato para el llenado de información que acompaña a cada muestra de semillas (NTON 11 006-02).

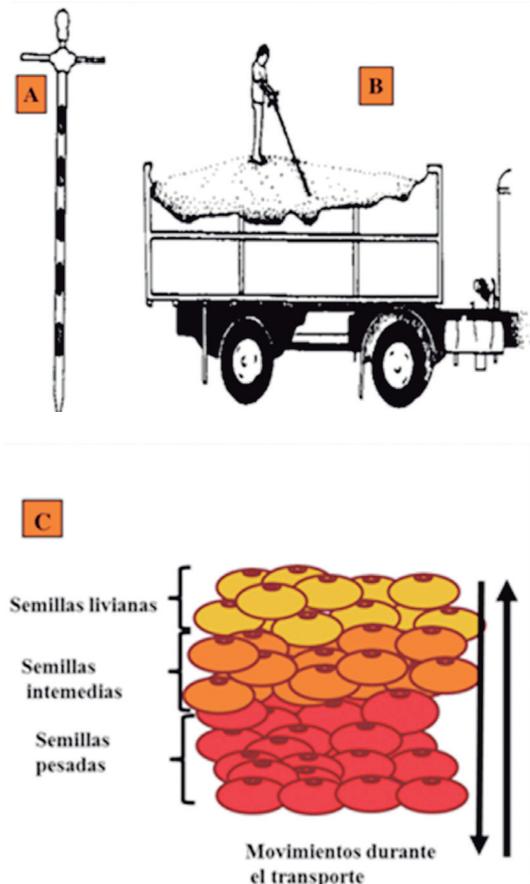


Figura 10. A) Calador para muestreo a granel. Manual Postcosecha FAO B) Toma de muestras a granel Manual Postcosecha FAO. C) Diagrama estratificación de las semillas por su peso debido al movimiento durante el transporte y manipulación. Néstor Bonilla Bird.

**Cuadro 5. Número de muestras a tomar cuando la presentación de semilla está a granel (NTON 11 006-02).**

Tamaño del lote	Número de muestras a tomar
Hasta 500 kg	Tomar 5 muestras elementales al azar
De 501 a 3,000 kg	Una muestra elemental cada 300 kg, pero no menos de 5 muestras elementales
De 3,001 a 21,000 kg	Una muestra elemental cada 500 kg, pero no menos de 10 muestras elementales

**Cuadro 6. Tamaño de la muestra elemental o de trabajo para los análisis de calidad en el laboratorio (NTON 11 006-02).**

Cultivo	Tamaño de la muestra a tomar (g)
Arroz, frijol, maíz, sorgo	1,000 a 1,300
Maíz para análisis físico por tipo	2,000

La información sugerida a registrar en una etiqueta de remisión de muestra de semillas es la siguiente:

Nombre de la planta de acondicionamiento de semillas: \_\_\_\_\_

Propietario de lote de semillas: \_\_\_\_\_

Procedencia: \_\_\_\_\_

Fecha de ingreso: \_\_\_\_\_

Guía de remisión: \_\_\_\_\_

Bodega No. \_\_\_\_\_ Cultivo: \_\_\_\_\_

Variedad: \_\_\_\_\_

Categoría de semilla: \_\_\_\_\_

Estiba No. \_\_\_\_\_ Existencias: \_\_\_\_\_ Kg.

Peso de muestra: \_\_\_\_\_ Kg.

Toma la muestra: \_\_\_\_\_

Fecha de muestreo: \_\_\_\_\_

Figura 11. Formulario conteniendo la información para la remisión y toma de muestras para controles internos en la planta de acondicionamiento de semillas.



## Preparación de la muestra de trabajo

La preparación de la muestra de trabajo la realiza el personal del laboratorio de control de calidad a lo interno de la planta de acondicionamiento u otro laboratorio de semillas, de todas las muestras pertenecientes a un lote se depositan en un homogenizador el cual permite realizar la combinación de todas las muestras y así poder seleccionar dos muestras similares y de peso idéntico para hacer las respectivas determinaciones de calidad del lote, el homogenizador se muestra en Figura 12. En Cuadro 6, se presenta el peso de las muestras de trabajo (ISTA, 2014).

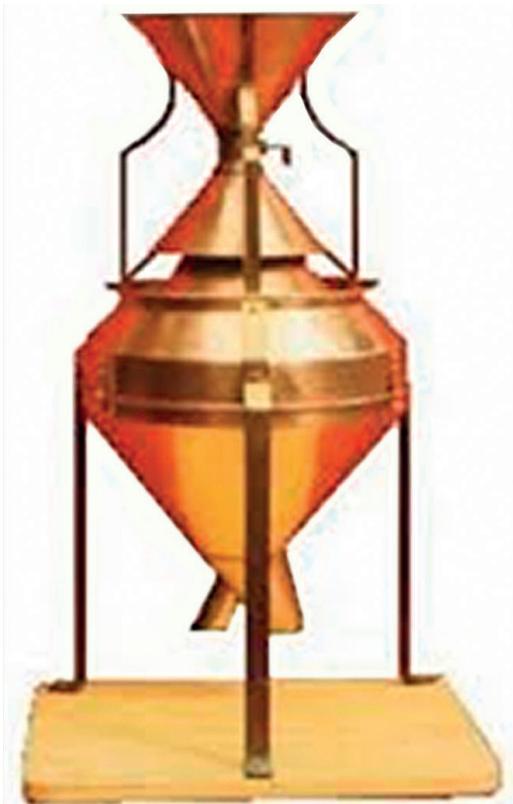


Figura 12. Homogenizador de muestras de semillas.  
Foto de Seedburo.

## Determinación del contenido de humedad en el lote de semillas

La determinación de la humedad del lote de semillas es la primera actividad a realizar en la planta de acondicionamiento. Esta determinación se recomienda realizarla principalmente por dos motivos:

- Para saber si es necesario secarla previo a su almacenamiento o antes de iniciar las operaciones de limpieza y clasificación.
- Para poder calcular las mermas por alta humedad al momento de cuantificar la cantidad de semilla recibida.

Para decidir el grado de secamiento necesario, se requiere determinar la humedad de diversas muestras primarias, según se ha establecido anteriormente en Cuadro 1 y posteriormente determinar el promedio de humedad de todo el lote.

Los equipos utilizados para determinar el contenido de humedad se consiguen en el mercado local, son de fácil uso, lectura y portables para la toma directa en condiciones de campo o en los almacenes y en la planta de acondicionamiento. Sólo se requiere de seguir las instrucciones del fabricante y las recomendaciones en cuanto a la lectura y la buena utilización e interpretación de los resultados.

Para la determinación de la humedad del lote al momento de su recepción en la planta de acondicionamiento se requiere calcular su contenido al inicio y posterior al secado, la pérdida en el contenido de humedad implica una pérdida de peso en el lote. A continuación se presenta la forma apropiada para realizar estos cálculos, la determinación de la humedad se parte de la siguiente igualdad:

$$P_i (100 - H_i) = P_f (100 - H_f)$$

Donde:

$P_i$  = Peso inicial del lote

$H_i$  = Humedad inicial del lote (% , base húmeda)

$P_f$  = Peso final del lote

$H_f$  = Humedad final del lote (% , base húmeda)

En el siguiente ejemplo se podrá ver la utilidad de esta fórmula:

Se tiene un lote de semillas de 15,000 kg de peso y con un 24% de humedad y se desea saber el peso final luego de secar las semillas hasta alcanzar el 13% de humedad.

$$15,000 (100 - 24) = Pf (100 - 13) \text{ donde}$$

$$15,000 \times 76 = Pf \times 87$$

$$Pf = \frac{15,000 \times 76}{87} = 13,103.4 \text{ kg}$$

87

Con el resultado obtenido se puede ver la pérdida de peso por el secado y no de semillas.

### Determinación de la pureza física

Es una actividad a realizar como parte de los controles internos de calidad en la planta de acondicionamiento de semillas para cumplir con los siguientes objetivos:

- a. Establecer la presencia de malezas nocivas o permitidas para decidir, de acuerdo con el grado de contaminación, si se recibe o no el lote.
- b. Determinar las pérdidas debido a la remoción de los materiales contaminantes.
- c. Definir los equipos que se utilizarán para el beneficio adecuado.

La pureza del lote se puede determinar rápida y eficientemente sin el uso de técnicas o equipos especializados.

Esta prueba consiste en determinar la composición física de una muestra por medio de la separación de tres componentes: semilla pura (esta fracción se utiliza para las pruebas de germinación), otras semillas (las provenientes de otras variedades o especies ajenas al cultivo al cual se le hace la prueba) y materia inerte (piedras, trozos de semillas menores de la mitad de una entera, descascaradas, dañadas, o atacadas por insectos). Por cada uno de los materiales encontrados, se pesan para poder realizar una estimación y se determina el porcentaje de cada una de estas partes y de la contaminación encontrada en la muestra analizada.

Para el análisis de pureza física se debe tomar en consideración el peso de la muestra de trabajo según Cuadro 7, se presenta el número de dígitos según el peso de la muestra. En Cuadro 8, se muestra el peso para análisis de pureza física estandarizado para los granos básicos.

**Cuadro 7. Determinación del número de dígitos para el peso de la muestra de trabajo con relación al peso de dicha muestra (ISTA, 2014).**

Peso de la muestra de trabajo (g)	El número de decimales requeridos	Ejemplo
< 1	4	0. 7534
1-9.999	3	7.534
10-99.99	2	75.34
100-999.9	1	753.4
1 000 a más	0	7 534.00

Se ha estandarizado el peso de la muestra para realizar el análisis de pureza física, los datos se presentan a continuación:

**Cuadro 8. Determinación del peso de la muestra de trabajo para pureza física los diferentes cultivos de granos básicos (Peske and Aguirre, 1988; Gómez. et al. 2001).**

Cultivo	Tamaño de muestra
Frijol	1 kg (2.2 lb)
Arroz	1 kg (2.2 lb)
Maíz	1 kg (2.2 lb)
Sorgo	0.5 kg (1.1lb)



Se puede calcular la merma por impurezas, partiendo de la siguiente fórmula:

$$PI \times pi = PF \times pf$$

Donde:

PI = Peso inicial del lote

pi = Pureza inicial (%)

PF = Peso final

pf = Pureza final (%)

En el siguiente ejemplo se podrá ver la utilidad de esta fórmula:

Se tiene un lote de semillas de 8,000 kg de peso inicial (PI) y con una pureza inicial (pi) del 96%.

¿Cuál es el peso final (PF), si se desea una pureza final (pf) del 99%?

$$8,000 \times 96 = PF \quad \text{entonces}$$

$$PF = \frac{8,000 \times 96}{99} = 7,757.5 \text{ kg}$$

99

## Determinación de la germinación en el lote de semillas

Se realiza para determinar el máximo potencial de germinación que posee el lote de semillas. Esta información servirá para comparar su calidad respecto a otros lotes y para la planificación de la norma de siembra a partir del resultado obtenido después de la prueba de germinación verificada al lote. Esta prueba se tiene que realizar en el laboratorio interno a la planta de acondicionado como parte del control de calidad. El laboratorio garantizará realizar esta prueba en un ambiente controlado, de manera rápida y completa para las muestras de cada especie en particular. El criterio de germinación es cuando las semillas logran la emergencia y desarrollo de las partes esenciales de las estructuras de la plántula que indiquen la habilidad de que éstas se desarrollen en futuras plántulas bajo condiciones favorables de campo. Por lo general una prueba de germinación toma de 6 a 12 días dependiendo de la especie en evaluación para el caso de granos básicos, se observan en el Cuadro 8 (ISTA, 2014; Wunder, 2013).

La prueba de germinación consiste en colocar las semillas bajo condiciones ambientales óptimas para su germinación según estándares internacionales. Esta prueba se basa en la observación de todas las partes de la plántula y determinando si éstas se encuentran defectuosas, dañadas y si están en posibilidad de desarrollarse con normalidad. Con esta prueba se puede determinar el porcentaje de plántulas normales y anormales, semillas frescas, duras y muertas presentes en la muestra y en el lote que ésta representa. La prueba se realiza utilizando cuatro repeticiones de 100 semillas, que proceden del análisis de Pureza Física del componente de "Semilla Pura" (ISTA, 2014).

## Pruebas rápidas de viabilidad

Son procedimientos que generalmente no requieren de muchos recursos humanos y materiales, que permiten determinar rápidamente la calidad de una muestra en relación al tiempo que dura una prueba de germinación o de vigor.

## La prueba de tetrazolium

La semilla es un órgano con vida, esta prueba diferencia los tejidos vivos de los muertos a partir de la actividad enzimática de las deshidrogenasas (enzimas de la respiración). Al sumergir las semillas en agua, la actividad de estas enzimas se incrementa, se libera hidrógeno, reduciendo la solución de Tetrazolium (Formazán) que es incolora, su efecto sobre los tejidos vivos es tiñéndoles de color rojo, los tejidos muertos permanecen incoloros (Gómez y Minelli, 1990; Wunder, 2013; <http://www.seedtests.com/>).

## Procedimiento del análisis

El primer paso es la hidratación de las semillas, éstas deben absorber agua (imbibición) para iniciar los cambios fisiológicos internos o proceso enzimático, con la absorción de agua ocurre un ablandamiento de los tejidos. Para poder realizar esta prueba se requiere realizar un corte a cada semilla, por lo que este ablandamiento facilita realizarlo o hacer un pinchazo, esto permitirá que el Formazán entre en contacto con los tejidos del embrión. Posteriormente se da la tinción, las semillas se sumergen en una solución que varía de 5 a 1% por un periodo de tiempo de 2 a 18 horas, dependiendo de la especie. Finalmente se realiza la

evaluación con base en la tinción y la intensidad de la misma. Para realizar esta evaluación la persona debe tener un pleno conocimiento de la anatomía de las semillas para valorar cada uno de los componentes sujetos a la tinción. Los resultados se expresan porcentualmente. Ejemplo: 90% de semillas viables, 10% semilla inviables. En Figura 13, se observa la reacción de los embriones a la tinción con tetrazolium en perfectas condiciones fisiológicas se observan de color rojo (Gómez y Minelli, 1990; Reglas ISTA, 2014).

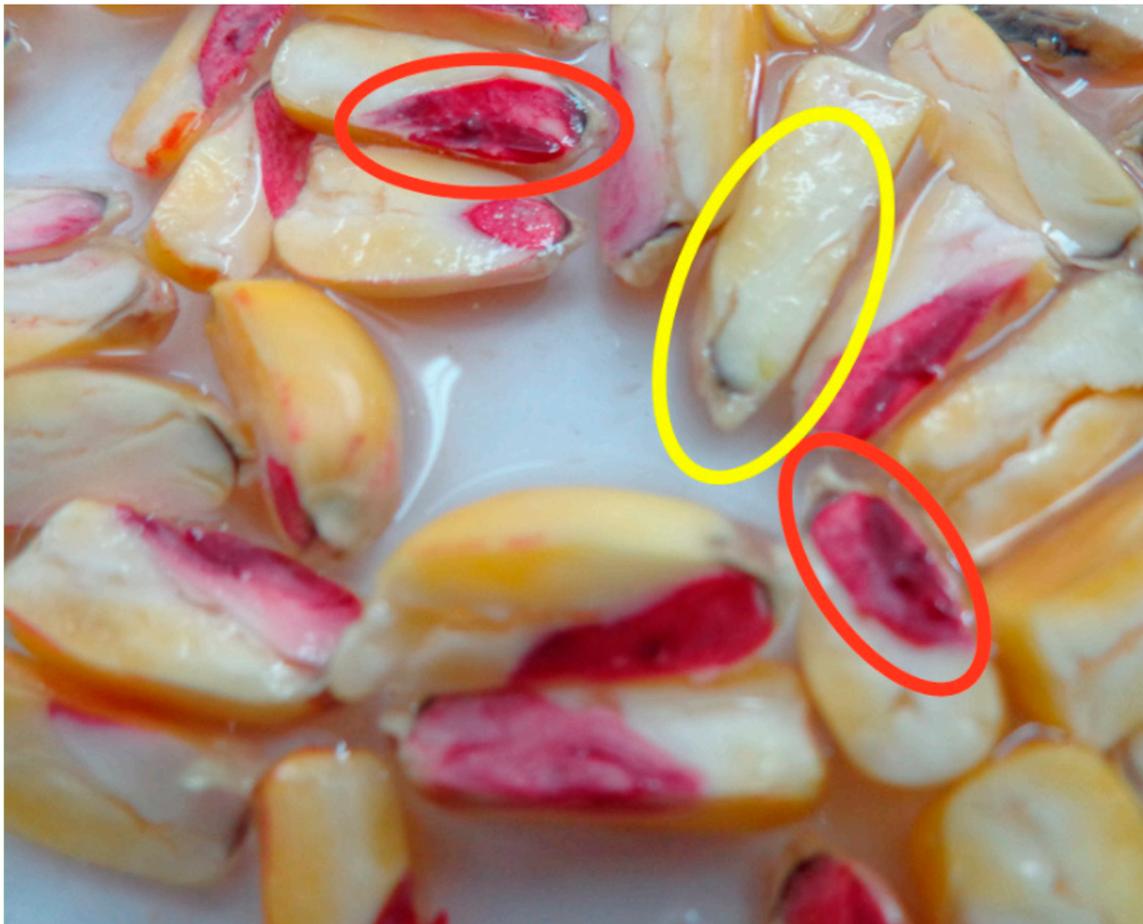


Figura 13. Prueba de Tetrazolium realizada a semillas de maíz. Círculos rojos indican las semillas que tienen el embrión en perfectas condiciones fisiológicas. Círculo amarillo indica semilla cuyo embrión está muerto. Fotos tomadas de Google <http://www.gisena.com.mx/galerias.php>.

## Equipos requeridos para el control de calidad

Equipos mínimos requeridos para el control de calidad interno de la Planta de Beneficiado. En Figuras 14 y 15 se muestran estos equipos (ISTA, 2014).

1. Determinadores de humedad portátiles.
2. Tamices metálicos de diferentes medidas.
3. Pinzas.
5. Muestreadores de semillas para sacos y para granel.
6. Báscula electrónica de cuatro dígitos decimales.
7. Termómetros con escala en °C.
8. Diafanoscopio o lámpara con lente de escritorio para los análisis físicos de las muestras.
9. Platos Petri para los análisis de germinación.
10. Cristalería para la determinación de viabilidad.
11. Autoclave para limpieza y desinfección de cristalería.



Figura 14. Equipos requeridos para análisis de calidad. A. Balanza digital electrónica de cuatro dígitos. B. Lámpara con lente para escritorio. C. Pinza. D. Plato de aluminio para separación de componentes físicos de la muestra. E. Mesa de trabajo para realizar análisis de pureza física. Fotos tomadas del catálogo de Seedburo (<http://www.seedburo.com>)

Figura 15. Equipos de apoyo para análisis de calidad. A. Platos Petri utilizados para pruebas de germinación. B. Autoclave para la esterilización de cristalería. C. Contador digital de semillas. Fotos tomadas del catálogo de Seed-buro (<http://www.seedburo.com>).

## 6.1. Prelimpieza

Un lote de semillas se tiene que preparar previo a su acondicionamiento en una planta procesadora para evitar problemas en el deterioro de la calidad por el contenido de materiales contaminantes, como son hojas, rastrojos, piedras y otros. La labor de prelimpieza es para facilitar la manipulación y almacenamiento previo a su acondicionamiento.

El primer paso es verter la semilla en la tolva receptora en Figura 16, se presentan dos tipos de tolvas receptoras, (A) tolva de auto descarga y (B) tolva estacionaria, recibe el flujo y la traslada por medio de los transportadores a la desbrozadora o prelimpiadora. Esto permitirá un flujo constante por los transportadores; evitando se atasque en los ductos.

La utilización de la desbrozadora o equipo de prelimpieza Figura 17, se muestra el diagrama de una desbrozadora a base de aire-zarandas por las siguientes ventajas que presenta labor de prelimpieza:

1. Remoción de los residuos vegetales que podrían obstruir los transportadores.
2. Previene la obstrucción de los alimentadores de los equipos de acondicionamiento y clasificación de la semilla.
3. Permite una mayor precisión en la clasificación.
4. Incrementa la capacidad de limpieza de los equipos y por consiguiente la velocidad y eficiencia de la limpieza.

La desbrozadora consiste básicamente en un aspirador de aire con presión negativa, una vibradora con una o dos zarandas con movimiento horizontal.

Las semillas se depositan en la tolva de recepción del equipo, pasan por el rodo alimentador cayendo bajo la presión de succión de aire del ventilador, el cual remueve por absorción las partículas más livianas que las semillas.



Figura 16. A) Tolva de auto descarga móvil. Industrias COMORFA (<http://www.industriascomofra.com.ar/>) B) Tolva fija, METECHEGARAY. (<http://www.metechegaray.com.ar/>).

Las semillas posteriormente pasan por los orificios de la primera zaranda. Los materiales de mayores dimensiones son retirados. La segunda zaranda permite que materiales de menor dimensión pasen a través de los orificios hacia la zona de descarga. Una vez realizado el prelimpiado, las semillas permanecen con materiales contaminantes de las mismas dimensiones. El siguiente paso es la separación de estos contaminantes con los diferentes equipos especializados para cada cultivo. En Figura 18, se muestran algunas desbrozadoras o prelimpiadoras de fabricación nacional (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

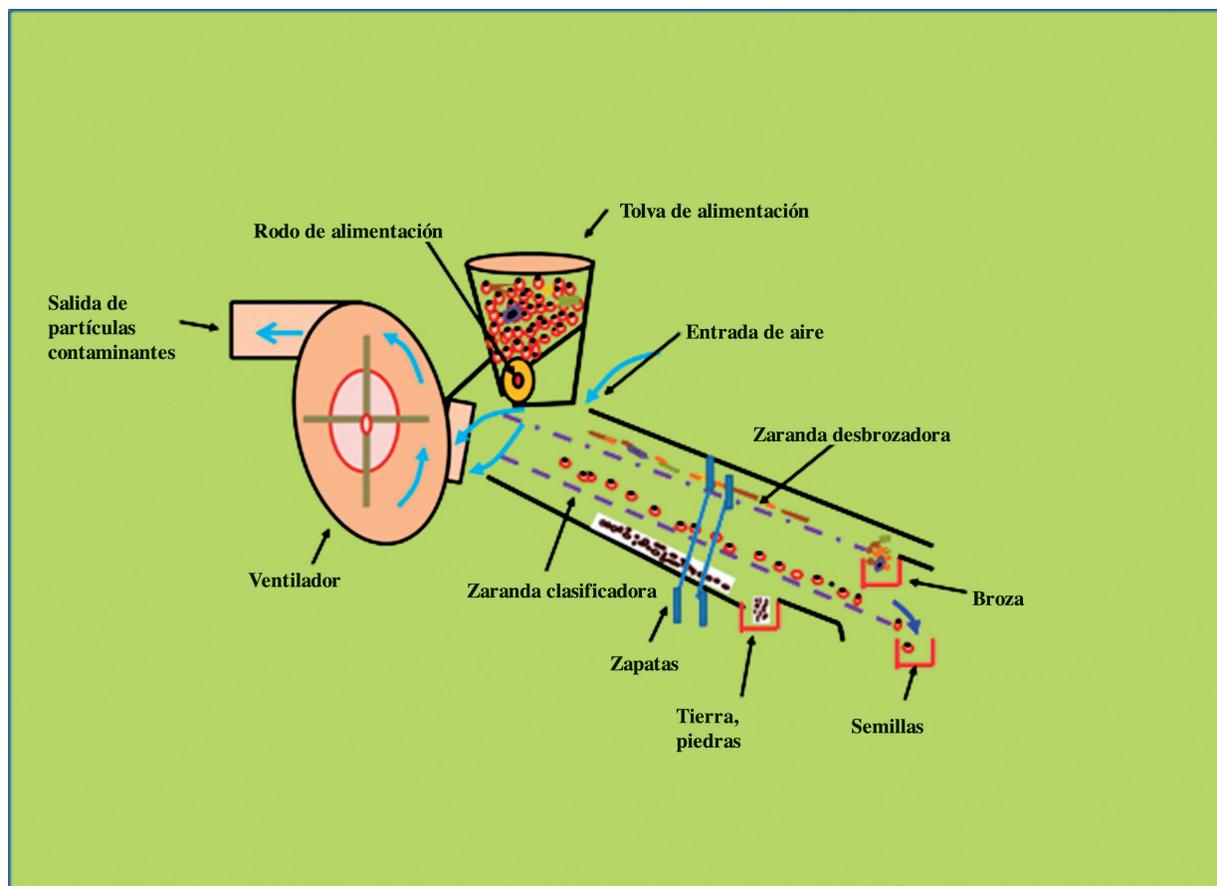


Figura 17. Diagrama del funcionamiento operativo de una prelimpiadora a base de zarandas y aire. Elaborado por Néstor Bonilla Bird. Adaptado de Mississippi State University. Seed Technology Hand Book No.1 (McCormack J and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

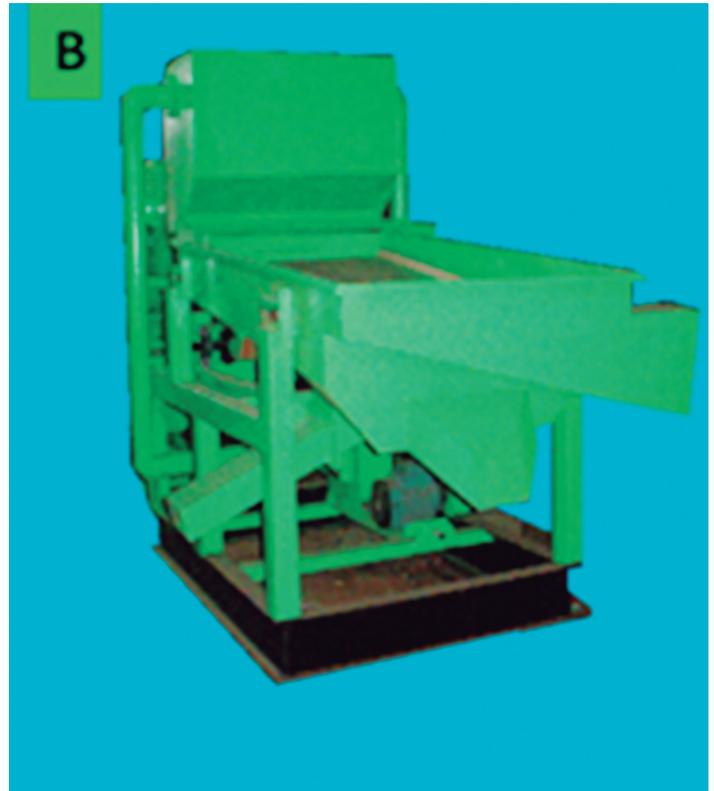
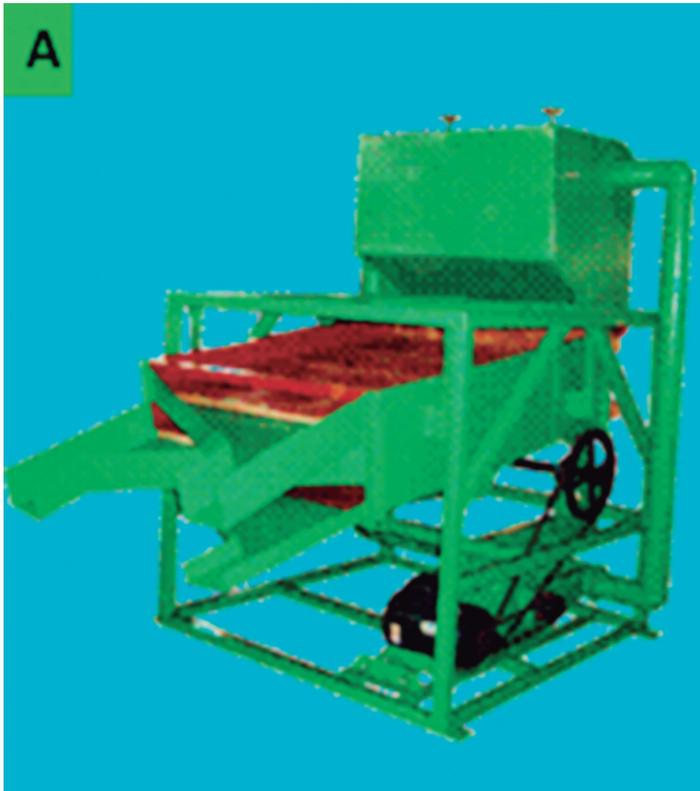


Figura 18. Fotos A, B y C. Equipos de prelimpiado con capacidad de 20 a 300 qq/h. FIATA-Nicaragua. D) Equipo prelimpiado SABINA INDUSTRIAL Foto Néstor Bonilla Bird.



## 6.2. Secado de los lotes de semilla

Cuando la semilla llega a la madurez fisiológica se procede a realizar la cosecha, en estos casos el porcentaje de humedad es mayor del 32%, lo cual implica que debe pasar por el proceso de secado para evitar su deterioro al manipularla y almacenarla para su acondicionamiento. Otro factor a determinar es que la semilla es un organismo vivo y respira, generando calor, su temperatura no puede llegar más allá de los 40 °C, por esta razón se debe controlar la temperatura al momento de la recepción en la planta de acondicionado. Al momento del secado, se tiene que mantener la temperatura del aire de secado a menos de los 40 °C. Si el contenido de humedad es mayor al 18% se aconseja no dejar que la temperatura pase los 35 °C (Moratinos, 2012).

El operador del equipo de secado, tiene que conocer los conceptos sobre el contenido de humedad de equilibrio de las semillas, el cual se presenta cuando la humedad interna se iguala a la humedad del ambiente donde se encuentran almacenadas. La tolerancia de las semillas al daño mecánico o a las altas temperaturas depende de la humedad de equilibrio, por ejemplo la semilla de frijol es sensible al daño mecánico cuando éstas se han expuesto a altas temperaturas, contrario el arroz es más resistente (Schmidt, 2000; Copeland, 2001; Gómez et al, 2001; McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

### Secado natural

Éste es el más utilizado y el de mayor riesgo para causar deterioro. Básicamente consiste en exponer las semillas a la luz solar y al viento para secarlas.

Generalmente se realiza esta actividad al inicio del día, evitando la exposición a las horas extremas durante el mediodía (once de la mañana a las tres de la tarde). Las semillas se depositan sobre una plataforma de concreto o patio de secado. Se esparcen en una delgada capa de no más de 10 centímetros, de manera ondulada, esto es para lograr una mayor superficie de secado.

Se recomienda revolver cada 30 minutos, para evitar el sobrecalentamiento de la capa superior sobre la inferior y el exudado de la capa inferior alterando su contenido de humedad. Es necesario tomar muestras dos veces al día, hasta lograr la humedad apropiada 12 al 13%, para proceder con las labores de acondicionamiento y dejar de exponer a las altas temperaturas, humedad y contaminación con organismos (bacterias, hongos, polvo, etc.). Otra manera de secado para pequeños lotes es utilizar zarandas, dispuestas a una altura de 50 centímetros sobre el nivel del suelo. Otro método de secado que está siendo utilizado son las casetas plásticas con la utilización de zarandas, túneles plásticos y carpas. En Figura 19, se muestran diferentes fotografías de modalidades de secado que se están implementando (Moratinos, 2012; Wilson, 2014).



Figura 19. Técnicas de secado natural por medio de la utilización de casetas de secado y zaranda de fondo de alambre (A), túnel plástico sobre patio de secado (B) y (C) caseta plástica con zarandas de alambre con abertura en la parte superior del techo para permitir la salida de aire caliente y sirviendo para la regulación de temperatura. Fotografías Néstor Bonilla Bird.

## Secado artificial

Básicamente se trata de aprovechar las propiedades físicas del aire para aumentar su velocidad y cambios de temperatura para la reducción de la humedad en los lotes de semillas. Esto se logra con tres técnicas: secamiento estacionario, secamiento continuo y secamiento intermitente.

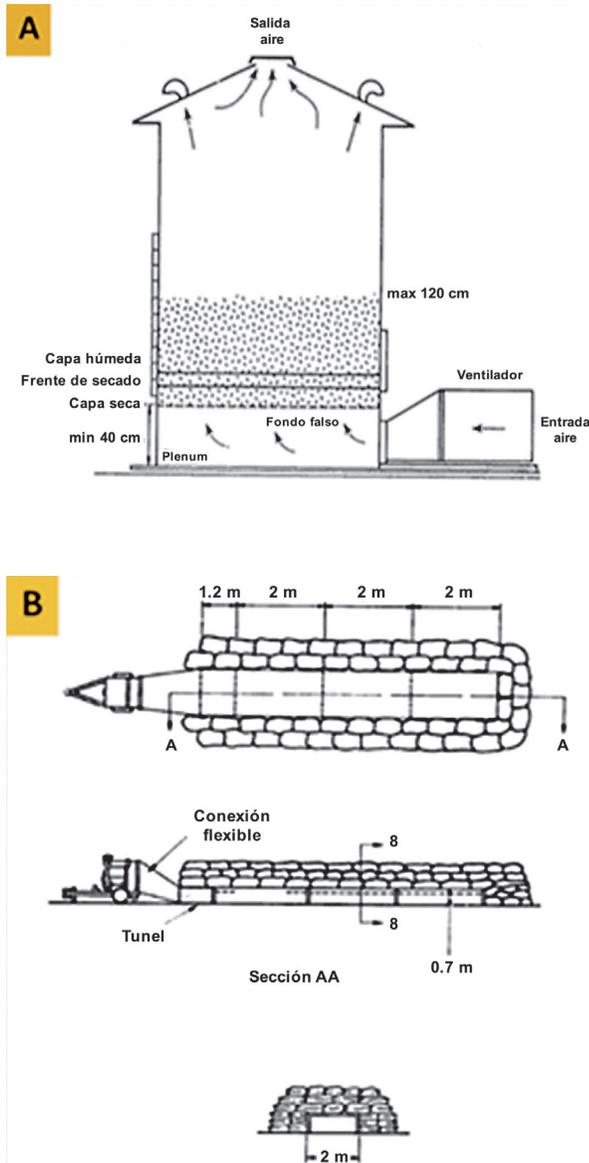


Figura 20. Diagramas de secado estacionario A) utilización de silo con fondo falso (B) Arreglo de los sacos en forma de túnel. Tomada de Manual para el Beneficio de Semillas (Aguirre y Peske, 1988; Moratinos, 2012).

## Secado estacionario

Este método no permite el movimiento de la semilla durante el secado, el más común es el de silo con fondo falso, también se utiliza el sistema de secado formando túneles con los sacos de semillas. Figura 20 A) muestra un diagrama de secado estacionario utilizando un silo con fondo falso que consiste en la inyección de aire caliente y pase del mismo a través de la masa de semilla retirando el exceso de humedad de la parte inferior hacia la parte superior de la masa de semilla, permitiendo la salida del aire en la parte superior del silo. Figura 20 B) muestra el arreglo de los sacos en forma de túnel de secado para hacer pasar el flujo de aire caliente entre ellos y así poder retirar el exceso de humedad de los sacos arreglados con una cavidad interna a como se observa en el gráfico.

Figura 21 muestra el secado estacionario (Aguirre y Peske, 1988; McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).



Figura 21. Secadores estacionarios de fabricación nacional (A) parte superior hornos de cascarillas para fuego indirecto de 2 a 4 millones de BTU. Izquierda parte inferior secador estático de 40 a 100 quintales de capacidad. Parte inferior derecha, secadores columnares de wafles o cribas de 100 a 800 quintales de capacidad. FIATA-Nicaragua. (B) Secador estático de 40 quintales. SABINA Industrial, Fotografía Néstor Bonilla Bird.

Se deben tomar muy en cuenta, las siguientes variables claves para el secado artificial de los lotes de semilla:

### Humedad relativa (HR) del aire

Las semillas son higroscópicas, es decir que pierden o ganan humedad fácilmente. Para el secado, la humedad del aire debe estar en un rango de 40 al 70%. Al inicio del secado puede estar a menos del 40%, en ese momento tienen una humedad más alta que la del aire y una temperatura más baja, por lo que toma cierto tiempo que se establezca un equilibrio entre el ambiente y las semillas. Al finalizar la operación de secado, la HR del aire debe ser más alta que la de las semillas, aproximadamente del 70%, para medirla, se utiliza el psicrómetro. En Cuadro 9, se presentan rangos de porcentajes de humedad de las semillas, la HR y la temperatura del aire de secado.

**Cuadro 9. Propiedades físicas en el aire de secado de acuerdo a la humedad del lote de las semillas para el secado artificial y estacionario (Aguirre R., y Peske S.1988).**

Humedad de semillas (%)	Humedad relativa del aire (%)	Temperatura del aire de secamiento (°C)
>25	30 - 80	30
25 - 20	40 - 70	35
20 -15	50 - 60	40
>15	60 - 50	40

### Temperatura

La temperatura máxima del aire forzado a lo interno de las secadoras no puede ser mayor a 40 °C, porque las semillas sufren daños en sus partes internas. Se causa la muerte del embrión. Generalmente la HR del aire menor al 70%, se logra con temperaturas menores a 40 °C.

El flujo de aire

los 40 °C (Aguirre y Peske, 1988).

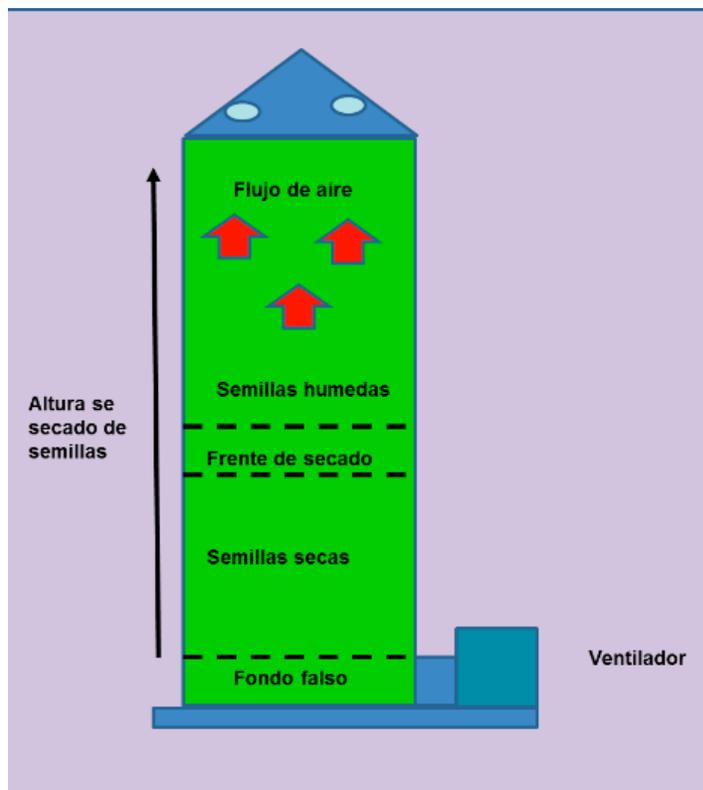


Figura 22. Diagrama mostrando el proceso de secado. Ventilador inyecta flujo de aire caliente a través del fondo falso del secador. El aire caliente pasa por la masa de semillas extrayendo la humedad de éstas y expulsándola por las salidas localizadas en la parte superior. Al extremo izquierdo se indica la altura de secado de las semillas dentro del secador. Diagrama elaborado por Néstor Bonilla Bird.

En el proceso de secado, el aire cumple con la función de absorber la humedad de la superficie de las semillas para después expulsarla al exterior del secador. A mayor humedad en las semillas, mayor es el flujo de aire para el secado que se requiere. Hay que considerar que a mayor altura de la masa de semillas a secar, existirá mayor pérdida de presión en el caudal de aire para que pase y absorba la humedad en la masa de semillas. Por lo general la máxima altura permitida en el caso de maíz en mazorca es de 3 metros, otro tipo de semillas 1.5 metros. Figura 22, se observa el flujo del aire a través de la masa de semillas para el de secado por medio de aire caliente (Aguirre y Peske, 1988).

## PARTES DEL SECADOR CONTINUO

1. Compartimientos de grano
  - a. depósito
  - b. compartimiento(s) de secado
  - c. compartimiento(s) de enfriamiento
2. Mecanismo de producción y regulación del flujo de grano
  - a. alimentador
  - b. rebalse
  - c. mecanismo de regulación
3. Calentador del aire
4.
  - a. Ventilador(es) de aire caliente
  - b. Cámaras de aire caliente
5. Mecanismos de control e indicación de las temperaturas del aire caliente
6.
  - a. Ventilador del aire
  - b. Cámaras de aire enfriado
7. Descarga del grano

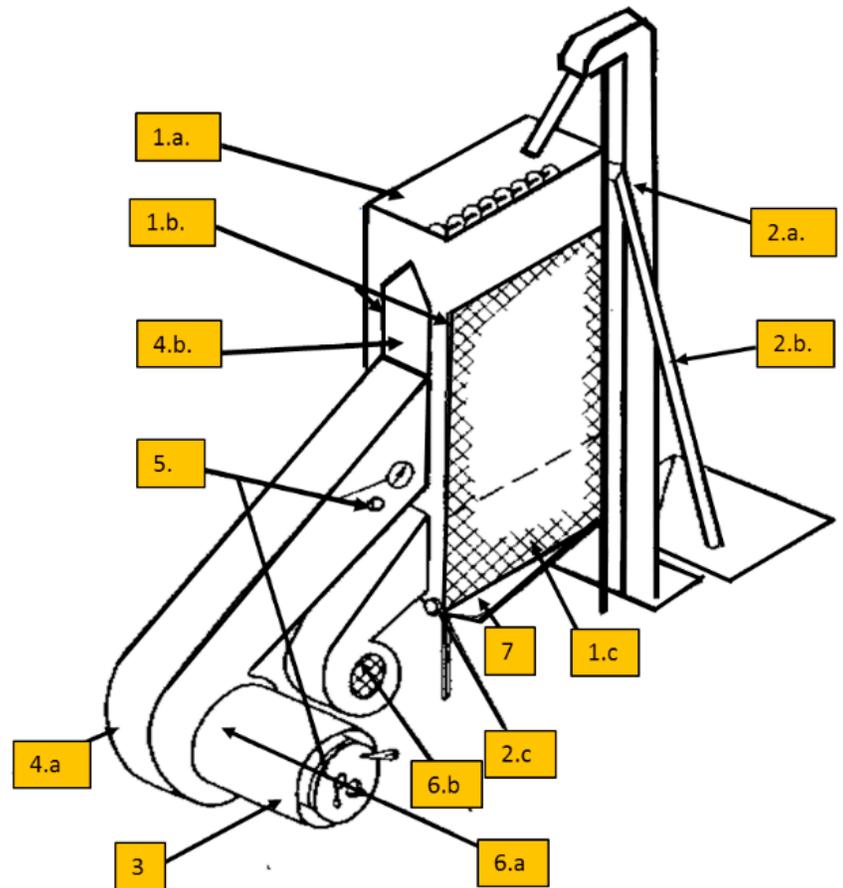


Figura 23. Diagrama mostrando el proceso de secado continuo. Elaborado por Néstor Bonilla Bird adaptado de (Aguirre y Peske, 1988).

## Secamiento continuo

Este sistema consiste en torres de secamiento, habitualmente usadas para secar granos. No son recomendados para el secado de semillas. En Figura 23, se presenta el diagrama mostrando el proceso de secado continuo. El Ventilador inyecta flujo de aire caliente a través de conducto conectado al secador. El aire caliente pasa por la masa de semillas en la medida que estas pasan a través de la cámara de secado. El aire caliente extrae la humedad de éstas expulsándola por las salidas localizadas en la parte superior. El ventilador de aire en la parte inferior inyecta aire frío para ocasionar el enfriamiento de las semillas. En la parte inferior del equipo éstas fluyen hacia el exterior para ser nuevamente descargadas hasta lograr su secado al porcentaje deseado (12-13%). Al extremo izquierdo se indica la altura de secado de las semillas dentro del secador. Se observan las partes que componen el equipo de secado continuo (Aguirre y Peske, 1988).

## Secado intermitente

Similar al sistema anterior, pero en este equipo las semillas entran en contacto con el aire caliente sólo cuando pasan por la recámara de secado, se hacen circular lentamente por una cámara de reposo y luego a la de secado. Esto se repite hasta alcanzar el contenido de humedad de acuerdo a la especie que se esté procesando (Aguirre y Peske, 1988).

## 6.3. Control de calidad durante el secado

Cuando se recepciona un lote de semillas en la planta de acondicionado, hay que proceder inmediatamente a la toma de una muestra para determinar el contenido de humedad al ingreso. Si contiene más de la permitida para una manipulación segura con esa especie en particular, se debe proceder inmediatamente a su secado. Se requiere mantener un registro para cada lote, guardar una muestra en envases herméticos para respaldo de cómo se recibe en la planta de acondicionado y otra formará parte de la muestra de trabajo para los análisis de calidad que se le realicen a su ingreso en el proceso de acondicionado (McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

Luego del secado, éste guardará reposo para su enfriamiento ya sea en sacos o a granel en la secadora, esto se logra por periodos de una a dos horas. Durante el secado no se presentan problemas de daño mecánico, sino cuando las semillas son movilizadas en el sistema de transportadores, sobre todo para el caso del frijol y maíz. Es necesario evitar trasladar trayectos largos posteriores al secado.

Se requiere tener la precaución de tomar la humedad y la temperatura de acuerdo al tipo de secador que se esté empleando y la capacidad volumétrica para la cual ha sido diseñado, la altura de la masa de semillas, seguir las recomendaciones del fabricante de acuerdo a cada equipo. Tomar en cuenta que las semillas salen calientes, colocarlas en un recipiente con tapa hermética y dejarle bajar de temperatura por 10 minutos, luego proceder a determinar la humedad de la muestra. Se debe tener sumo cuidado con los secadores, limpiarlos para evitar la contaminación física con material anterior, revisar minuciosamente a lo interno de los secadores y los transportadores.

Con el secado se da una pérdida de peso por la eliminación de agua que contienen las semillas. Tomar muy en cuenta esto, ya que a vista de otros es una pérdida de peso y dinero (McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).



## 6.4. Principios para la clasificación de las semillas

La clasificación se apoya en el empleo de técnicas para la eliminación de materiales contaminantes. En la Figura 24, se muestra cómo se van separando los diferentes componentes en un lote hasta llegar a las semillas puras.

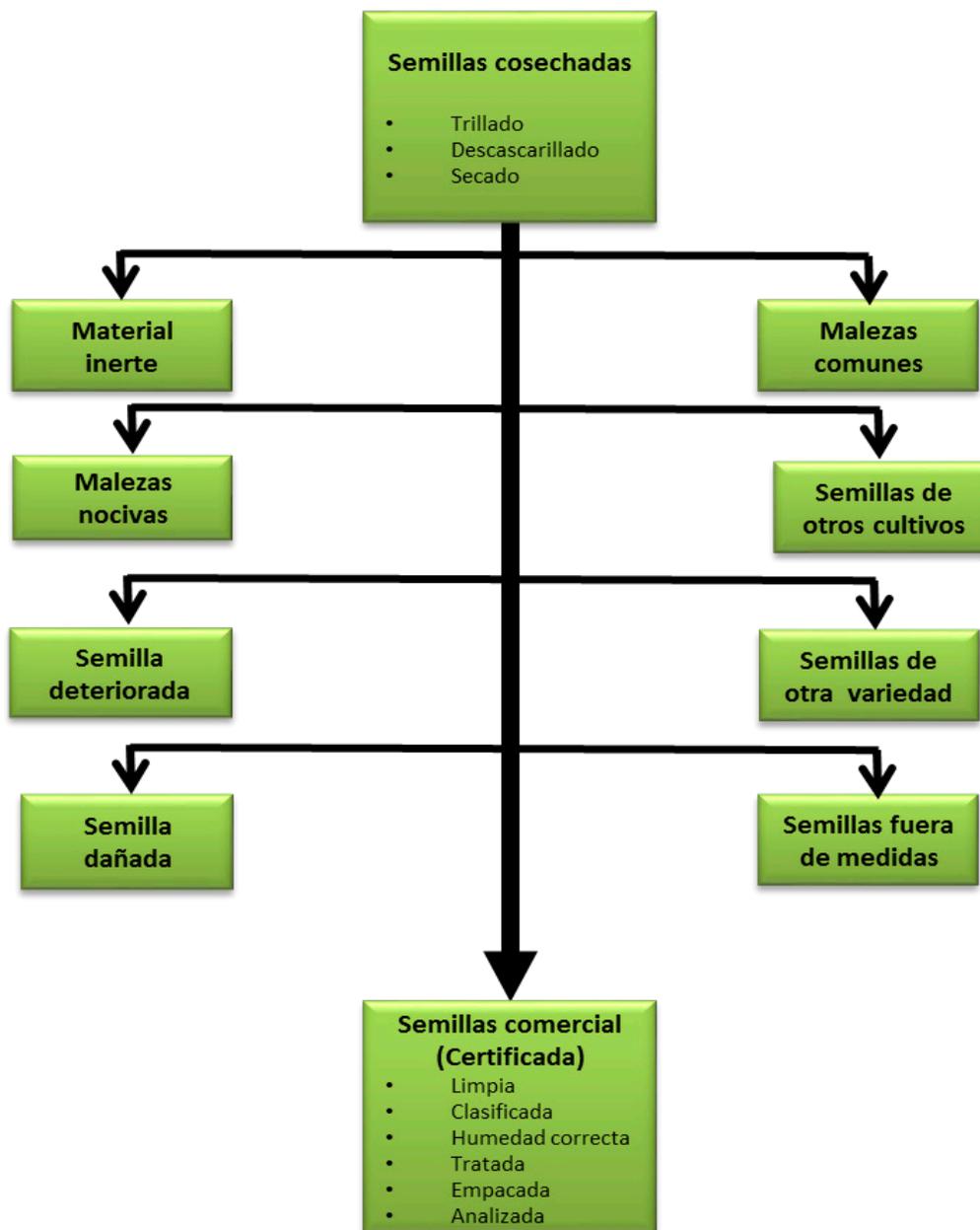


Figura 24. Etapas de remoción de materiales contaminantes en lotes de semillas durante el procesamiento. Adaptado de Mississippi State University (Seed Technology Hand Book No.1; McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

## Técnicas y operaciones

Cada cultivo tiene características propias en su morfología, fisiología, información genética y otras características. En el caso de las semillas se presentan características anatómicas y morfológicas bien marcadas de un cultivo a otro, de una variedad a otra, éstas pueden ser de distintas formas (redondas difieren de alargadas), algunas tienen estructuras complementarias como es el caso del arroz que tiene dos cubiertas protectoras (lema y palea) o lo que se conoce como la cascarilla. Otras se diferencian de una variedad a otra por sus colores.

Cuando se tiene que realizar una selección de semillas completamente puras sin contaminantes, se refiere a la eliminación de aquellas semillas o partes de ellas, que por sus características morfológicas, peso específico, tamaño o forma no se pueden eliminar fácilmente y se requiere del uso de equipos especiales para su separación.

Un ejemplo de contaminante de este tipo es el arroz rojo, maleza nociva para este cultivo, la cual sólo difiere ligeramente unos milímetros en longitud respecto a muchas de las variedades comerciales. Si esta maleza no se elimina durante el acondicionamiento, se está promoviendo su diseminación por todas las áreas del cultivo. Los acondicionadores pueden seleccionar entre una variedad de equipos que han sido diseñados para realizar la clasificación y selección basados en el tamaño, longitud, forma, peso, textura de la superficie, color, afinidad por los líquidos o la conductividad eléctrica de las semillas (McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

Partiendo de las diferencias físicas en la morfología de las semillas y sus características colorimétricas se aplican los siguientes principios para su clasificación y limpieza para la obtención de un lote de semillas puras:

**Por dimensiones:** Las semillas pueden tener diferencias en el ancho y espesor. En la Figura 25, se observan estas características. Se pueden clasificar por medio de zarandas con perforaciones redondas o por medio de clasificador cilíndrico.

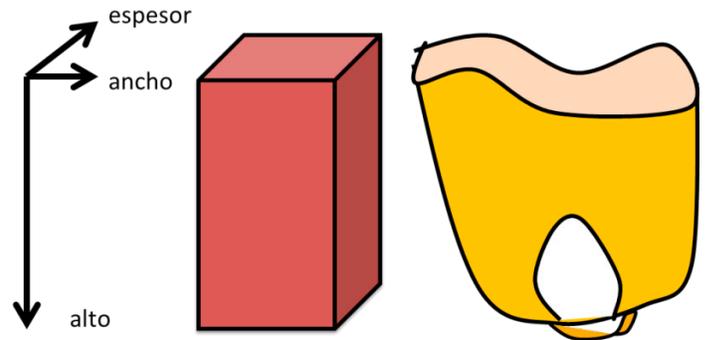


Figura 25. Clasificación por las dimensiones de las semillas.

**Por la longitud:** Éstas se pueden separar por medio de discos o cilindros indentados en equipos de acondicionamiento. En la Figura 26, se observan estas características que se utilizan para la clasificación por longitud, que son utilizadas para la selección de las semillas de arroz.

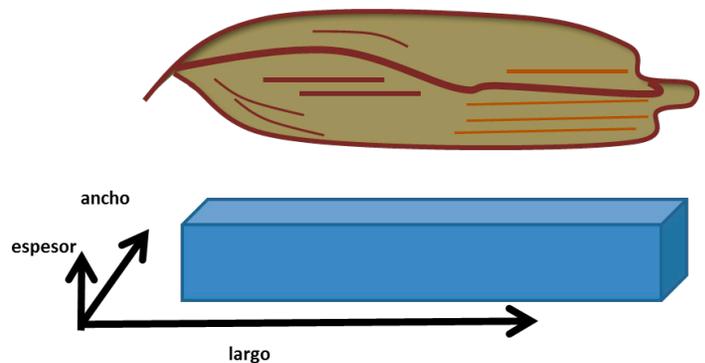


Figura 26. Clasificación por longitud de las semillas

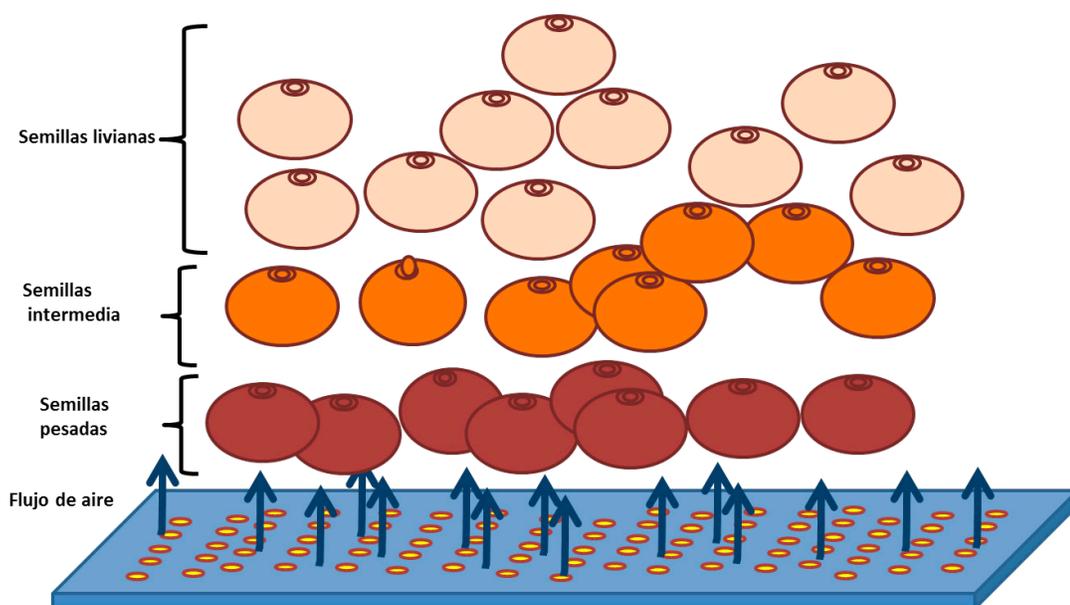


Figura 27. Clasificación por peso específico de las semillas. El flujo de aire sale de la parte inferior de la mesa densimétrica provocando la separación de las semillas por su peso específico, formando diferentes capas, las semillas más pesadas se mantienen en la capa inferior y las más livianas en la capa superior. Adaptado de Mississippi State University. Seed Technology Hand Book No.1.

**Por su peso:** Presentan diferencias en sus pesos específicos, esto se debe a la diferencia entre las semillas maduras e inmaduras, partículas extrañas que se incorporan durante la cosecha como terrones de tierra, piedras de iguales dimensiones. En la Figura 27, se presenta diagrama de la separación por medio de peso específico. Esta clasificación se realiza en la mesa gravimétrica, por medio de aspiradores o por medio de otros separadores por aire.

**Por su forma:** Las semillas redondas se pueden separar de las planas o achatadas con un separador en espiral. Otra forma es por medio de zarandas con perforaciones redondas. En la Figura 28, se observa un diagrama del principio de separación por forma utilizado por el separador de espiral y por las zarandas de perforación redonda que se utilizan en el clasificador aire-zaranda.

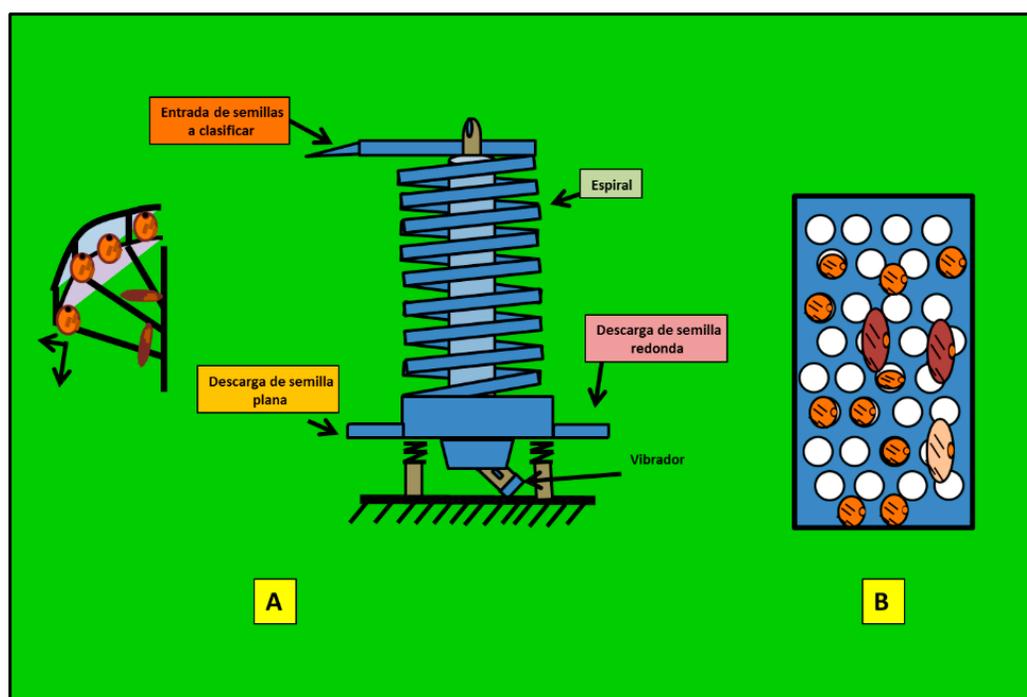


Figura 28. Diagrama de la separación por forma de las semillas en el clasificador en espiral (A), las semillas toman velocidad debido a la gravedad y fuerza centrífuga, principio utilizado para su separación. En (B) se utilizan igualmente las formas de las semillas para ser separadas por una zaranda de orificios redondos. Adaptado de Mississippi State University. Seed Technology Hand Book No.1.



**Por su estructura superficial:** Semillas rugosas se pueden separar de las lisas con rodillos cubiertos de lanilla o por medio de bandas rotativas inclinadas. En ciertos lotes puede haber mezclas con cubiertas de diferente textura, lo cual puede aprovecharse para separarlas. En Figura 29, se presenta un diagrama sobre el principio de esta separación por la estructura superficial. Como en el caso de la separación de semillas con testa lisa de algunas malas hierbas con cubierta rugosa (*Cuscuta spp.*). Estas separaciones se pueden realizar en los separadores de rodillo o también en los de banda; ambos utilizan una cubierta de paño o lanilla para que las rugosas se adhieran a ella y las lisas se deslicen.

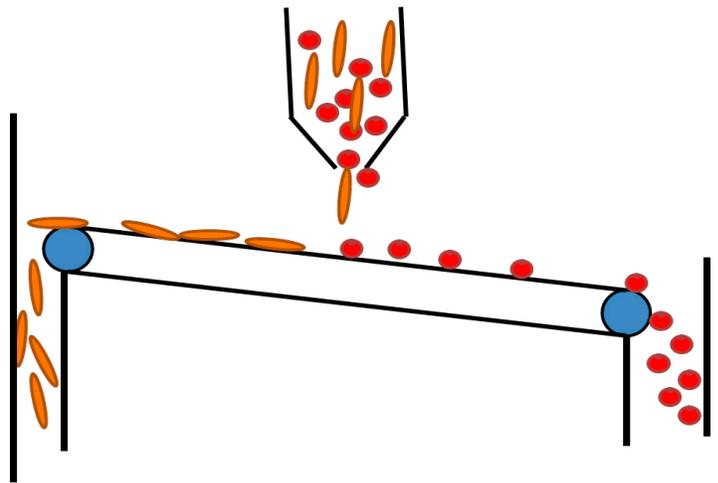


Figura 29. Clasificación por forma. Las semillas caen sobre una banda que permite un fácil rodamiento de las semillas lisas, principio que permite la separación de las que presentan rugosidad. Adaptado de Mississippi State University. Seed Technology Hand Book No.1.

**Por color:** Cuando el lote presenta mezcla con semillas de otras variedades y éstas difieren en color, por muy leve que sean las tonalidades o intensidades de los colores, se pueden separar por medio del clasificador por color. La Figura 30, muestra el principio de la separación por medio de cámaras y refractor, debido a la refracción de la luz son separadas por medio del disparo de aire a presión, saca del flujo de semillas las que difieren en color respecto al lote que se está acondicionando.

Una vez establecidas las diferencias más destacadas y los materiales no deseados que están presentes, el procesador tomará la decisión en cuanto a la selección de los equipos que utilizará en el proceso tomando en cuentas esas diferencias físicas, esto lo logrará estableciendo las debidas calibraciones y ajustes de los equipos para obtener la mayor eficiencia en la separación.

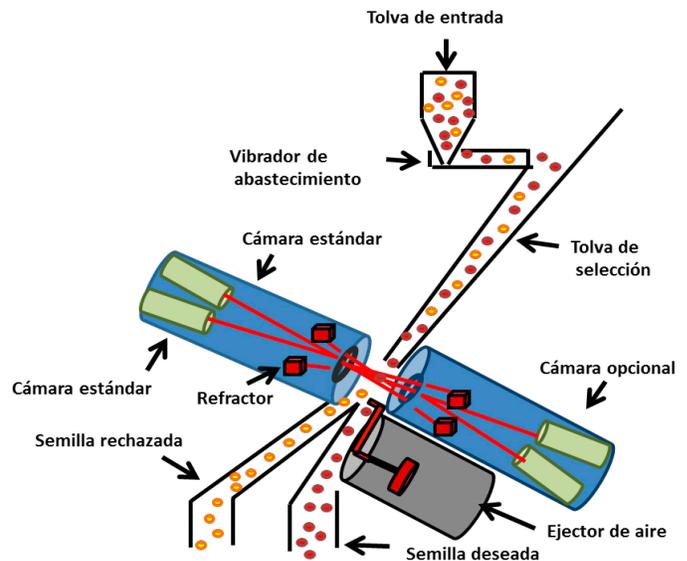


Figura 30. Diagrama mostrando el principio de clasificación por colores de las semillas. Adaptado de Mississippi State University. Seed Technology Hand Book No.1.

## 6.5. Equipos de clasificación

Las empresas fabricantes de equipos de acondicionamiento de semillas han mantenido los mismos principios para la clasificación y acondicionamiento. La ciencia en este campo no ha variado mucho a través del tiempo. Donde se han presentado avances tecnológicos ha sido en los equipos de separación por colores con la incorporación de microprocesadores, cámaras ópticas de alta velocidad y precisión. Otra área de modernización ha sido en los equipos de tratamiento (Wilson, 2014).

### 6.5.1. Clasificación por ancho y espesor

Esta clasificación se basa en el mismo principio que el equipo utilizado en la pre-limpieza. Este equipo se conoce como el clasificador aire-zaranda, se diferencia de la prelimpiadora por una mayor precisión en la clasificación al utilizar cuatro zarandas para el tamizado de la semilla y extracción de los materiales contaminantes. Esto permite la clasificación por ancho y espesor. En las Figuras 31 y 33, se presenta el equipo de aire-zaranda utilizado para la clasificación con sus diferentes componentes.

El principio de funcionamiento es similar al de la prelimpiadora o desbrozadora, el flujo se deposita por la tolva de alimentación, luego cae por un flujo de aire que absorbe las partículas más livianas. Las semillas caen a la primera zaranda que funciona como

desbrozadora, eliminando los rastrojos. La segunda no deja pasar a las semillas, pero sí a las partículas de menor tamaño. El flujo continúa a la tercera, donde son separadas las más grandes que exceden en ancho y espesor al promedio del cultivo que se está acondicionando, la cuarta no deja pasar por sus orificios las que tienen el ancho y espesor promedio deseado, pero sí permite el paso de las más pequeñas o quebradas. La extracción de las partículas con menor peso específico que las semillas se separan por medio de aspiración de aire por el ventilador en todo el recorrido del flujo.

Una descripción de las partes más importantes de los distintos componentes de la máquina de separación de aire y zaranda se da a continuación.

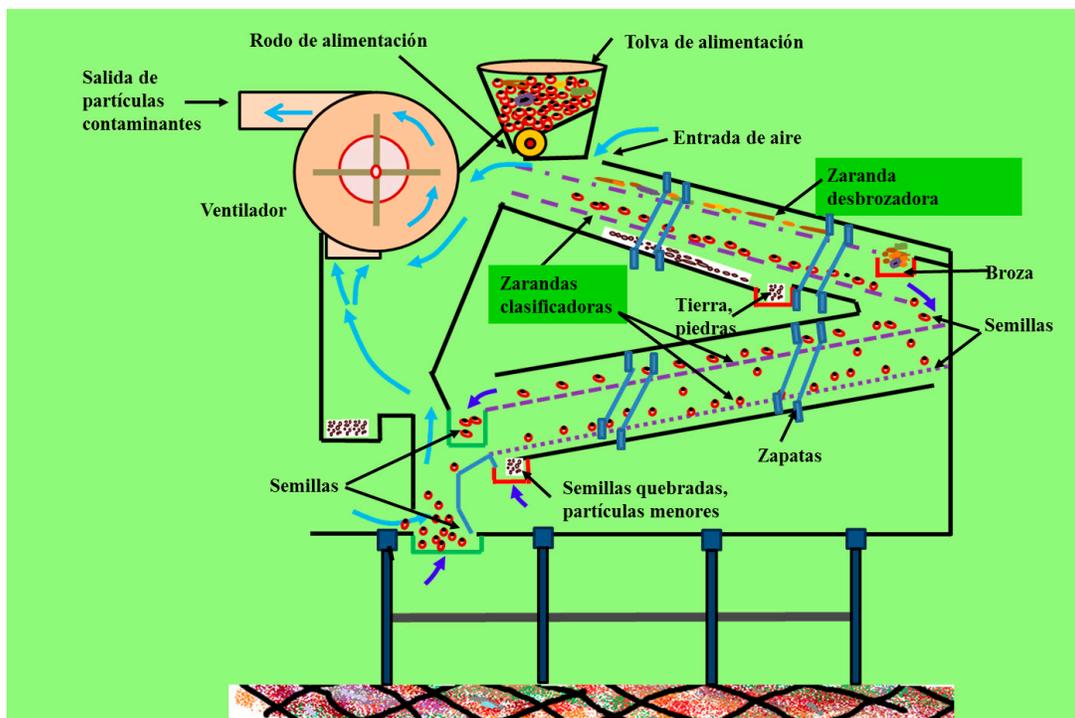


Figura 31. Esquema del equipo aire-zaranda y la disposición de los diferentes componentes. Diagrama adaptado por Néstor Bonilla Bird. Adaptado de Mississippi State University (Seed Technology Hand Book No.1; McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

## Las partes del equipo

- **Tolva de alimentación**

La tolva de alimentación recibe la semilla que se descarga para la limpieza desde los transportadores elevadores o alguna otra fuente. Se descargan a una taza la que es controlada por una compuerta deslizante situada sobre el rodillo de alimentación en la parte inferior. Esta compuerta se tiene que regular de manera que el fluido hacia el rodo sea constante, sin interrupciones. Igualmente se tiene que regular la velocidad de giro del rodo (McCormack and Rakita, 2004).

- **Zaranda o tamices**

La mayor parte de la basura u otros elementos extraños se separan de la semilla por zarandas. Aunque éstas pueden tener diferentes dimensiones de acuerdo al fabricante, las perforaciones y tipos son las mismas para todos los equipos (McCormack and Rakita, 2004).

En el mercado se pueden encontrar hasta 200 tipos diferentes y su utilización se hará de acuerdo al tipo de semilla a clasificar. Existen cuatro tipos de acuerdo a las perforaciones, éstas son:

- **Zaranda de orificios redondos**

Se especifican por el diámetro del orificio expresado en milímetros (sistema internacional) o en fracción de pulgadas (sistema inglés: 1/64 avo de pulgada). Generalmente se dan en el sistema métrico en milímetros, caso que no fuesen numeradas en el sistema inglés, realizar la siguiente conversión para obtener su equivalencia en milímetros (Peske and Aguirre, 1988). En Figura 32-A, se presenta la de orificios redondos. Para convertir de pulgadas a milímetros se debe multiplicar el número de referencia por 25.4 y dividirlo el resultado por 64. Un ejemplo sería una zaranda No. 9 su equivalente en milímetros es:

$$9 \times 25.4/64 = 3.57 \text{ mm}$$

Ésta se utiliza para realizar la separación en base al ancho. Por ejemplo en el cultivo del maíz.

- **Zaranda de orificios oblongos**

Generalmente se utilizan en la separación en base al espesor. Son utilizadas para separar materiales más pequeños que las semillas. Este tipo se especifica tomando la dimensión del ancho y la dimensión del largo del orificio. En Figura 32-B, se observa la zaranda de perforaciones oblongas. Como en el caso de las perforaciones redondas se enumeran en el sistema internacional o en el sistema inglés. Generalmente se instalan con el eje mayor del orificio en la dirección del movimiento de las semillas, ya que de esta forma se facilita la separación.

- **Zaranda de orificios triangulares**

Se utilizan más para la separación de impurezas que presentan forma triangular, caso de algunas malezas y para la clasificación de las semillas de cebolla. La especificación de los orificios de las zarandas triangulares se realiza de dos modos. En el primero se pueden designar los orificios por la dimensión en milímetros de uno de los lados del triángulo equilátero. En el segundo, se considera el diámetro del círculo inscrito en el triángulo en milímetro, seguido de la letra V, es decir, 6 V, 10 V o 15 V. Figura 32-C, se observa la zaranda de orificios triangulares.

- **Zaranda de malla de abertura cuadrada o de abertura rectangular**

Las de malla cuadrada se usan para separar por diferencias en anchura. Las rectangulares para separar por espesor. Por ser alambre tejido, su desgaste es mayor, se requieren estar verificando las dimensiones de las aberturas periódicamente, sobre todo si se utilizan para la clasificación de semillas de arroz que producen un mayor desgaste que las semillas lisas. En la Figura 32-D, se observan los dos tipos descritos.

## Selección de las zarandas para los granos básicos

Cuando se limpia semilla de forma redonda es conveniente usar la primera zaranda con perforaciones redondas de diámetro ligeramente más grande que el diámetro de las semillas. Las impurezas de mayor tamaño no la atraviesan. En la parte inferior se debe usar una de perforaciones oblongas y de menor tamaño para eliminar materiales más pequeños. Una tercera permitirá que pasen del tamaño promedio deseado, las aberturas serán ligeramente superiores al tamaño deseado a ser clasificado. Las más grandes serán desviadas hacia otra salida del equipo. La cuarta sólo permitirá el paso de las más pequeñas que el promedio deseado y quebradas, con estas cuatro zarandas se realiza la limpieza y clasificación de las semillas redondas.

Cuando las semillas son alargadas es más conveniente usar las de tipo oblongo. La ubicada en la parte superior debe ser ligeramente mayor en anchura y longitud, esto permite que las impurezas de mayor tamaño sean separadas. La inferior debe ser de orificios oblongos y de menor tamaño permitiendo que las impurezas

más pequeñas la atraviesen y sean separadas. La tercera igual será seleccionada en base a la longitud promedio de las semillas, que permita la separación de las más largas que el promedio y la cuarta será de menor longitud la abertura que la longitud promedio de las semillas. En Figura 33, se observan algunos equipos de fabricación nacional para la clasificación por tamaño. En el comercio se encuentran versiones de clasificadoras aire-zaranda que utilizan hasta ocho zarandas bajo los mismos principios de clasificación, simplemente fraccionan más el lote en diferentes calidades por sus dimensiones.

- **Carrete de limpiado**

Ciertos tipos de limpiadoras tienen una zaranda giratoria del carrete en lugar de una vibradora. La de carrete puede ser de metal perforado o una malla de grueso calibre de alambre tejido.

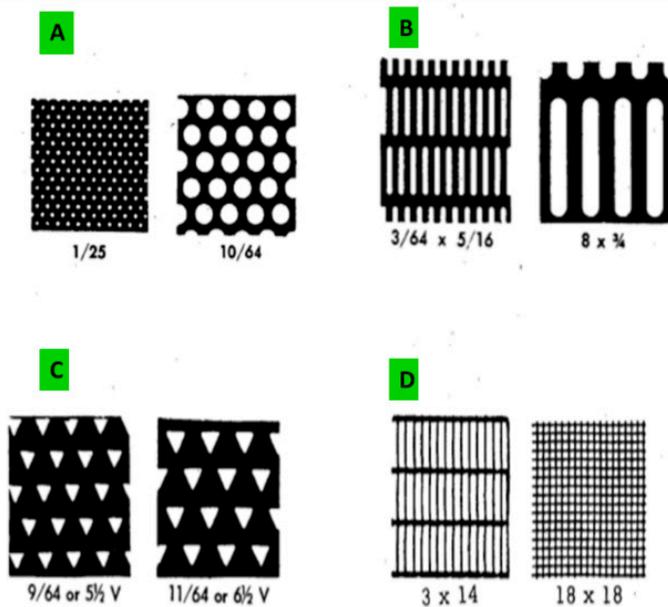


Figura 32. Tipos de zarandas A) Perforaciones redondas. B) Perforaciones oblongas. C) Perforaciones triangulares. D) Perforaciones rectangulares y cuadradas, también conocidas como de alambre tejido. Adaptado de Mississippi State University. Seed Technology Hand Book No.1.



Figura 33. Clasificadores por tamaño de semillas, basados en sistema aire-zarandas con capacidad de 20 a 100 quintales por hora. Fotografías facilitadas por FIATA-Nicaragua.

- **Zapatas de soporte**

Las zapatas o soportes son las partes que absorben la vibración o sacudidas de la máquina en la que se colocan las zarandas. Una máquina puede tener uno o dos soportes, dependiendo de su tamaño. Las zapatas están en pendiente para que la semilla fluya hacia la parte baja. En una máquina de dos soportes, la pendiente es en sentido contrario entre las primeras dos zarandas con respecto a la tercera y cuarta. Las direcciones para cada una y soporte son inversos al que se ubica en la parte superior, que forman una (>), de manera que el movimiento de una zapata contrarresta el movimiento de la otra. Por lo tanto, la vibración se mantiene al mínimo. La disposición en (>) se pueden observar en las Figuras 31 y 35.

- **Ventilador**

Algunas máquinas limpiadoras tienen un ventilador o dos. La separación de aire se realizará antes que el flujo de las semillas caiga a las zarandas para eliminar el polvo y material ligero.

### Ajustes del equipo aire-zaranda

- **Tasa de alimentación**

Al ajustar el alimentador, mantener un flujo constante que permita que el procesamiento sea consistente en su pase por el rodo alimentador sin problemas de obstrucciones o de atascamiento que afecten posteriormente a las zarandas y compuertas de salida de los diferentes niveles o estratificaciones en las zarandas clasificadoras.

- **Grado de inclinación de las zarandas**

El grado de inclinación se puede ajustar en la mayoría de los equipos que se venden en la actualidad. La pendiente varía de 6°, 9° o 12° dependiendo del tipo de semilla que se está clasificando. La menor inclinación (6°) será para las que tienen una forma más redonda como el sorgo, de manera que la inclinación no dé mayor aceleración en el movimiento hacia la pendiente y se produzca una selección apropiada a través de las zarandas. La de mayor pendiente (12°) será para aquellas que tienen superficies planas como el maíz y el arroz.

- **Ventilador**

La succión de aire ejercida por el ventilador debe eliminar la mayor parte de los rastrojos y el polvo antes de que la semilla llegue a las zarandas. Se tiene que revisar con antelación que esté funcionando a cabalidad y con los debidos ajustes a los tensores de las bandas que dan la fuerza de rotación de los ejes del ventilador.

- **Velocidad del movimiento vibratorio**

La velocidad de rotación ejercida sobre el eje excéntrico se tiene que regular de manera que el flujo sea constante. A mayor velocidad, se pueden obstruir las zarandas y las semillas pueden ser esparcidas fuera. Tener mucho cuidado en la regulación de la velocidad de vibración. En Figura 34, se presenta un diagrama sobre el movimiento que ejercen los ejes excéntricos a las zarandas y el efecto de la velocidad de rotación en la selección de las semillas. A mayor velocidad no mejorará la eficiencia de las selección, ni acortará el tiempo de operaciones del equipo, al contrario ocasionará más atrasos en el proceso de limpieza y clasificación.

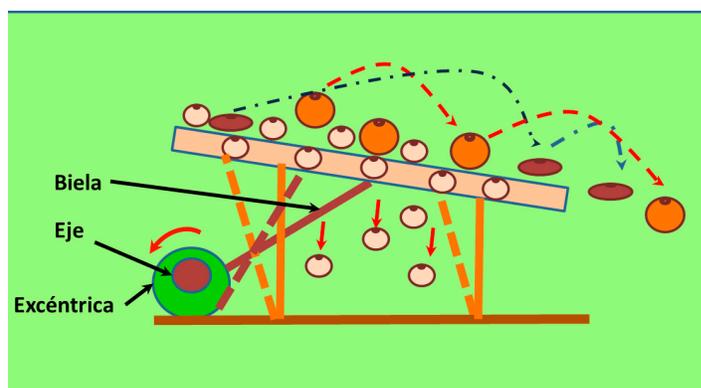


Figura 34. Diagrama sobre el movimiento de los ejes excéntricos, el movimiento vibratorio ejercido sobre las zarandas y cómo éstas seleccionan las semillas según las perforaciones y las formas. Diagrama elaborado por Néstor Bonilla Bird.



Figura 35. Diferentes ángulos de la máquina clasificadora a base de aire-zaranda. A) Tolva de recepción en la parte superior. B) Disposición de las zarandas. C) Ventilador de succión de impurezas de menor peso específico que las semillas. D) Transportador de descarga en la tolva de alimentación.

Durante el funcionamiento de las máquinas de clasificación en el principio de aire y zarandas, es común que se presente la obstrucción de los orificios de las zarandas por granos o impurezas. Cuando se presentan estos problemas de obstrucción no parar el equipo en su funcionamiento, la clasificadora posee unos dispositivos en la parte inferior que por sus movimientos constantes permiten tener limpios los orificios de las zarandas, los más utilizados son: bolas de goma de hule, cepillos o escobillas, martillos o percusores.

En la figura 35, se presentan diferentes ángulos de la máquina clasificadora a base de aire-zaranda en el beneficiado de semillas. En cada fotografía se indican en orden descendiente las descripciones con su respectiva flecha roja. A) obsérvese la tolva de recepción en la parte superior. Cuatro zapatas de soporte ubicadas lateralmente a los soportes de las zarandas, delgadas líneas en posición vertical. La disposición en (>) para hacer la vibración cero del movimiento de los ejes excéntricos. B) vista de disposición de zarandas desde el sitio del operador de equipo, lugar de observación del proceso de limpieza y clasificación. C) vista del ventilador de succión de impurezas de menor peso específico. D) obsérvese en la parte superior el transportador de descarga en la tolva de alimentación del equipo aire-zaranda. Lateralmente se observa elevador de cangilones. En la parte inferior se observa el punto de descarga de la semilla seleccionada de primera calidad que es vertido nuevamente al transportador de cangilones para continuar con las operaciones de clasificación.

### • Instalación de equipos

El limpiador de aire-zaranda, con pocas excepciones, si no se dispone de una prelimpiadora, sería la primera pieza de los equipos para la recepción en el proceso de limpieza de las semillas. Con el fin de aprovechar al máximo los beneficios del limpiador, muchas de las plantas para el beneficiado la ubican cerca de los equipos de secado e instalaciones de almacenamiento.

Debe ser instalado posterior al elevador principal de la recepción o justo después de la prelimpiadora de zaranda de aire, esto permitirá que sea más fácil y rápido el transporte de las semillas, permitiendo utilizar a toda su capacidad los cangilones de transporte.

En Figura 5, (página 22) se presenta un diagrama sobre la localización de los equipos dentro de la planta de acondicionamiento.



## Control de calidad en procesos de separación de las semillas con el equipo aire-zaranda

Se requiere asegurar que los equipos se encuentren completamente limpios. Utilizar las zarandas acorde a las dimensiones y tipo de semillas a limpiar y clasificar.

Tomar en cuenta los tipos de contaminantes. Verificar que las zarandas están colocadas apropiadamente para evitar que se dañen por estar mal sujetadas al equipo. Revisar que operan todos los componentes del equipo apropiadamente, rodo de alimentación, ventilador, dispositivos de limpieza, soportes, las poleas, bandas, balineras, transportadores completamente limpios de residuos de procesos anteriores. Revisar que todas las piezas que están en constante fricción y movimiento se encuentren bien engrasadas, con un movimiento uniforme, sin ruidos extraños y constante.

Tomar muestra de semilla periódicamente para verificación de un apropiado funcionamiento en la limpieza y clasificación. El operador del equipo debe permanecer atento y dedicado completamente desde el inicio del proceso hasta que termine con la limpieza.

Se tiene que estar verificando por los diferentes puntos de descarga, la eliminación de los contaminantes y en el punto de salida para verificar la eficiencia en la limpieza y clasificación (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

## 6.5.2. Clasificación por longitud de semillas

Los separadores por longitud están diseñados específicamente para efectuar separaciones de aquellos objetos contaminantes de diferente longitud al que se están clasificando. De hecho, el separador de discos y el cilindro clasificador son las únicas máquinas que se utilizan en el comercio de semillas para separar por diferencia de longitud. Por lo tanto, estos equipos sólo se deben utilizar después de procesar con el equipo de aire-zaranda. Ambos equipos pueden efectuar la separación por medio del levantamiento de aquellos contaminantes dentro de la masa circulante. Son más eficaces cuando las partículas de tamaño diferente a las semillas están bien definidas (granos quebrados, una especie de maleza) u otro específico contaminante con dimensiones claras.

Los separadores por longitud se utilizan mucho en la limpieza de semillas de granos básicos para hacer separaciones de las malas hierbas y de otros cultivos que no se pueden separar por otros métodos (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

### Separador de disco

El separador de disco es un clasificador por longitud que levanta las semillas de la masa circulante diferentes longitudes. Originalmente se utilizaron separadores de disco para apartar de otros granos las semillas de trigo, en la actualidad es utilizado en la clasificación de arroz. Figura 36, se observa el clasificador de discos (McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

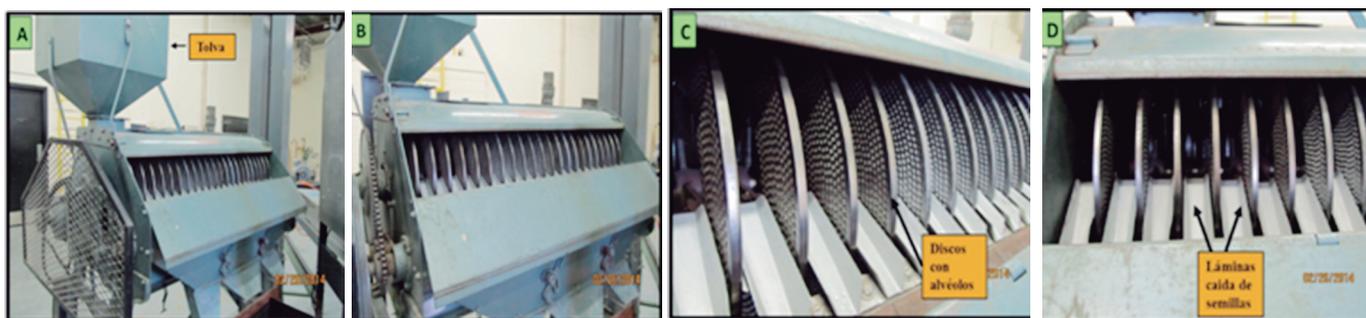


Figura No. 36. Clasificador de disco, (A y B) vista lateral del equipo, tolva de recepción de semillas. Motor con su protector de ejes, poleas y cadenas de rotación. Compuerta lateral para regulación e inspección del funcionamiento del equipo. (C y D) vista de las muescas o indentaciones de los discos y las compuertas de salida de los objetos de diferente longitud a las semillas seleccionadas. Fotografías Néstor Bonilla Bird.

## Componentes del equipo

- **Tolva**

La tolva de alimentación en la mayoría de las máquinas es un recipiente simple para la recepción de la descarga de semillas que es llevada por los transportadores o por algún otro medio. Está generalmente provista de una puerta deslizante para controlar la velocidad de alimentación en la máquina.

- **Discos**

Son los componentes principales de la separación. Tienen forma de rueda y se hacen en cuatro diámetros, 15, 18 y 25 pulgadas. Todos están dispuestos en línea, normalmente 20, son del mismo tamaño. Cada uno tiene bolsillos, indentaciones o muescas por ambos lados; éstas pueden ser de forma cónica o esféricas. Se pueden observar cientos de estos bolsillos a ambos lados de los discos. Cada disco está montado sobre un eje central.

En la Figura 37, se muestran los tipos de discos separadores. Estos tienen dos tipos de bolsillos, el tipo "V" que fueron diseñados para la separación de la semilla de un tipo de maleza similar a la arveja que contaminaba a las de trigo. Para la nominación de este tipo, se pone la letra "V" seguida del número, V4, V5, V6.

El número indica la dimensión de la anchura en milímetros. El tipo de bolsillo "R" se refiere al cultivo del arroz, la nominación es similar al anterior R4, R5, R6. También hay discos con bolsillos cuadrados.

Los bolsillos cuadrados tienen dos funciones. Una de ellas es para eliminar las semillas a partir de una mezcla que contiene largas piezas de materia inerte tales como tallos o trozos de rastrojos. En segundo lugar, pueden ser utilizados como divisores para dividir la mezcla en dos fracciones. Cada fracción cambia el tamaño en operaciones separadas o en diferentes tipos de máquinas (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

### Principios de funcionamiento

Las semillas se introducen en el separador de la tolva de alimentación. Para llegar al final de la máquina la masa tiene que pasar por agitadores que permiten el contacto de la masa de semillas en circulación con cada uno de los discos. Las partículas más cortas son levantadas y descargadas en un eje helicoidal (sinfín) que las saca por las compuertas de descarga ubicadas al frente de cada disco, se pueden observar en la Figura 38. Si las compuertas están cerradas, el material que se haya levantado retornará a la masa de semillas para ser nuevamente seleccionado. Es posible organizar una serie de discos en un solo eje utilizando como mínimo seis tamaños y tipos de bolsillos diferentes. Con una disposición de manera creciente se podrá seleccionar los contaminantes más cortos al inicio del proceso en la máquina, quedando el más largo al final del equipo (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

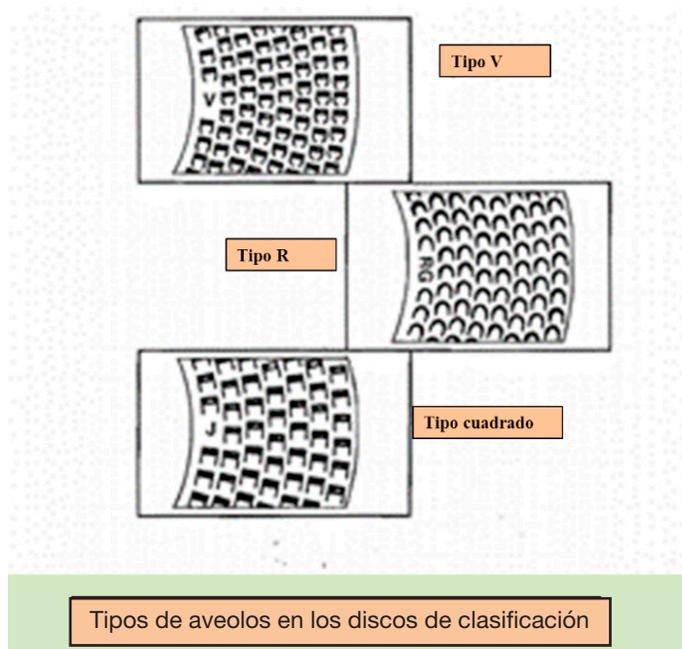


Figura 37. Tipos de discos clasificadores (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

## Ajustes al separador de discos

Tasa de alimentación: La velocidad de alimentación puede ser controlada por el separador de discos en la apertura de la compuerta de alimentación de la tolva. Comprobar que la masa de semilla a procesar está completamente limpia. Asegurar que el material está siendo levantado hacia las compuertas de descarga. El cerrar o abrir determinado número de las compuertas de salida del material no deseado nos permite realizar una nueva clasificación de la masa de material contaminante o fuera de longitud (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

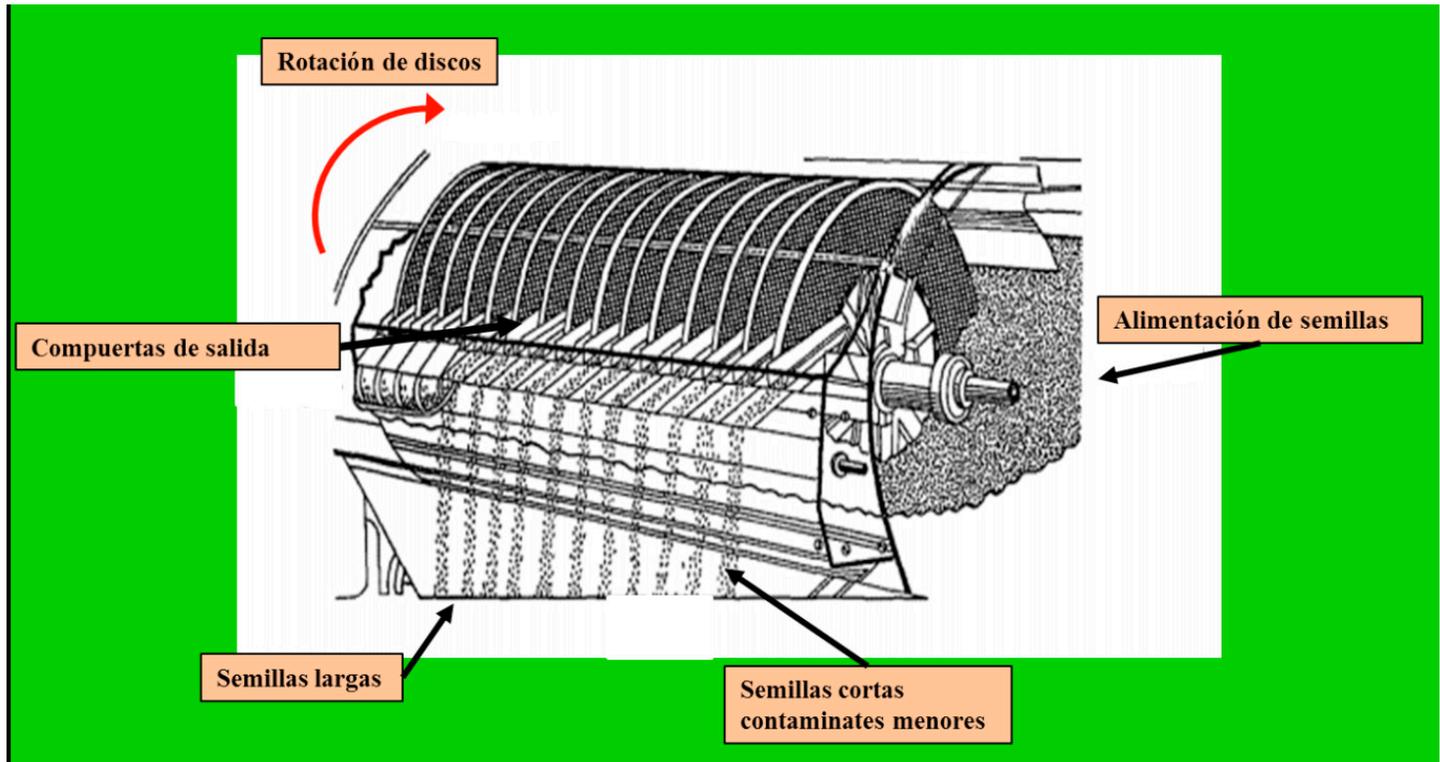


Figura 38. Vista de las partes internas de la clasificadora de (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014)

## Cilindro clasificador

Es también un separador de tamaño por longitud que levanta partículas cortas de una masa de semillas. Se pueden utilizar como unidades individuales, o alineadas una encima del otro. En la Figura 39, se observa el cilindro alveolado clasificador en dos modalidades (A) doble y (B) individual. Cuando se utilizan más de dos unidades, es para complementar el nivel de separación del cilindro superior. Es utilizado en la selección de las semillas de arroz, separándolas de los granos partidos o pelados, estos tienen el mismo ancho y espesor. Uno de 2 metros de longitud tiene una capacidad máxima de separar una tonelada por hora (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

### Principios de funcionamiento

Este cilindro clasifica por longitud, recibe el flujo en la tolva de alimentación localizada a un extremo del equipo, ver Figura 40, el cual cae en el interior del cilindro, éste posee unos alveolos o muescas en la pared interna, por medio del movimiento giratorio eleva las partículas más cortas y las deposita en la bandeja colectora. El transportador helicoidal traslada las partículas contaminantes hasta el extremo opuesto al de alimentación. Las partículas más cortas salen por la parte superior del equipo y las semillas por la parte inferior.

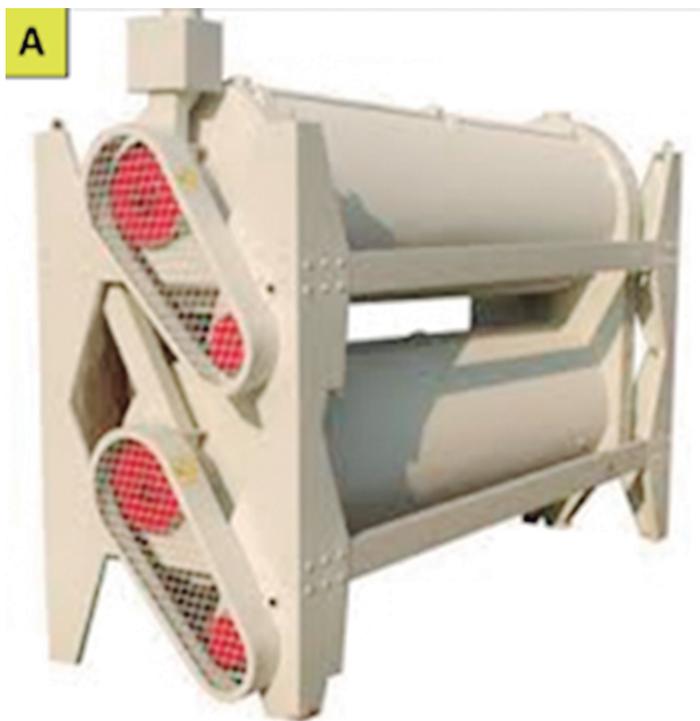


Figura 39. Cilindro indentado seleccionador por longitud de semillas (A) disposición doble cilindro y (B) cilindro individual. Fotografía (A) tomada de Google, y (B) de (Wilson, 2014).

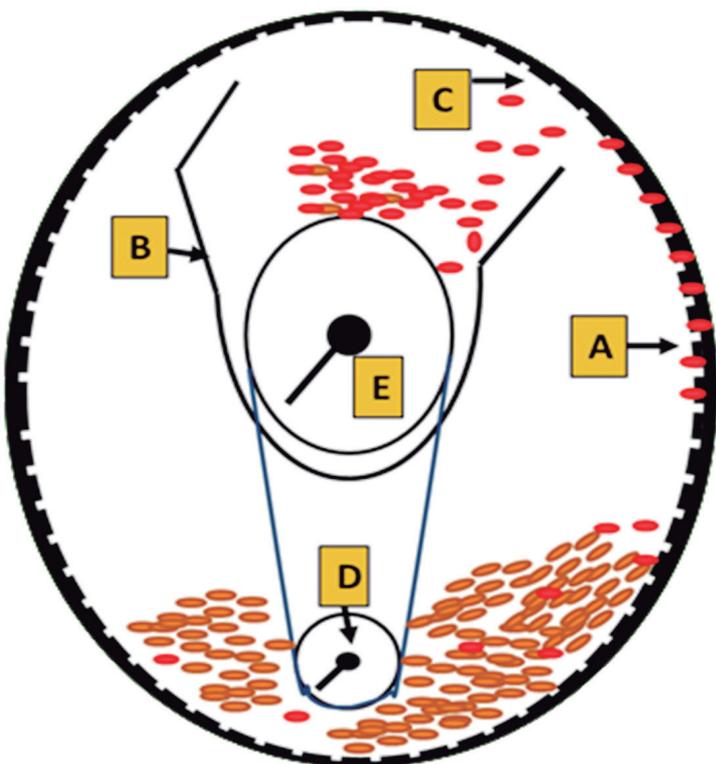


Figura 40. Seleccionador de cilindro. Izquierda, vista transversal del cilindro (A) paredes alveoladas, estas pasan a la sección (C) del cilindro, de aquí las partículas cortas pasan a la bandeja colectora (B) de donde son separadas de las semillas con la longitud deseada, las cuales permanecen en la base del cilindro con un movimiento dado por el eje helicoidal inferior (D) que sirve para mantener el flujo de la semillas hacia el punto de salida al otro extremo del cilindro. (E) transportador helicoidal traslada las partículas indeseables del lote de semillas. Diagrama elaborado por Néstor Bonilla Bird de (McCormack y Rakita, 2004; Moratino, 2012; Wilson, 2014).



## Ajustes al cilindro de clasificación

Básicamente se requieren de dos ajustes: el cambio de velocidad que aumenta o disminuye la fuerza centrífuga y el ajuste del borde de la bandeja colectora, hacia la parte superior o hacia la parte inferior, que recibe los objetos levantados. Estos dos ajustes dan al separador flexibilidad del funcionamiento de la máquina. En la Figura 41, se presenta diagrama de todas las partes que conforman el cilindro de clasificación.

Es necesario controlar la velocidad de alimentación. Si la velocidad es demasiado lenta, no se logra obtener la mayor eficiencia del equipo, si la rotación es demasiado rápida, no permitirá una limpieza apropiada. Si varía, todas las partículas no tendrán la misma longitud de tiempo para ser separadas. La velocidad se controla mediante la apertura y el cierre de la compuerta en la tolva de alimentación.

El grado de separación es controlado por la posición del borde de la separación de la canaleta receptora. El borde de separación se ubica adyacente a las paredes del cilindro. Si algunas de las semillas largas son elevadas por los alveolos de las paredes del cilindro, la canaleta tendrá que ser levantada. Si los objetos menos largos que las semillas no son llevados hasta la canaleta, significa que hay que bajarla (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

## Mantenimiento del cilindro

Las paredes de un cilindro nuevo tienen que ser pulidas, esto permitirá una mayor eficiencia en el levantado de los objetos contaminantes. Aquellos que no se han utilizado recientemente, pueden oxidarse y actuar de la misma manera. El pulido se puede realizar con la utilización de granos de descarte hasta que luzca brillante en su interior. A veces las indentaciones o alveolos se llenan de polvo y agua siendo obstruidos, por lo cual se requerirá de un lavado con jabón y cepillo para recuperar la funcionalidad de las indentaciones (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

## Control de calidad en procesos de separación de las semillas por longitud

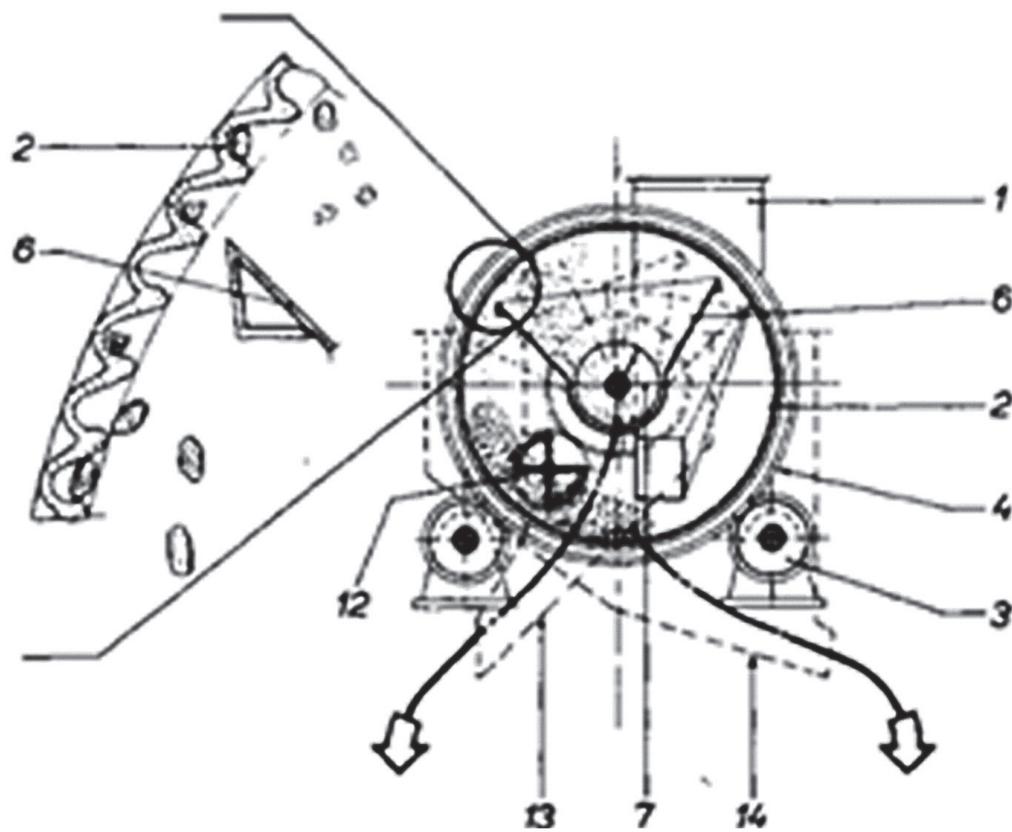
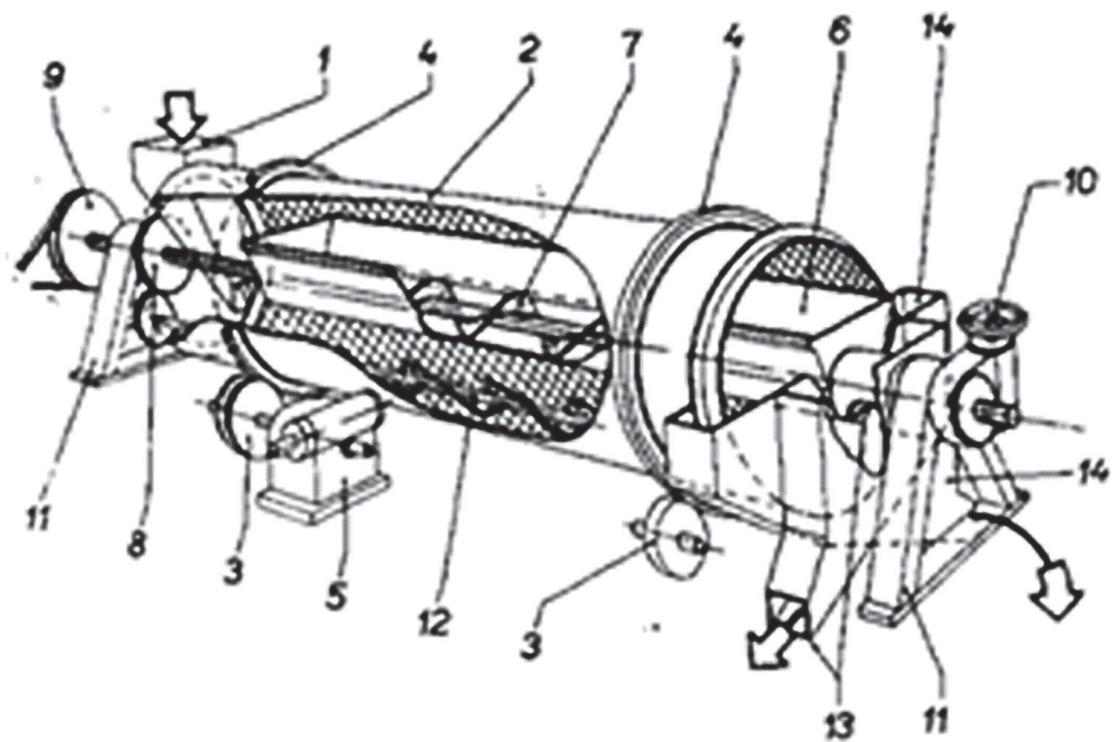
Verificar la limpieza de todos los componentes integrales del separador de discos y de los cilindros clasificadores. Revisar que los alveolos o indentaciones están limpias y se observan brillantes sin partes llenas de corrosiones. Revisar que las tolvas, canales de fluido de semillas, ejes helicoidales, bandeja de alimentación y otros compartimentos no contienen remanentes de procesos anteriores, esto evita la mezcla con otros cultivos u otras variedades. Revisar a lo exterior las poleas y cadenas de trabajo que se encuentren bien engrasadas y en pleno funcionamiento. Inspeccionar las conexiones eléctricas que estén apropiadamente conectadas y fuera de obstruir el libre tránsito del personal en la planta. Ver que el área de trabajo cuenta con el espacio apropiado para operar el equipo.

Antes de iniciar el proceso de clasificación, poner a funcionar los equipos para verificación de funcionamiento y realizar una revisión ocular de todos los componentes a detalle. Una vez verificado todos estos detalles, se hace la clasificación con la plena confianza que el trabajo se realizará eficientemente y en tiempo (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014)

### Partes de cilindro clasificador

1. Tolva de alimentación
2. Cilindro alveolado
3. Rodillo de soporte del cilindro
4. Llanta del cilindro exterior
5. Caja de reducción de la velocidad
6. Bandeja colectora
7. Transportador de tornillo helicoidal
8. Engranajes de mando del transportador
9. Polea motriz
10. Manilla reguladora de la posición de la bandeja
11. Armazón
12. Esparcidora de semillas
13. Salida de productos levantados
14. Salida de semillas

Figura 41. Diagrama del cilindro indentado clasificador de semillas mostrado todas los elementos que lo conforman, Adaptado de manual de pérdidas postcosecha FAO, 1988.



## 6.5.3. Clasificación por peso específico de semillas

Este tipo de clasificación se realiza con una máquina denominada gravimétrica que clasifica por peso específico, (Figura 42). Hay tres reglas básicas que se aplican a la separación por gravedad: primero, las semillas del mismo tamaño pero con diferentes pesos específicos se pueden separar perfectamente. Segundo, de diferentes tamaños pero de la misma densidad también se pueden separar. Tercero, una combinación de diferentes tamaños y densidades no se puede separar.

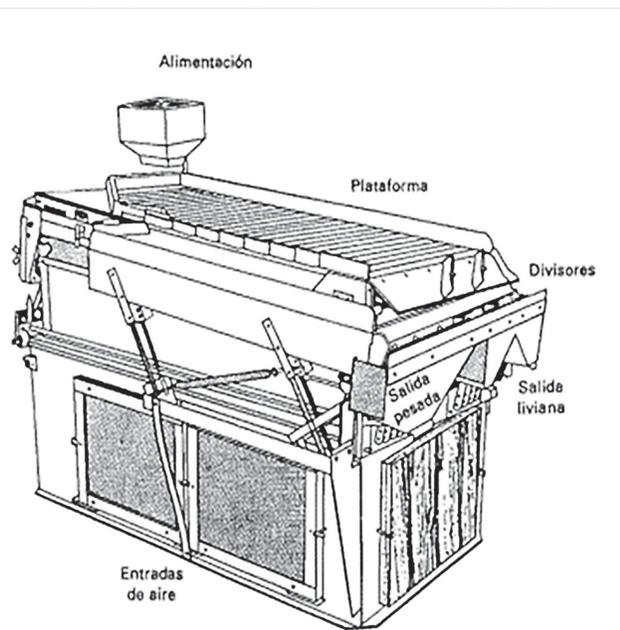


Figura 42. Mesa gravimétrica y sus partes. (McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012).

### Partes de la gravimétrica

Las partes que la componen son: un ventilador de aire, una cámara de aire de compensación con una plataforma perforada, una cubierta de velocidad variable con balancines y ejes excéntricos, con una tolva de alimentación.

### Funcionamiento de la gravimétrica

Se realizan los ajustes en la plataforma para regular la inclinación hacia el frente del equipo o zona de descarga o hacia los lados. El ajuste en la parte posterior del equipo o zona de depósito de la semilla, varía la inclinación del borde de descarga. La inclinación lateral de la cubierta se ajusta de manera que la parte trasera es más alta que la parte delantera.

La inclinación de la cubierta y su movimiento oscilante ejercido por el eje excéntrico mueven la semilla sobre la cubierta. El aire forzado hacia arriba a través de la plataforma perforada y procedente de la cámara de compensación, se originan miles de pequeños flujos de aire que hacen que las semillas se dispongan en diferentes estratos de diferentes densidades, como se divide en estratos el agua, con la arena y un corcho. El corcho flota en la superficie del agua, en cambio la arena se posiciona en el fondo. Figura 43, se presenta gráfico de separación por peso específico y la inclinación de la plataforma que favorece la acción del flujo de aire en la separación. El movimiento oscilante de la plataforma hace que el material pesado se movilice casi paralelo al borde de descarga y el aire hace que el material ligero se mueva hacia la parte baja (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012).

La plataforma puede ser llamada el “corazón” de la máquina gravitacional y el revestimiento de la cubierta juega un papel importante. La eficacia en la separación y clasificación dependen de la distribución del aire en la plataforma y en la cubierta, la inclinación y el movimiento de los ejes excéntricos hacia la cubierta.

El trabajo principal de la cubierta es para ayudar a estratificar el material de semilla encima de la cubierta, sin embargo, restringe adecuadamente el flujo de aire para aumentar la presión estática dentro de la cámara de aire y asegurar una distribución uniforme (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012).

### Ajustes en el suministro de semillas

En la medida que se regule la descarga en la tolva de recepción y el flujo permanezca estable, el equipo será más eficiente. Tasas óptimas varían de acuerdo a la diferencia de densidad o gravedad específica de la especie. Cuanto mayor sea la diferencia, más rápido será el recorrido de material ligero para la parte baja de la cubierta y el posterior traslado de material pesado para parte alta. Al contrario, cuando la separación de una mezcla con pequeñas diferencias en la gravedad específica, la separación hacia los lados no se realizará con la misma rapidez, por lo tanto la velocidad en el suministro debe ser reducida hasta que se forme una buena diferenciación entre las semillas hacia los extremos.

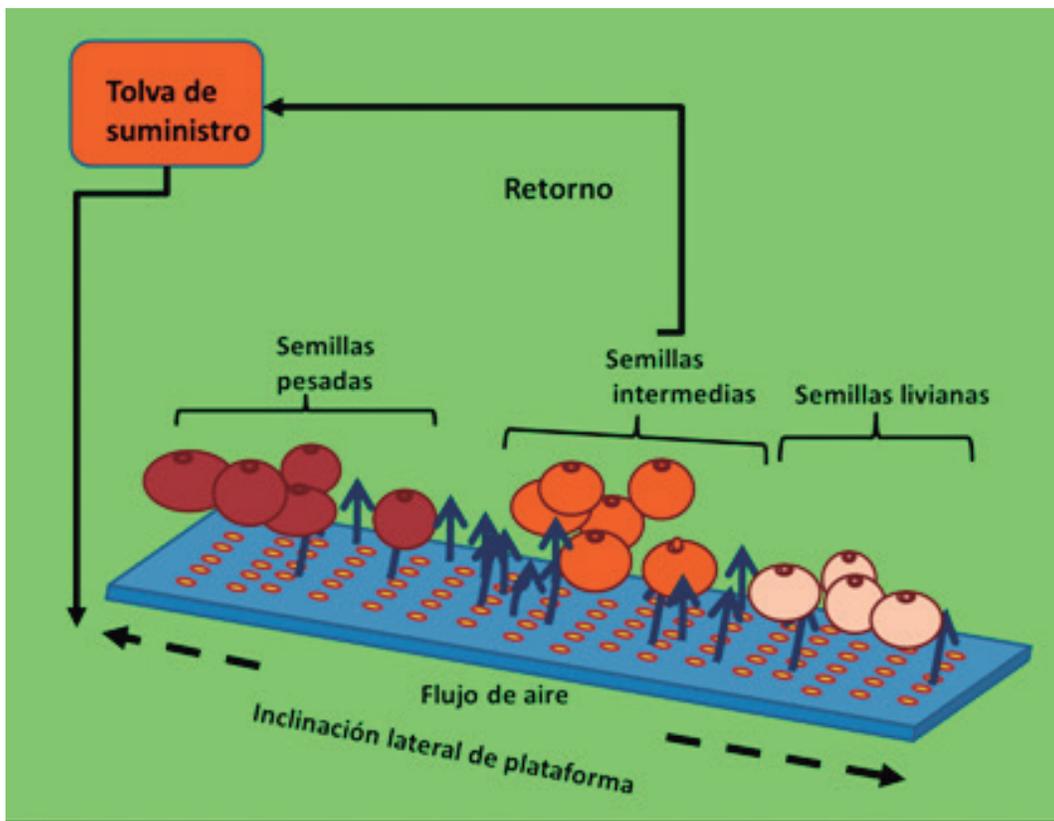


Figura 43. Diagrama de la clasificación por peso específico. Elaborada Néstor Bonilla Bird.

Para separaciones satisfactorias, la superficie de la plataforma deberá estar cubierta en todo momento. Un suministro en exceso sobrecargará la plataforma y dará una estratificación inadecuada de las semillas en la superficie de la plataforma del equipo (McCormack and Rakita, 2004; Moratinos, 2012).

### Regulación del aire

La corriente de aire a través de la plataforma perforada impide que las semillas más livianas toquen la cubierta, éstas se dirigen (flotan) hacia la parte más baja de la misma. El aire se regula para permitir que la semilla pesada esté en contacto con la cubierta oscilante. El movimiento lateral de la cubierta imparte una dirección o impulso de las semillas pesadas hacia la parte superior de la plataforma. Un error común se comete en el ajuste, en el abastecimiento de aire a través de la cubierta, cuando éste se suministra en exceso. Cuando sucede esto, la acción del flujo de aire actúa inversamente, en lugar de tener un efecto de separación de las pesadas con las livianas, se hace una sola mezcla y no se logra el objetivo de la clasificación.

El principio básico de funcionamiento consiste en estratificar las semillas en capas de diferentes densidades mediante el uso de aire y la separación

de las capas por una combinación de movimiento excéntrico y la inclinación de la cubierta.

Regulación lateral de la cubierta. El ajuste lateral de inclinación (de la parte posterior hacia la frontal) depende del área requerida para la estratificación. Cuanto mayor es la diferencia en la gravedad específica de los componentes, el espacio más pequeño debe ser en donde se da la estratificación y la parte más amplia puede ser el lado hacia la zona de descarga. Regulación de la pendiente terminal. La inclinación terminal de la plataforma regulará la velocidad a la que la semilla se movilizará hacia el área de descarga de la plataforma (McCormack J y Rakita C., 2004; Moratinos H. 2012; Wilson H., 2014).

### Regulación de la pendiente longitudinal y lateral de la plataforma

La inclinación de las pendientes longitudinal y lateral en la superficie superior de la plataforma es importante tal como se muestra en la Figura 44. Los materiales más pesados se moverán para la parte alta de la inclinación lateral y la parte más alta de la longitudinal de la superficie de la mesa. Para los más livianos sucederá lo inverso.

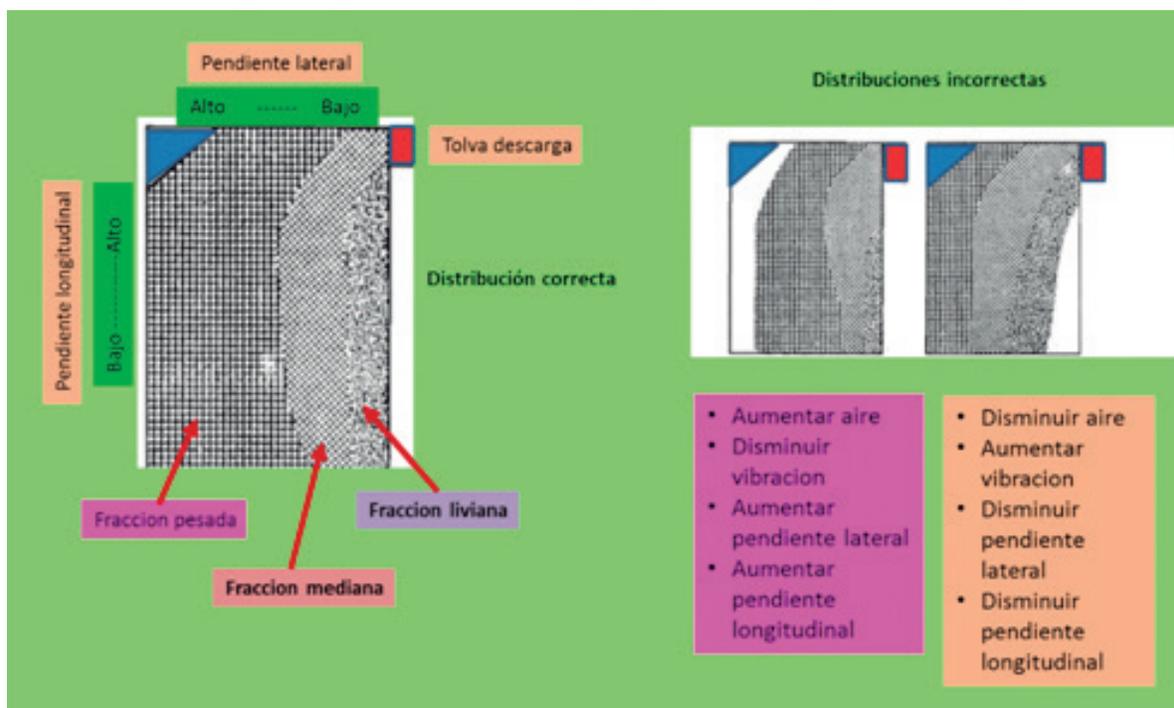


Figura 44. Diagrama del funcionamiento de la densimétrica (gravimétrica). Tomada del Manual para el Beneficio de Semillas (Aguirre and Peske, 1988).

## Control de calidad en procesos de separación de las semillas por peso específico

Se hace énfasis en revisar el buen funcionamiento de todas las partes del equipo al inicio de la temporada de operaciones. Primero, realizar una inspección de todos sus componentes, revisar que se encuentren bien limpios. Las uniones de piezas como son los elementos que los fijan como las tuercas y arandelas, que se encuentren firmes, bien engrasadas y bien limpios los ejes excéntricos. Revisar que las bandas de las poleas estén con la tensión apropiada, cadenas y tensores, ventilador completamente limpio, una vez seguro de que está listo para iniciar operaciones, proceder a operarlo y observar que todo está funcionando apropiadamente. Posteriormente, realizar la calibración según las propiedades físicas del lote de semillas a clasificar. Seleccionar una muestra, hacerla pasar por el equipo en marcha para la verificación de la eficiencia y su buen funcionamiento.

La eficiencia de este equipo se puede determinar por medio del siguiente método, se divide la parte final de la plataforma en tres secciones o componentes del lote, semilla y objetos livianos, semilla intermedia y semilla pesada. Se toman muestras de las tres fracciones por un tiempo de 30 segundos y se determina el porcentaje de cada uno de los tres componentes así como su grado de separación. Se realiza una pesada de los componentes livianos y de los pesados, si la máquina está bien calibrada estos dos valores deben diferir en un 7% o más. Si la diferencia es menor, quiere decir que el lote es tan homogéneo que no es posible mejorarlo o el equipo está mal calibrado. En Figura 45, se presentan fotografías de equipos gravimétricos de fabricación nacional (Aguirre and Peske, 1988; McCormack y Rakita, 2004; Moratino, 2012).



Figura 45. Equipos para la clasificación por densimetría A) capacidad de 20 a 80 quintales por hora. FIATA-Nicaragua. B) Equipos densimétrica de 80 quintales por hora de capacidad. C) y D) Equipos de 80 quintales por hora. SABINA Industria Fotografías Néstor Bonilla Bird.

## 6.6. Equipo para el tratamiento de semillas

Estos equipos son de gran utilidad en el acondicionamiento. La figura 46, presenta algunos equipos disponibles en el mercado nacional. Se utilizan para la aplicación de productos químicos a las semillas y protegerlas contra el ataque de hongos, bacterias, insectos e incluso roedores y pájaros. Una vez tratadas pasan al equipo de pesaje y empaque, algunas tratadoras traen incorporado este sistema.

Las tratadoras sólo requieren de dos ajustes. La dosis del producto a aplicar y la cantidad de semilla a tratar. El primer ajuste se realiza con el uso de probetas graduadas midiendo la cantidad de producto que se deposita en cada uno de los dosificadores y haciendo la relación de cantidad de miligramos por kilos de semillas para lograr la dosis apropiada en el dosificador, esto depende del tipo de tratadora y marca de los equipos (McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).



Figura 46. Fotografías mostrando tratadores de semillas de fabricación nacional (A) Fabricado por SABINA INDUSTRIAL, fotografía Néstor Bonilla Bird. Fotografías facilitadas por FIATA-Nicaragua. (B)



## Productos para tratamiento de semillas y su manejo

Existe una diversidad de productos comerciales para el tratamiento de semillas:

Vitavax 200 SA (Carboxin más thiram) fungicida líquido, se aplican de 4 a 7 onzas fluidas del tratamiento por 100 libras de semillas. Baytan 150 FS, es líquido del grupo de los triazoles, acción fungicida sistémico. Gaucho 600 FS, líquido del grupo de los Cloronicotinios, insecticida sistémico. Gaucho 700 WS, polvo dispersable, de grupo de los Cloronicotinios, insecticida sistémico contra chupadores.

Germate Supremo, polvo seco, del grupo de los Carboxanilidas. Fungicida-insecticida para la protección de semillas y plántulas contra el damping-off o mal del talluelo. Gustafson 42-S, suspensión acuosa, del grupo de los Ditocarbamatos. Fungicida. Acción por contacto. Existe un listado oficial que se inició a su publicación en 1993, Comunicado IPISA/MAG (antiguo DGPSA). Plaguicidas prohibidos los cuales se enlistan para conocimiento de los productores:

**2, 4,5-T, Aldrin, Clordano, Clordimeform, DBCP, DDT, Dieldrin, Dinoseb, EDB, Endrin, Etil paration, HCB, Heptacloro, Lindano, Pentaclorofenol, Percloropentaciclodecano (Declorano), Toxafeno.**

## Forma de aplicación de los productos

Una forma de aplicación de los productos a las semillas es la utilización de fumigantes. Los cuales deben aplicarse en envases completamente herméticos, durante un periodo de tiempo no mayor a las 24 horas. Las semillas deben contener humedad de por lo menos 12% y la temperatura menor a los 30°C. Deberán estar completamente aireadas después de la fumigación. La mayoría de los fumigantes son peligrosos en su empleo, se deben de seguir con mucho cuidado las orientaciones indicadas por el fabricante.

Los productos más utilizados son el bromuro de metilo, el fostoxin, paradiclorobencene y naftalene. En el caso de la presencia de hongos se recomiendan usar químicos a base de sulfuro (azufre más la unión de un radical, estos se gasifican y son altamente letales), para el control de hongos.

Otras formas de aplicación son en forma líquida, forma de polvos, seguir las indicaciones de los fabricantes sobre las dosis de aplicación por peso de semillas.

Los químicos utilizados para el tratamiento son altamente tóxicos para el ser humano. Se recomienda que el operador utilice la vestimenta apropiada, pantalones y camisa manga larga, botas de hule, mascarilla con lentes protectores para los ojos. Evitar la inhalación de los gases emanados o vapores de los productos utilizados para el tratamiento. Utilizar guantes protectores a fin de que la piel no entre en contacto con los químicos.

Se recomienda la utilización de un delantal de hule para la protección por si se presentara un derrame accidental del producto.

Los productos deben almacenarse en lugares destinados específicamente para ellos, no utilizar como almacén cualquier dispositivo que esté a la mano sólo por evitar el trabajo de llevarlos a su respectiva bodega.

## 6.7. Envasado

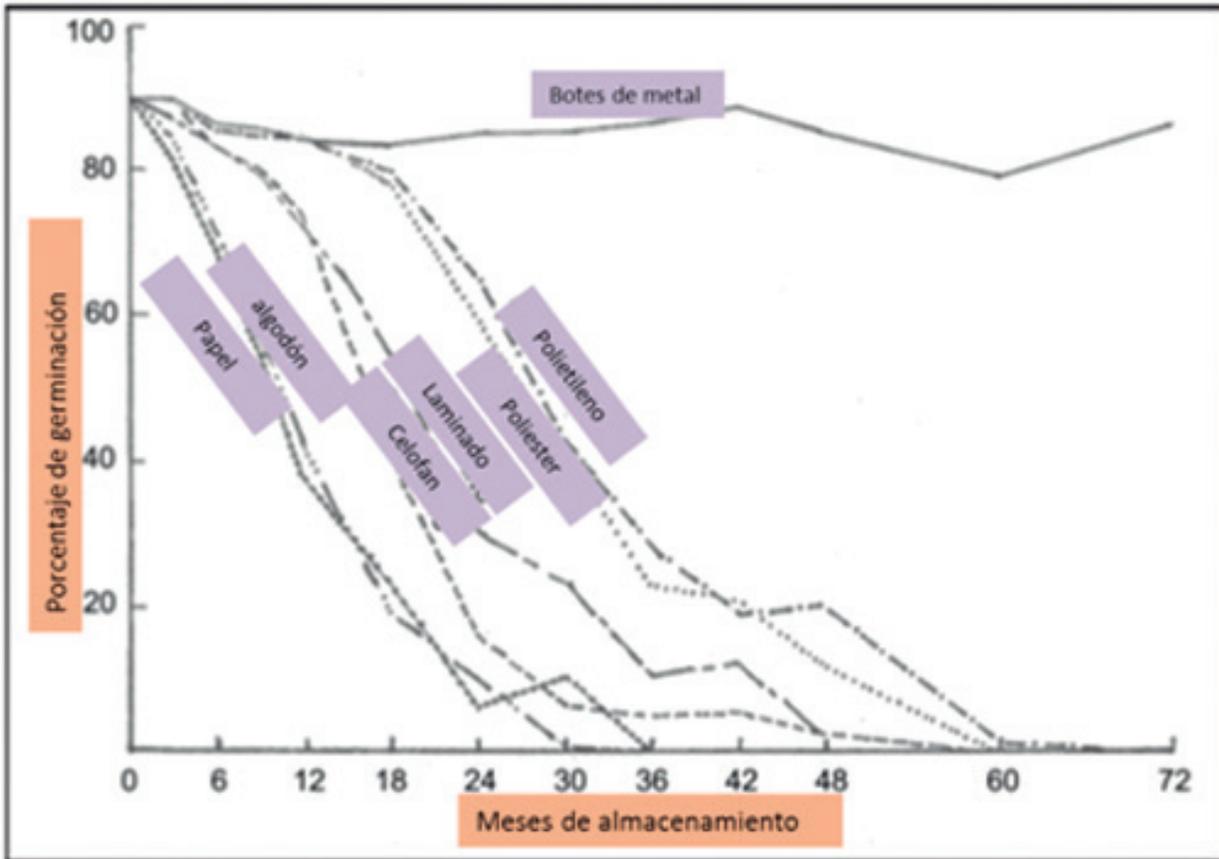


Figura 47. Gráfico mostrando la disminución en el poder germinativo de las semillas como consecuencia del material del cual están fabricados los recipientes para su almacenamiento. Estos resultados no toman en cuenta el grosor de los materiales utilizados en la prueba. A la izquierda del gráfico se representa el porcentaje de germinación. En el plano horizontal se representan los meses de almacenamiento durante fue realizada esta prueba. Los botes de metal conservaron por más tiempo, 72 semanas, la germinación de las semillas sobre el 80%, las bolsas de papel fueron las perdieron rápidamente el poder de germinación de las semillas, en seis meses fue menor del 80% (McCormark y Rakita, 2004).

Los materiales con los cuales se fabrican los envases o contenedores utilizados para la conservación de las semillas son los que garantizarán el mantenimiento de la calidad fisiológica y mantendrán la germinación a través del tiempo. Las semillas con un contenido de humedad del 12%, tienen que ser envasadas en recipientes elaborados con materiales impermeables dado que tienen un gran poder de absorber agua. A menor porcentaje de humedad interna es mayor su capacidad de absorción de humedad del ambiente, hasta llegar a un punto que se equilibran ambas perjudicando la calidad. Si el contenido es menor al 9% se debe utilizar recipientes impermeables como latas, envases de vidrio, sobres laminados en aluminio o plástico. Estos evitarán que las semillas ganen humedad del medio ambiente y se deterioren. En la Figura 47, se presentan los resultados de pruebas realizadas para ver el efecto de los materiales utilizados en los envases para la conservación y su efecto a través del tiempo de almacenamiento, el resultado que se obtuvo fue: los botes de metal son los envases más seguros para el almacenamiento, a como se observa en la gráfica, las semillas conservaron su poder de germinación sobre el 80% durante 72 meses que duró la prueba, y los menos seguros son las bolsas de papel, a los seis meses presentaba un porcentaje de germinación menor que el 80% (McCormark and Rakita, 2004).

En la Figura 48, se observan diferentes tipos de empaques utilizados para la conservación de semillas para su comercialización. Se recomienda utilizar bolsas de papel de tres capas, una de ellas de plástico intermedia. Este tipo de empaque conserva las semillas por cortos periodos de tiempo no mayor a 8 meses y en condiciones ambientales controladas. En el mercado nacional se consiguen bolsas de tres capas de papel.



Figura 48. Tipos de empaques utilizados en la distribución de semillas en general. Parte superior; Extremo izquierdo sacos de poliuretano, centro y derecha bolsas laminadas de papel debidamente rotuladas. Parte inferior; Sacos para el almacenamiento a granel, en bolsas de poliuretano, centro bolsas selladas con cubierta plástica para su fácil manipulación. Diferentes tipos de envases utilizados en cuarto frío con cierres herméticos. Fotografías Néstor Bonilla Bird.

## 6.8. Controles de calidad en el acondicionamiento

Se recomienda verificar que los equipos que se utilizan o se compran para la planta procesadora estén diseñados para procesar semillas y no granos. Asegurarse que todas sus partes son accesibles al momento de una reparación, tales como zarandas, cilindros, bandas, balineras, discos, etc. Que sean estables al momento que se estén operando, no causen muchas vibraciones o ruidos durante el desarrollo de la actividad y el operario sea afectado. Es conveniente verificar las dimensiones antes de realizar la compra, el espacio por lo general es una limitante en todas las plantas de beneficiado, siempre se comete el error de diseñar primero la infraestructura sin tomar en cuenta las dimensiones de los equipos que se instalarán dentro de la misma.

Finalmente, el mantenimiento y su limpieza es lo primordial para alargar la vida útil y poder tener equipos eficientes que aseguren un proceso de calidad en el acondicionamiento de los lotes de semillas.

Enseñar a los empleados la necesidad e importancia del mantenimiento. Se debe contar con un área para el adecuado resguardo de todas las herramientas requeridas para los mantenimientos. Sólo permitir el uso de los equipos de alto riesgo al personal especializado (soldadores, tornos, etc.). Establecer un registro para el mantenimiento, a su vez estos deben tener adheridas tarjetas de registros de cada mantenimiento como fuente de verificación.

Revisar todas las conexiones eléctricas periódicamente, sobre todo los tomacorrientes. Limpiar regularmente los filtros de aire. Se recomienda revisar los motores eléctricos de todas las unidades operativas de la planta de acondicionamiento y ajustar todas las piezas que están en constante movimiento (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004; Moratinos, 2012; Wilson, 2014).

Las buenas prácticas en el acondicionamiento se enfocarán en siete elementos:

1. Análisis de integridad y control del producto. Es la identificación del producto en las diferentes etapas del ciclo productivo y los posibles riesgos de perder la información.
2. Determinar los pasos y puntos de control en el proceso, estos son identificados como puntos de control y de riesgo potencial.
3. Establecer medidas preventivas y actividades específicas que se realizan en los puntos de control para gestionar el riesgo.
4. Establecer procedimientos de seguimiento de las medidas adoptadas para verificar si las medidas de prevención fueron aplicadas.
5. Establecer medidas correctivas en caso no se hayan realizado las medidas de prevención o para hacer frente a un producto determinado que no cumple las especificaciones establecidas.
6. Establecer procedimientos de verificación.
7. Establecer y mantener documentación de procedimientos de registros (Schmidt, 2000; LSUAgCenter, 2000; Copeland, 2001; Comark and Rakita, 2004; Díaz, 2009; OSHA, 2010; Moratinos, 2012; Wunder, 20013; Pioneer, 20014; Wilson, 2014).

## 6.9. Almacenamiento

Se puede realizar en condiciones ambientales siempre y cuando sea por cortos periodos, la duración del tiempo lo determinarán las condiciones ambientales del sitio donde se ubica el almacén y la época del año. Se recomienda seguir “La regla de Harrington” que es una guía muy práctica a tomar en cuenta para determinar si se puede almacenar la semilla expuesta al ambiente. Básicamente, establece que la sumatoria de la temperatura más el porcentaje de humedad de las semillas, no debe exceder el valor de 100. Sin embargo, es preferible conservar las semillas bajo condiciones de temperatura y humedad controladas en bodegas de almacenamiento.

Se debe tener presente lo siguiente:

1. El almacenamiento no mejora la calidad de la semilla, pues el proceso de deterioro es irreversible.
2. La humedad y la temperatura de la semilla son los factores más importantes en el almacenamiento. El crecimiento y reproducción de moho e insectos de almacén aumentan bajo condiciones de mayor temperatura y humedad.

3. Por cada 1% que se reduzca el contenido de humedad de las semillas, se duplica el potencial de tiempo en su almacenamiento.
4. Por cada 5 °C que se reduzca la temperatura se duplica el potencial de tiempo en almacenamiento.
5. Un ambiente seco y limpio proporciona mejores condiciones para almacenar. La limpieza y sanidad adecuadas son esenciales para facilitar el control de insectos, aves y roedores.

En la Figura 49, se presenta el efecto de la temperatura de las semillas y su contenido de humedad. La interacción de estos dos factores es vital para el almacenamiento.

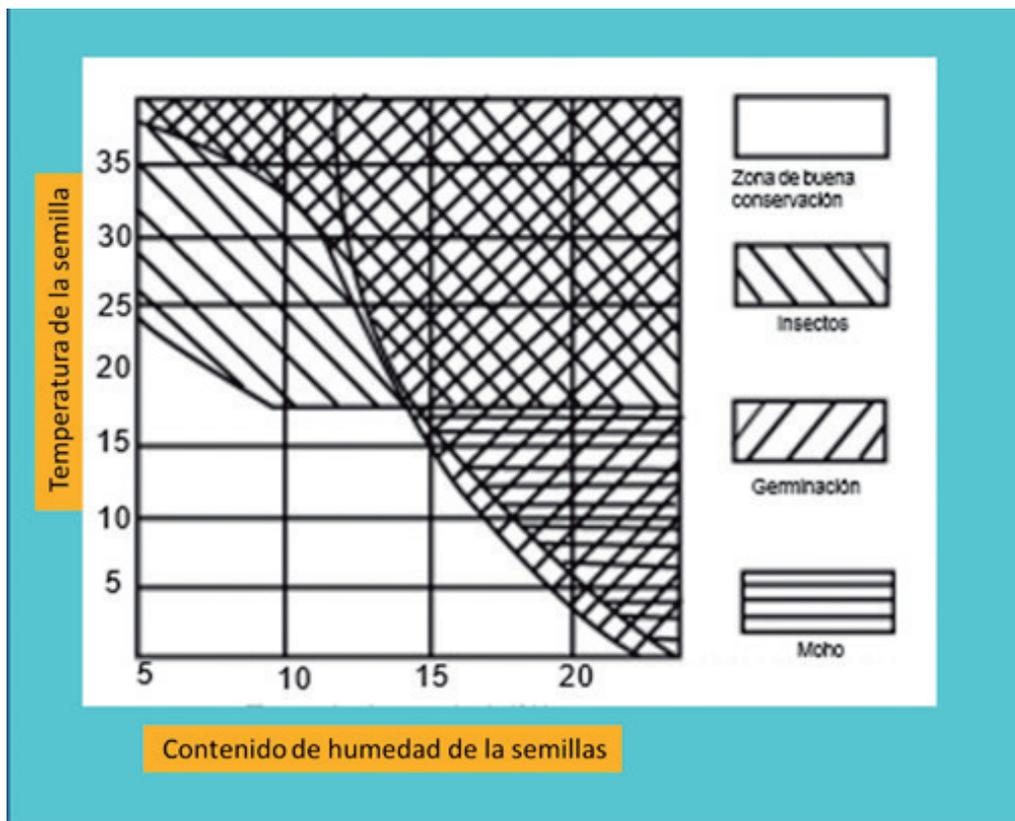


Figura 49. Se presenta gráfico sobre el efecto de la temperatura de las semillas (eje vertical) y el contenido de humedad de las semillas (eje horizontal) sobre la germinación de las semillas de granos básicos y los rangos donde actúan los insectos y los mohos (Gómez, 2001).

## 6.10. Buenas prácticas durante el almacenamiento

Desde el punto de vista fitosanitario, es importante que los sistemas de control estén actualizados para mantener la calidad de las semillas. Se requiere prevenir la exposición a plagas en el almacenamiento y para mantener la integridad de la información correspondiente a cada lote, principalmente la trazabilidad (registro de la información desde el lugar de producción), para satisfacer los requisitos reglamentarios para la documentación de origen, en tránsito y reubicación.

El término análisis de integridad proporciona un conjunto de información muy detallada sobre el estado sanitario de una planta de acondicionamiento, almacén, transportes, incluye la información de los eventos o acciones que están vinculados en cada uno de ellos, incluye todos los equipos que contiene el sitio, los errores y las malas prácticas que se den en él.

### 1. Consideraciones a tomar para el análisis de integridad y controles de los lotes de semillas de granos básicos, consiste en un listado de acciones a revisar si están presentes o no para su valoración.

- Se envía el lote a un sitio erróneo.
- Los vehículos de transporte y los contenedores utilizados para su traslado no se limpian adecuadamente después de su uso.
- Los contenedores utilizados para el transporte no están debidamente identificados.
- Pérdida por contaminación:
  - *Por un mal funcionamiento de los equipos durante el traslado hacia los contenedores de almacenamiento.*
  - *Esparcimiento del contenido de los empaques durante la carga y descarga.*
  - *Equipos utilizados para el traslado de los empaques no se encuentren limpios.*
  - *Por accidentes durante el transporte o desastres naturales.*
  - *Vandalismo en las bodegas y en los vehículos de transporte.*
  - *Las condiciones sanitarias de los equipos de recolección, transporte y almacenamiento ubicado en las instalaciones.*

### 2. Determinación de los puntos de control relacionados con el almacenamiento.

- Equipos de transporte y contenedores, llenado de contenedores, identificación y manejo durante el almacenamiento y transporte.
- La carga y descarga del vehículo de transporte.
- Localización de sitios seguros para carga y rutas seguras para el transporte.
- Depósitos y almacenes.

### 3. Establecer medidas preventivas.

- Inspección de vehículos de transporte y de los contenedores antes de su uso para determinar si hay algún defecto que se traduciría en una pérdida por contaminación de los contenedores.
- Contenedores completamente llenos, con su respectiva documentación y debidamente cerrados.
- Documentación de los procedimientos de notificación de llegada del lote de semillas entre remitente y receptor.
- Al momento de llegada a las instalaciones para el almacenamiento, se requiere mantener los protocolos apropiados para evitar envíos equivocados.
- La manipulación apropiada al momento de la transferencia al interior del almacén evitará el derrame de semillas en el piso de las bodegas.
- Se tiene que mantener un programa continuo de control de roedores y plagas en los almacenes y bodegas.
- Tener controles de acceso a las instalaciones de almacenamiento de los lotes de semillas.
- Tener planes de emergencia en caso de desastres naturales o de incendios.
- Inspeccionar los vehículos de transporte, si cumplen con las condiciones fitosanitarias requeridas para evitar contaminación (libre de polvo, rastros y material residual de embarques previos).
- Identificar y tomar las medidas correspondientes en las áreas donde la humedad puede acumularse y favorecer el desarrollo de plagas y enfermedades.

#### **4. Establecer procedimientos de monitoreo.**

- Establecer procedimientos de inspección para los vehículos de transporte, contenedores y recipientes de almacenamiento.
- Tener actualizado un inventario con la ubicación de cada lote con el debido registro de entradas y salidas al almacén.
- Se requiere seguimiento a los lotes despachados para verificación que lleguen al destino previsto y debidamente identificados.
- Monitorear las áreas de recepción y de embarque de los lotes de semillas en las instalaciones del almacén.
- Monitorear todas las instalaciones del almacén para detectar signos de roedores y plagas.
- Monitorear la humedad y temperatura que podrían favorecer la infección por plagas y enfermedades.

#### **5. Establecer medidas correctivas.**

- Si se producen errores en la manipulación, entrenar nuevamente al personal en los procedimientos apropiados.
- Si el lote es transportado a un destino no deseado o si la semilla es incorrectamente enviada, determinar las disposiciones apropiadas para que el lote llegue a su destino.
- Si el contenedor es mal etiquetado o se pierde por cualquier motivo la etiqueta, identificar correctamente el contenedor y etiquetarlo nuevamente.
- Ubicar apropiadamente los lotes y sus contenedores en el almacén.
- Si se presentaran pérdidas por contaminación, tomar las medidas correctivas apropiadas.
- Establecer acciones correctivas para situaciones ambientales en las que los riesgos de problemas fitosanitarios ocurran dentro del almacén.
- Si un lote de semillas se encuentra infestado por plagas o enfermedades, tomar las medidas de control necesarias.

#### **6. Establecer procedimientos de verificación.**

- Verificar que todos los equipos de transporte y los contenedores se limpiarán después de usarlos.
- Que el acceso a la instalación de almacenamiento esté restringido al personal autorizado.
- Que las instalaciones dentro y fuera del almacén se mantienen limpias de todo el material contaminante.
- Que la documentación de embarque del lote o parte de él, esté apropiadamente plasmada en los documentos de envío o transporte.
- Revisar las condiciones de humedad de las semillas al llegar a las instalaciones de almacenamiento.
- Verificar la temperatura y humedad de la instalación antes de su almacenamiento.

#### **7. Establecer y mantener documentación de procedimientos de registros en el almacén.**

- Establecer procedimientos para que todos los envíos lleven la documentación apropiada.
- Establecer procedimientos para conservar los registros.
- Mantener registros de sitios potencialmente contaminantes que afecten o alteren las condiciones fitosanitarias de las semillas.
- Verificar que los certificados fitosanitarios, permisos de importación, los informes de análisis de semillas y otros documentos oficiales estén en su lugar antes de su envío (Schmidt, 2000; LSUAgCenter, 2000; McDonald, MB. 2001; Díaz, 2009; OSHA, 2010; Moratinos, 2012; Wunder, 2013; Pioneer 2014).

## 6.11. Estructuras de almacenamiento para condiciones ambientales no controladas y controladas



Figura 50. Silo metálico de 15 quintales de capacidad. Fotografía de Néstor Bonilla Bird.

### Silo metálico

Es el más utilizado en la actualidad para el almacenamiento por su promoción y difusión realizada por instituciones del estado y organismos no gubernamentales desde décadas anteriores. Representa una barrera física contra ratas, insectos y animales domésticos. Normalmente el productor almacena sus semillas por periodos de 12 meses y a lo sumo 18 meses, el tiempo de conservación estará en dependencia de la temperatura que alcancen las semillas en su interior, la humedad y el sellado del silo para evitar el intercambio de humedad con el ambiente que le rodea. Adicionalmente se le agregan las condiciones externas del sitio donde se localiza el silo metálico para que éste no se caliente, ni reciba humedad directa producto de lluvias. En la Figura 50, se presenta un ejemplar de 15 quintales de capacidad de almacenamiento, mostrando la etiqueta de uso y manejo.

En la parte superior la apertura de llenado de semillas, y en la parte inferior el conducto de vaciado del contenido. Se observa la etiqueta que va adherida a cada unidad indicando su uso y manejo. Es colocado sobre polines de madera para aislarlo de la humedad del piso y reciba aireación en toda la superficie exterior (McCormark y Rakita, 2004).

Para el almacenamiento en silo metálico las semillas deben estar secas y limpias. Después que se asolean por varios días para reducir el porcentaje de humedad al 12%, antes de almacenarlas se deben dejar ventilando por una noche bajo techo si las condiciones ambientales son secas, si el tiempo es lluvioso no dejarlas por más de un par de horas expuestas, las semillas ganan nuevamente humedad y el secado al sol no será efectivo

## Uso y mantenimiento

Se debe limpiar el interior y exterior con un trapo mojado para extraer suciedades y pequeñas partículas adheridas en las paredes. El silo debe estar colocado bajo techo para protegerlo de la lluvia y evitar la exposición al sol, para que no se provoque una condensación en su interior. Llène con semillas limpias, recién cosechadas y con menos del 12% de humedad. Se recomienda fumigar las semillas con pastilla fosfamina, utilizando una para cada 5 qq y sellar herméticamente las aberturas. Se revisa si no hay escape de gas de 3 a 10 horas después de haber realizado la fumigación. No se colocan objetos sobre o cerca del silo. Para vaciarlo, al quitarse el tampón inferior, las semillas salen por gravedad, pero cuando se va disminuyendo la cantidad en el interior, la salida es más lenta, no incline el silo, utilice una regla para introducirla por el orificio de salida, agite el contenido remanente en el interior para facilitar la salida.

Las paredes y pisos cercanos al silo no deben estar húmedos, con el fin de evitar que se oxide y disminuya así su vida útil, que está comprobada para no menos de cinco años. Se recomienda limpiarlos por fuera regularmente para evitar que se acumule el polvo y algunos otros agentes oxidantes. Se recomienda pintarlos y colocarlos sobre polines de madera o tambos de madera para aislarlos de la humedad del piso. Deben situarse bajo la sombra para evitar el calentamiento de sus paredes y alteren la calidad de las semillas en su interior. En Figura 51, se pueden observar diferentes tipos de envases utilizados para la conservación de semillas en los bancos comunales en las zonas rurales de Nicaragua, A) Silo metálico para almacenamiento en condiciones exteriores, su uso es para conservación transitoria de semillas al momento de ser recibido el lote de semillas. B) Silos metálicos, de amplio uso para la conservación bajo cubierta. C) Muestras almacenadas en saco en completa suciedad conteniendo rastros y terrones de suelo como técnica de conservación. D) Envases plásticos utilizados por los bancos de semillas para almacenar pequeñas cantidades de semillas seleccionadas por ellos.



Figura 51. Diferentes tipos de almacenamiento. A. Silo metálico en condiciones exteriores. B. Silos metálicos bajo cubierta. C. Muestra de semillas almacenadas en saco. D. Envases plásticos. Fotografías Néstor Bonilla Bird.

## Almacenamiento en cuarto frío

### Almacenamiento en cámaras frías a pequeña escala

El almacenamiento de semillas en atmósfera controlada se puede partir de la construcción de una pequeña bodega de 100 m<sup>3</sup>, que permite la conservación a mediano plazo (2.5 años). Se utilizan enfriadores de aire por compresión en bodega térmicamente aislada donde la temperatura se regula. Se pueden usar unidades de aire acondicionados para oficinas de 5 kW (18,000 BTU/h), estos pueden enfriar el aire dentro de la bodega hasta los 17 °C. Se recomienda instalar dos unidades de aire acondicionado en caso que una se dañe la otra entra en funcionamiento. Para lograr el aislamiento térmico y evitar la penetración del calor externo, las paredes, el cielo raso y piso se recomienda que se aislen térmicamente con una capa de por lo menos 5 cm de espesor de fibra de vidrio y/o poliuretano. La HR del cuarto se tiene que mantener al 50%, para esto se requiere de un deshumidificador que absorbe la humedad del aire que penetra al cuarto frío desde el exterior cada vez que penetra alguien a éste y la misma humedad que emiten las semillas. Es muy importante evitar fisuras y otros tipos de aberturas que permitan el intercambio de gases con el exterior (Peske y Aguirre, 1988; McCormark y Rakita, 2004).

Harrington sugirió otra norma para la conservación de las semillas agrícolas: entre 50 °C y 0 °C, por cada 5 °C de descenso de la temperatura de almacenamiento supone duplicar la vida de las semillas (Peske y Aguirre, 1988; McCormark y Rakita, 2004).

### Almacenamiento en cuartos fríos industriales

Se presentan recomendaciones mínimas necesarias a tomar en cuenta al momento de construir, ampliar o remodelar un área para cuarto frío o conservador (De 0 a +15 °C). El espesor de las paredes dependerá de la temperatura que se requiera dentro del mismo. Es importante tener un estudio de la temperatura máxima externa y la HR de la región donde se pretenda ubicar la estructura, estos datos sirven para calcular el espesor de las paredes. El aislamiento es a base de espuma rígida de poliestireno siendo un material muy usado en la actualidad para el aislamiento en frigoríficos y cuartos fríos. El espesor del aislamiento se selecciona de tablas preparadas en función de las temperaturas de operación. La barrera de vapor es una membrana impermeable al vapor de agua que debe instalarse en la cara más caliente del aislamiento. Esta barrera evita el paso de vapor de agua contenido en el aire al interior del aislamiento, de ocurrir esta penetración, el aislamiento perdería eficiencia y en el caso de operar la cámara a temperaturas inferiores a la de congelación se formaría hielo que al acumularse destruiría el aislamiento. La impermeabilidad de la barrera de vapor varía en función de la temperatura de operación y la temperatura y HR del medio ambiente. La barrera de vapor puede ser formada con compuestos asfálticos o membranas de aluminio de polietileno. En figura 52, se puede observar un esquema de la estructura de un cuarto frío y sus componentes estructurales (Peske y Aguirre, 1988; Meneses, 2001).



Figura 52. Gráfico mostrando una estructura general para cuarto frío con paredes de paneles aislantes y techo protector (Meneses, 2001).

La transmisión térmica a través de los paneles entre el lado interior y el lado exterior no deberá exceder de  $10\text{w/m}^2$ . Este es un dato para determinar su espesor y no para la capacidad de refrigeración. La cámara de aire es una cubierta para proteger los paneles colocado por encima a una altura de 1.50 m. Se recomienda que los materiales para la construcción de esta protección sean nuevos y no de segunda.

El sellado, en las juntas o puntos de unión de los paneles aislantes, sellarlos por ambos lados con masilla elástica a base de poliuretano. Otro aspecto es el alabeo térmico que es la deformación de la pared en la parte externa causada por las variaciones térmicas entre la cara interna y la externa del panel. Esta diferencia que existe entre las temperaturas, provoca que la lámina externa adquiera cierta deformación, por eso se tiene que asegurar bien la unión y evitar que las paredes del cuarto frío estén expuestas a la intemperie. En Figura 53, se puede observar diferentes imágenes de cuarto frío en su parte interna con los equipos de enfriamiento y deshumidificadores. Vista exterior de los paneles de aislamiento y unidades de enfriamiento externas (Peske y Aguirre, 1988; Meneses, 2001).

### Mantenimiento de los equipos

El primer requisito para una eficiente operación de un cuarto frío es tener un buen conocimiento del funcionamiento de las máquinas y de sus características. Cuando éste presenta problemas, estos casi siempre son detectados sólo cuando son de una magnitud que afecta la calidad del producto en refrigeración. Una buena operación de un cuarto frío debe estar acompañada de un programa de mantenimiento preventivo. Así se reducen los gastos de reparación de partes del equipo y se minimizan tanto los daños en la máquina de refrigeración, como las pérdidas económicas por deterioro de las semillas almacenadas.

Los manuales de servicio, las instrucciones de operación y de seguimiento a los diferentes controles y las listas de repuestos las suministra el fabricante del cuarto frío. Además, se recomienda tener el contacto permanente con un técnico calificado que pueda acudir en el momento en que el sistema de refrigeración presente una falla.



Figura 53. Cuarto frío para la conservación de semillas de granos básicos, en Nueva Guinea-RAAS. A. Unidades del deshumidificador. B. Vista de piso aislante y cuarto completamente sellado. C. Entrada a cuarto frío con aislantes flexibles para detener el intercambio de temperaturas con el exterior. D. Unidades externas de enfriamiento. Fotografías Néstor Bonilla Bird.

Algunos de las partes de los equipos de mantenimiento son los siguientes:

- Las válvulas de expansión.
- Válvulas solenoides.
- Válvulas reguladoras de presión.
- Válvulas de seguridad.
- Termostatos.
- Controles de presión de aceite.
- Controles de voltaje.
- Controles de baja y alta presión.

De estas partes, se deben chequear las condiciones de operación dadas por el fabricante, con las que presenta en el momento el sistema. Aunque la mayoría de los equipos de refrigeración son unidades selladas que presentan dispositivos de lectura, algunos equipos de gran capacidad requieren de unas revisiones adicionales, como son:

- Nivel de aceite en el cárter del compresor y cambio de los filtros según lo indique el fabricante. Se usa solamente el aceite recomendado para el tipo de servicio que presente el compresor; cada refrigerante requiere un tipo especial de aceite.
- Lubricación de los elementos rotatorios (motores, ventiladores, rodamientos, bombas). Los fabricantes recomiendan los lubricantes para usar en cada caso y la regularidad de chequeo del nivel mínimo.
- Los condensadores se limpian con la frecuencia que se requiera, pues el polvo y la suciedad reducen su eficiencia. Además, los condensadores sucios causan altas presiones de condensación, altos consumos de energía y finalmente, el daño del sistema. Aunque esta operación es sencilla y se hace en minutos, con frecuencia se dañan las unidades de refrigeración por falta de limpieza en el condensador.
- Las correas de transmisión se chequean periódicamente en su tensión y deterioro.
- Los aislamientos de tuberías, conexiones y evaporadores se revisan con frecuencia, pues los malos aislamientos pueden causar fugas del refrigerante y consecuentemente, cambios en la temperatura interior del cuarto.

En cuanto a lo relacionado con la energía eléctrica se requiere considerar el estado de las conexiones y elementos complementarios:

- Revisión de las conexiones y terminales.
- Revisión de conductores.
- Eliminación de fallas a tierra.
- Ajuste de interruptores de cuchillas con fusibles.
- Factor de potencia.

Los principales ahorros al mejorar el factor de potencia son:

- Reducción de pérdidas de potencia.
- Aumento de la capacidad del sistema.
- Mejoramiento de la regulación del voltaje.
- Disminución de los costos de energía.

La adecuada iluminación del cuarto frío también es importante. Las bombillas luego de 3000 horas de uso pierden un 10% de su luminosidad inicial. Esta reducción en iluminación se incrementa debido a la suciedad, alcanzando hasta 40%, lo que significa que una bombilla de 100 W al cabo de 3000 horas iluminará como una de 60 W. Se recomienda limpiarlas cada 1000 horas.

Se puede establecer un programa de sustitución mediante el cual se instalen en grupo, lámparas nuevas antes de que las antiguas lleguen al final de su vida útil. También se recomienda mantener limpias paredes y techos, los acabados de la estructura física de la planta de acondicionamiento se deterioran por acción del tiempo y la reflexión de la luz se disminuye, haciendo que los niveles de iluminación desciendan en forma considerable.

## Sanidad dentro del cuarto frío

La exigencia en higiene al interior del cuarto frío debe ser muy alta. No debe olvidarse que se trata de cuartos donde se conservarán semillas que son sensibles al ataque de hongos y bacterias. Es la mejor manera de controlar el desarrollo de estos patógenos.

A medida que el cuarto se opera a unas condiciones estables de humedad alta y temperatura baja, se mantienen también las condiciones ideales para que los mohos se desarrollen en las paredes, los techos, sobre las bolsas y otros tipos de envases que se introduzcan en su interior.

Los mohos que crecen sobre estas superficies, pueden no producir daños a las semillas almacenadas, pero tienen un efecto indeseable al producir etileno y otras sustancias volátiles que apresuran su envejecimiento si no se encuentran en envases apropiados. Por lo mismo, se recomienda una limpieza a fondo, por lo menos, una vez al año, con un desinfectante que contenga hipoclorito de sodio, fungicidas y bactericidas. Si se presentan problemas de contaminaciones fuertes, puede utilizarse azufre; si esto se realiza, todas las semillas se deben sacar del cuarto y éste permanecerá cerrado por 24 horas.

La buena circulación del aire dentro del cuarto, el ingreso de semillas sanas son también medidas complementarias que evitarán los problemas de sanidad en el interior del cuarto.

La limpieza durante los períodos de no operación debe ser completa.

Recoger toda la basura y cepillar los pisos. Luego limpiar con agua, desinfectarse (preferiblemente con cloro) y permitir la entrada de aire fresco.

La eficiencia del uso del cloro como desinfectante está asociado a varios factores tales como: el pH de la solución, la materia orgánica, la temperatura del agua, el tiempo de exposición y la concentración del cloro.

## 6.12. Distribución

Para poder distribuir o comercializar semillas, primero la persona interesada tendrá que inscribirse ante el IPSA o en la delegación regional que le sea más cercana según la Ley 280. Una vez autorizada, la persona o empresa está obligada por ley a cumplir con las siguientes condiciones:

Proporcionar las condiciones apropiadas a los inspectores del IPSA durante las inspecciones a la infraestructura y facilidades con que cuente el distribuidor de semillas.

Brindar en todo momento la información requerida por los inspectores del IPSA.

Cumplir y practicar las orientaciones y normativas técnicas que definan los inspectores del IPSA.

Solicitar las inspecciones necesarias en caso de que éstas no se hayan practicado durante el tiempo indicado o bien cuando por alguna razón lo estimen conveniente.

Comunicar mensualmente las ventas y existencias en inventarios.

## 6.13. Transporte al mercado

Después de realizada la cosecha, el productor debe manejar las semillas con sumo cuidado para evitar los daños mecánicos, exposición a contaminantes por contacto, por plagas y enfermedades acarreadas por los vientos, polvo y la exposición a condiciones adversas del clima como serían las lluvias, altas temperaturas y la mala manipulación de sacos. Es preferible realizar el traslado temprano, en la mañana o al atardecer, para evitar las altas temperaturas (McCormack Rakita, 2004).

### Carga y descarga de las bolsas de semillas

Establecer el procedimiento adecuado de carga y descarga con el objeto de reducir sobre esfuerzos por parte del personal encargado de esta labor y reducir las caídas de las bolsas o sacos y del mismo personal durante el manejo manual en altura (camiones, bodegas a diferentes niveles). Se presentan algunas técnicas para realizar de forma correcta la carga y descarga de bolsas o sacos de semillas para que éstas no sufran daños y lleguen en buenas condiciones al usuario.

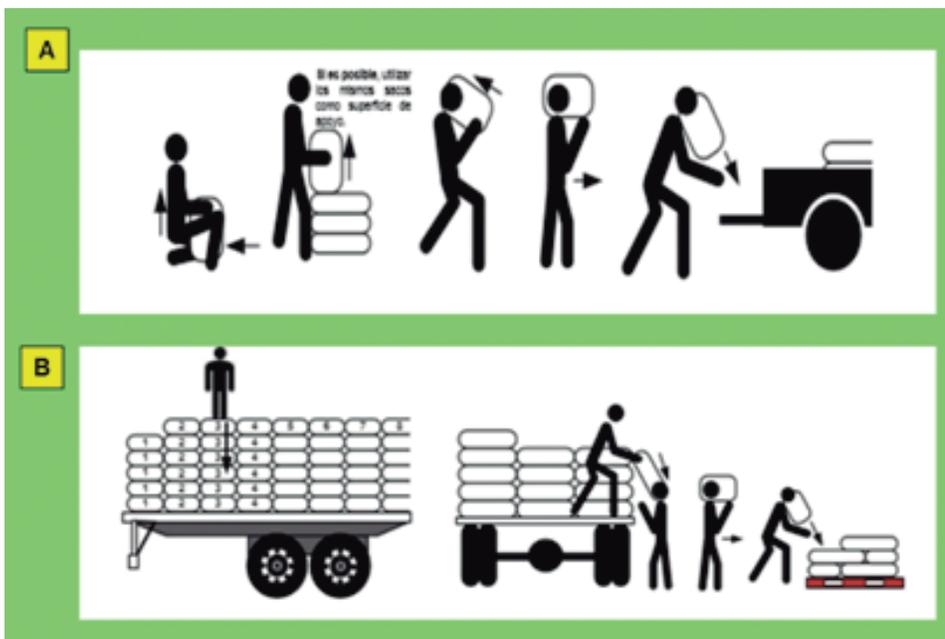


Figura 54. Diagramas mostrando (A) manipulación manual de sacos o bolsas de semillas. (B) Descarga manual de camión transportando sacos o bolsas de semillas (Martínez, 2014).



Figura 55. Diagramas mostrando (A) manipulación manual de sacos o bolsas de semillas con el auxilio de un montacargas (B) Descarga manual con el auxilio de banda transportadora de camión transportando sacos o bolsas de semillas (Martínez, 2014).

### Para el manejo manual de bolsas de semillas

Evaluar la forma física de la carga para determinar el tipo de agarre para el levantamiento (sacos, bolsas). En caso que el peso del saco sobrepase la capacidad física del operador, éste deberá solicitar apoyo. No es recomendable que se levanten más de 50 kg por persona. La posición de los pies uno adelantado al otro permitiendo estabilidad y equilibrio al momento de levantar la carga. Doblar las piernas manteniendo todo el tiempo la espalda recta. Figura 54 (A), muestra

diagramas de posición apropiada para la descarga manual de sacos. (B) La descarga manual de camión. En la Figura 55, se muestra diagramas para la carga y descarga con el auxilio de montacargas y de bandas transportadoras. Estos diagramas presentan de manera consecutiva cómo realizar las tareas de carga y descarga, previendo no sucedan accidentes laborales ni daño a las bolsas o sacos de semillas (Martínez, 2014).

# **7. Buenas prácticas durante el comercio y venta de semillas de granos básicos**

---

## Buenas prácticas durante el comercio y venta de semillas de granos básicos

---

La mayoría de semilla se distribuye en todo el país o se comercializa internacionalmente cuando se presente la oportunidad. Se debe tener cuidado para asegurar que los envíos o importaciones sean acompañados con su respectiva documentación (permisos de exportación, importación, certificados fitosanitarios e informes de análisis de calidad), para satisfacer los requisitos regulatorios del gobierno. Algunos países tienen requisitos posteriores a la entrada de las semillas como análisis de riesgo. Se tiene que consultar con los funcionarios del IPSA para determinar los requisitos para la comercialización, importación o exportación.

Para poder ejercer buenas prácticas en el comercio y venta, se recomienda seguir las siguientes siete premisas:

1. Consideraciones a tomar para el análisis de integridad y controles de los lotes de semillas durante su comercialización.
2. Determinación de los puntos de control.
3. Establecer medidas preventivas.
4. Establecer procedimientos de monitoreo.
5. Establecer medidas correctivas.
6. Establecer procedimientos de verificación.
7. Establecer mantenimiento de registros y documentar los procedimientos.

Establecer procedimientos confiables y accesibles para el seguimiento del lote de semillas. Mantener los registros de inventarios, de envío y su correspondiente destino. Registros sobre las retenciones de algún lote de semillas. Mantener copias de las medidas de control, certificados fitosanitarios, inspecciones fitosanitarias, resultados de los análisis de calidad internos y oficiales. Retener documentos de respaldo de cada lote de semillas por un periodo de al menos dos años (Lars Schmidt, 2000; LSUAgCenter, 2000; Cormark y Rakita, 2004; Díaz, 2009; OSHA, 2010; Moratinos, 2012; Wunder, 2013; Pioneer 2014).



# 8. Seguridad industrial

---

# Seguridad industrial

---

En Nicaragua se cuenta con la Ley 618: Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo. Ésta tiene el siguiente objetivo, “Establecer el conjunto de disposiciones mínimas que en materia de higiene y seguridad del trabajo el Estado, los empleadores y los trabajadores deberán desarrollar en los centros de trabajo, mediante la promoción, intervención, vigilancia y establecimiento de acciones para proteger a los trabajadores en desempeño de sus labores”. El ámbito de aplicación de esta ley, su reglamento y su norma son de aplicación obligatoria a todas las personas naturales o jurídicas, nacionales y extranjeras que se encuentren establecidas o se establezcan en Nicaragua.

## Algunas definiciones importantes:

**Higiene industrial:** es una técnica no médica a reconocer, evaluar, controlar aquellos factores ambientales o tensiones emanadas (ruido, iluminación, temperatura, contaminantes químicos y contaminantes biológicos) o provocadas por el lugar de trabajo que pueden ocasionar enfermedades o alteración en la salud de los trabajadores.

Todos los equipos, herramientas y las instalaciones deben mantenerse en buen estado de limpieza, conservación y funcionando. Para la limpieza y la desafección utilizar productos que no sean altamente residuales, que no despidan olores fuertes ni vapores tóxicos. Para organizar estas tareas, se requiere la elaboración de registros que describan: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde limpiar? ¿Dónde desinfectar? así como las advertencias y observaciones que se deben seguir posteriormente.

Las sustancias tóxicas y agroquímicos (tratamientos de semillas) que pueden representar un riesgo para la salud y posible fuente de contaminación, deben estar claramente rotuladas, etiquetas bien visibles y almacenadas en áreas exclusivas. Estas sustancias deben ser manipuladas sólo por personas autorizadas.

**Personal:** Se tiene que capacitar muy bien al personal en el tema de las buenas prácticas de acondicionamiento y hacérselas saber al nuevo personal que se incorpore a las labores de la planta de acondicionamiento de semillas.

El dominio de estos procedimientos por parte del personal es de vital importancia para poder mantener un programa de buenas prácticas en la planta de acondicionamiento. Esta es una responsabilidad de la empresa y debe ser adecuada y continua.

Es indispensable el lavado de manos, se debe realizar después de la utilización de los servicios higiénicos, haber manipulado semillas contaminadas o agroquímicos. Señalizar las áreas donde se les oriente a los empleados realizarse el lavado de manos después de la manipulación de estas sustancias y contaminantes.

Todo el personal que está en la parte operativa de los equipos debe mantener higiene personal, llevar ropa protectora, calzado adecuado, tapones contra ruidos, mascarillas protectoras contra la inhalación de polvos y gases, casco protector de cabeza. Todo debe ser lavable o descartable. No deben trabajar con anillos, colgantes, relojes ni pulseras durante la operación de los equipos para evitar accidentes graves.

Parte de la higiene es la conducta del personal, tal como comer en el sitio de trabajo, fumar u otras prácticas antihigiénicas.

**Seguridad del Trabajo:** es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen como objetivo principal la prevención y protección contra los factores de riesgo que pueden ocasionar accidentes de trabajo.

En términos generales es necesario establecer un plan de capacitación para todo el personal sobre seguridad industrial, situaciones de emergencias ante accidentes laborales y catástrofes naturales. Estos planes se tienen que estar revisando con cierta regularidad y asegurar que el nuevo personal que se incorpora a trabajar en la planta los conozca, estudie y practique con el resto de trabajadores.

Se recomienda que el personal cuente con el equipo apropiado para realizar sus labores en cada unidad de asignación. Primero, señalar todas las áreas de trabajo apropiadamente, indicar los lugares y rutas de evacuación, localización de las áreas para realizar los primeros auxilios en caso de una emergencia.

Tienen que usar vestimentas apropiadas que garanticen la protección y aislamiento de entrar en contacto con posibles contaminantes que andan a la deriva en el ambiente de trabajo producto de la limpieza de las semillas, usar anteojos y mascarilla protectora para evitar accidentes en lugares donde se da el desprendimiento de partículas, basuras, polvos que podrían afectar la vista de los operadores.

Colocar visiblemente rótulos de advertencia en los paneles eléctricos como serían los motores independientes de cada equipo, interruptores de seguridad, palancas de corte del fluido eléctrico en cada uno de los equipos. En el área del generador eléctrico dispuesto para casos de emergencia.

Contar con los equipos auxiliares para realizar las reparaciones y ajustes necesarios. Contar con levanta cargas para mover equipos de mucho peso dentro de planta y esto evitará accidentes laborales. Equipos de protección personal

Primeramente el empleador debe capacitar al operador de maquinaria en el uso de los equipos de protección personal para que sepa cómo usarlo adecuadamente, cuando es necesario, el tipo de equipo, sus limitaciones para protegerse de las lesiones, saber cómo ponerlo y ajustarlo, así como mantenerlo limpio y en buen estado (OSHA, 2010).

El empleado debe contar con ropas apropiadas de trabajo, que le permitan una cobertura de todas las partes del cuerpo que puedan entrar en contacto con las partículas o gases que andan flotando en el ambiente producto del trabajo y operatividad de los equipos.

Los equipos dispuestos para la protección del personal operativo son de obligatoriedad para evitar lesiones cerebrales, lesiones en los pies, piernas, ojos y cara. Por la pérdida auditiva, lesiones en manos y en todo el cuerpo.

En figura 56, se muestran equipos de protección personal, los trabajadores deben usar un casco de seguridad, gorras, protectores auditivos, lentes de seguridad, pantallas faciales, mascarillas filtrante de partículas, gases y vapores, botas de cuero con puntas de protección de metal, guantes de cuero contra agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones). Guantes protectores de sustancias químicas, guantes de protección contra golpes eléctricos. Botas de hule para las aplicaciones de productos químicos. Chalecos o delantales contra derrames de sustancias químicas.



Figura 56. Equipos de protección física para los operadores en una planta de acondicionamiento de semillas. 1. Casco contra golpes. 2. Protector de oídos. 3. Tapones para oídos. 4. Guantes de cuero y hule. 5. Mascarillas contra polvos. 6. Mascarilla para manipulación de tratamientos de semillas. 7. Delantal y traje de protección. 8. Botas de hule. 9. Bota de cuero para trabajo industrial. Fotos Google. Equipos de protección.



**9.** Pesticidas en la planta de  
acondicionamiento de semillas

---

**10.** Protección de equipos

---

**11.** Electricidad

---

**12.** Áreas de trabajo

---

**13.** Incendios y explosivos

---

**14.** Limpieza y desinfección de la  
planta

---

**15.** Control de plagas

---

**16.** Mantenimiento de equipos

---

## Pesticidas en la planta de acondicionamiento de semillas

---

Los pesticidas pueden representar peligro para los seres humanos. Los riesgos dependen de la toxicidad del producto y la duración de exposición. La gravedad de un envenenamiento depende de la composición química y su formulación, ruta de acceso en el cuerpo, la cantidad que entra en el cuerpo y la duración de la exposición. Usando equipos de protección personal se puede reducir la posibilidad de inhalación dérmica, ocular y la exposición oral y de ese modo reducir significativamente las posibilidades de un envenenamiento por pesticidas. Todo el personal involucrado en la manipulación o que entra a las áreas donde se aplican o utilizan, debe conocer los riesgos y medidas que debe tomar al ingresar a ellas, las que deben ser bien señaladas para prevenir cualquier accidente o posible envenenamiento.

El equipo y vestuario se ha descrito con anterioridad para evitar problemas de entrar en contacto con los químicos ya sea por contacto directo o por inhalación, o exposición voluntaria.

Según el Reglamento a la Ley No. 274. 1998. Ley básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares. En el artículo 69. La construcción de bodegas, plantas formuladoras, empacadoras o cualquier otra instalación donde se realicen actividades con plaguicidas, debe hacerse;

distante a centros o núcleos poblacionales, escuelas, hospitales, almacenes y depósitos para alimentos. Deben estar retirados de manantiales y otras fuentes de agua para el consumo humano, animal y de uso para actividades agropecuarias. Localización en áreas de fácil acceso, en terrenos que no sean objeto de inundaciones, que cuenten con un sistema de alumbrado eléctrico, protección contra rayos, salidas de emergencia y equipos de protección contra incendios y derrames.

Se debe destinar una bodega para el almacenamiento de los productos químicos para el tratamiento de las semillas, así como los productos para controlar las plagas, insectos y roedores en las instalaciones de la planta de acondicionamiento de semillas. Rotular de manera clara y visible, primero la bodega y luego los diferentes anaqueles donde se almacenan los productos. Estos deben estar ordenados para evitar derrames y no usar los envases vacíos para rellenarlos con otros productos y mucho menos utilizarlos en otras actividades, localizarlos para su destrucción segura siguiendo las recomendaciones de los inspectores del IPSA o leer las indicaciones del Reglamento a la Ley No. 274 (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004).

## Protección de Equipos

---

El responsable de la planta de acondicionamiento tiene que hacer del conocimiento de todos los empleados sobre los procedimientos de seguridad. Garantizar que todos los equipos estén protegidos en los sitios de riesgo laboral como son las bandas, cadenas, poleas y partes en movimiento de las máquinas. El personal debe tener en cuenta las medidas de protección que deben implementar cuando una máquina se echa a andar. Alrededor de los equipos se debe señalar con rótulos visibles de advertencia sobre el peligro al aproximarse a un equipo en funcionamiento, en el piso se debe trazar una línea de color amarillo para las zonas de menos peligrosidad y franjas rojas en los lugares de alta peligrosidad (Ley 618. 2007; Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo).

## Electricidad

---

Se debe rotular apropiadamente el tablero principal de todos los circuitos eléctricos, indicando cuáles son los interruptores para cada equipo en la planta. Asimismo, hay que proteger todos los interruptores individuales en cada uno de los equipos con su conexión de polo a tierra. La planta debe contar con un generador eléctrico en caso de interrupción del servicio público de electricidad. Se debe evitar los encharcamientos

dentro de la planta de acondicionamiento para evitar corto circuitos que podrían provocar accidentes laborales o daños en los equipos. Las zonas de alto voltaje deben estar claramente identificadas. Revisar que todos los toma corriente estén en perfecto estado, no quebrados y que los cables eléctricos se encuentren completamente cubiertos y no al aire libre (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita. 2004).

## Áreas de trabajo

---

La planta de acondicionamiento debe prestar condiciones apropiadas de espacio a los empleados en sus sitios de trabajo. Mantener salidas de emergencias en caso de accidentes laborales o emergencias libres de obstáculos y bien señalizadas. Asignar la cantidad de personal apropiado para el desarrollo y manipulación de los lotes de semillas. En las áreas de almacenamiento, como cuartos fríos, poner cerraduras

de seguridad para evitar que personas queden atrapadas accidentalmente dentro de los cuartos fríos. Señalizar las zonas donde se encuentren los equipos de primeros auxilios y duchas de emergencias para atender accidentes. Es terminantemente prohibido ingerir alimentos, bebidas o fumar dentro de las áreas de trabajo de la planta de acondicionamiento (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004).

## Incendios y explosiones

---

La planta de acondicionamiento debe contar y disponer estratégicamente de extinguidores dentro y en los alrededores de la infraestructura. Estos deben estar visibles, a una altura accesible y ser revisados periódicamente, registrando los controles en una tarjeta específica. El personal debe conocer la manera

de operar los extinguidores. En un sitio visible se debe mantener los números telefónicos para realizar llamadas de emergencias de los bomberos, hospitales, policía, ambulancia y otros servicios de emergencia locales (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita 2004).

## Limpieza y desinfección de la planta

---

La limpieza es lo que debe predominar en una planta de beneficiado, sobre todo por el aspecto de orden, higiene y calidad en los procesos de acondicionamiento y clasificación. Genera confianza en los usuarios.

La limpieza evita en primer orden las mezclas varietales o con semillas de otros cultivos, por lo que hay que evitar procesar semillas del mismo cultivo consecutivamente. Esto permite verificar la limpieza de equipos, transportadores y tolvas en cada uno de los procesos de acondicionamiento.

La limpieza se debe realizar operando los equipos hasta que no quede ningún residuo en los conductos de los transportadores, tolvas, secadoras, zarandas, mesas gravimétricas. Se debe seguir la misma secuencia que sigue el flujo de la masa de semillas. Esto se complementa con el uso de compresores de aire que permiten la expulsión de materiales que se acumula dentro de los equipos.

La tratadora debe ser lavada con agua después de haber tratado cada lote para evitar la corrosión por el contacto con los químicos del equipo. La limpieza de los equipos de la planta de acondicionamiento debe ser supervisada para garantizar la calidad en la labor. Los equipos utilizados en la planta de acondicionamiento son muy costosos y con su limpieza se garantizarán la durabilidad de los mismos. Hay determinadas partes que requieren de mayor tiempo en su limpieza porque implica desarmar parte del equipo, caso de los cilindros de clasificación, zarandas de las clasificadoras por tamaño, grosor y longitud.

Durante la labor de limpieza se debe inspeccionar todas las partes que podrían sufrir desajustes o desgastes, como son bandas, balineras, poleas. Tornillos sinfín y ejes excéntricos (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004).

## Control de plagas

---

Se recomienda fumigar los lotes de semillas cuando ingresan a la planta de acondicionamiento para protegerlos de infestaciones por plagas o el ingreso de plagas a la planta de beneficiado. También se requiere realizar aplicaciones periódicas de insecticidas y fungicidas en el exterior e interior de las instalaciones físicas de todo el complejo. Aplicar rodenticidas en forma de cebos.

Mantener limpio en los alrededores de la infraestructura, por lo menos en una faja de dos metros de ancho libre de malezas o arbustos para evitar crear refugios para las plagas.

El control de roedores no es fácil. Hay métodos para eliminarlos y para impedirles el acceso a los sitios de almacenamiento. Ellos penetran por los lugares menos esperados, ranuras de puertas y ventanas, tuberías de desagüe, sistema eléctrico. Lo mejor es tomar medidas preventivas con la limpieza y colocación de cebos de manera sistemática, las plagas solo requieren alimento, agua y protección que es lo que se les brinda con la suciedad en la planta de acondicionamiento, cerrar las ranuras por donde penetran los roedores y plagas, en las puertas poner en la parte inferior banda de hule para impedir el pase por debajo de las mismas (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004).

## Mantenimiento de equipos

---

Cada equipo debe contar con su propio registro de mantenimiento, todos son importantes, generan movimientos y vibraciones, están en completa dinámica lo que implica desgaste de partes, engrases, desajustes de bandas, poleas, y balineras.

El mantenimiento es algo reglamentario, no es algo que se deja “para después”. El detener los procesos de acondicionamiento de un lote de semillas por falta de un equipo o por la paralización parcial de alguno de ellos no es permitido dentro de una planta. El personal debe estar conscientes de la necesidad del mantenimiento y deben seguir las normas establecidas de buenas prácticas. Contar con las herramientas apropiadas para no quebrar piezas con el uso de herramientas inapropiadas. Responsabilizar a personal especializado para las labores de mantenimiento en la planta de acondicionamiento. Utilizar los correspondientes levanta cargas para

evitar accidentes laborales cuando se tienen que mover equipos pesados de un lugar a otro. Mantener bandas y poleas de repuesto en caso de reemplazar alguna que se dañe. Se recomienda mantener grasas y aceites para poder dar lubricación a todas las partes que tiene movimiento continuo. Limpiar los filtros de aire regularmente de los extractores localizados en la planta.

Las labores de mantenimiento se tienen que realizar como mínimo tres veces al año en los momentos que la demanda de actividades en la planta de acondicionamiento disminuye y no esperar hasta el último momento para realizarlo (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004)



# 17. Infraestructura y equipamiento

---

## Infraestructura y equipamiento

La planificación de una nueva infraestructura para el procesamiento de semillas se hace a partir de organizar un diagrama para el flujo de procesos para las distintas semillas que se van a procesar: si la nueva planta procesadora podrá ofertar servicios en la región donde se localizará y si está siendo tomada en cuenta en los planes de desarrollo de las instituciones de gobierno o de la empresa privada. El diseño tiene que basarse en estudios a detalle de la inversión, demanda de los servicios y la demanda en el uso de semillas certificadas.

Los aspectos técnicos a considerar sobre los cultivos, variedades, problemas de malezas, fechas de siembra, volúmenes históricos de producción de granos y la demanda de semillas certificadas en las zonas geográficas de ubicación. Otro aspecto es la definición del sitio de ubicación de la planta de beneficiado, topografía del terreno, la infraestructura es permanente. Condiciones agroclimáticas de la zona, tipo de suelo y caminos de penetración.

Disponibilidad de energía eléctrica, acceso a servicios de comunicación y agua y disponibilidad de mano de obra.

Luego está la selección de equipos, las capacidades individuales de estos para cada proceso que se ha definido por cultivo de la zona. Su fabricación y confiabilidad en las garantías del proveedor. La distribución espacial y el libre desplazamiento de los equipos, así como la movilización del personal dentro de la infraestructura. Vías de evacuación de emergencias en casos de alta peligrosidad para el personal que labora en la planta de beneficiado.

Una vez seleccionado el sitio de ubicación geográfica de la nueva planta de beneficiado, se define el diseño de la infraestructura (Peske y Aguirre, 1988; McCormack y Rakita, 2004).

### Infraestructura

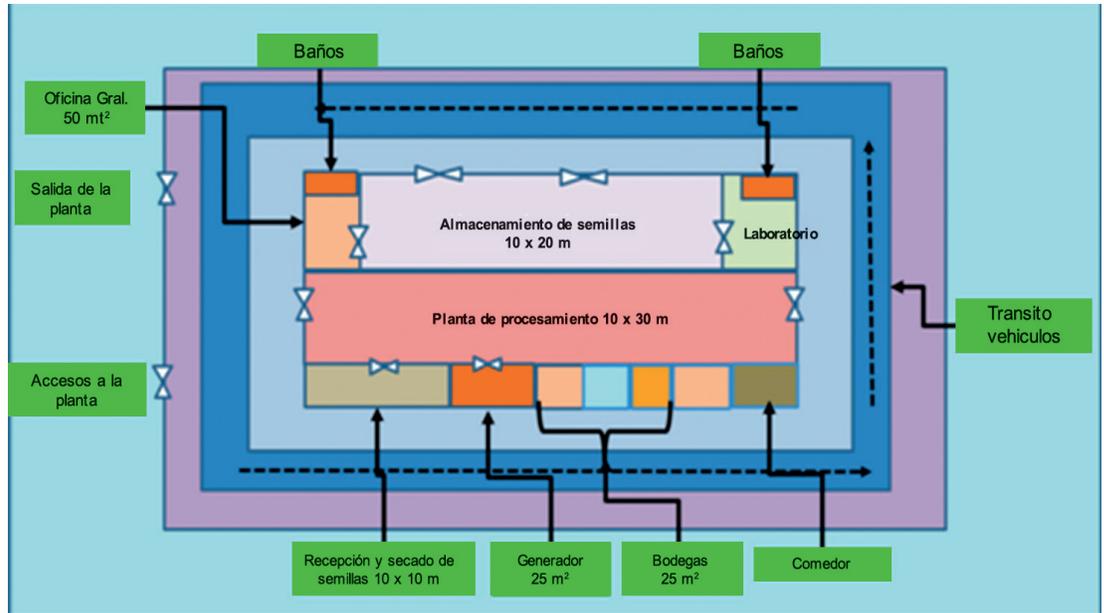
Una vez definidos los procesos de limpieza y beneficiado, se han establecido los puntos críticos durante el acondicionamiento, se procede a la planificación a detalle de la infraestructura y áreas adyacentes. Se han elaborado tablas en base a estudios para tener en consideración la capacidad de una infraestructura para almacenar semillas. En Cuadro 10, se pueden observar las dimensiones en largo, ancho y altura para cada una de las capacidades de almacenamiento. La planificación de cada ambiente es muy importante para incorporar los sistemas de iluminación, ventilación y seguridad para el personal que laborará en la planta de acondicionamiento.

En Figura 57, se observa un plano sugerido para el diseño de plantas de acondicionamiento, con distintas áreas: laboratorio para el control de calidad interno de los procesos de acondicionamiento, bodegas, oficina de recepción de lotes de semillas y otros espacios que se observan en el diagrama.

**Cuadro 10. Dimensiones de un almacén convencional para el almacenamiento de estibas de semillas (Manual de Manejo Postcosecha, FAO. <http://www.fao.org>.)**

Capacidad (sacos de 60 kg)	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
100	5	3	3
200	5	5	3
600	7	6	4
1 200	14	7	4

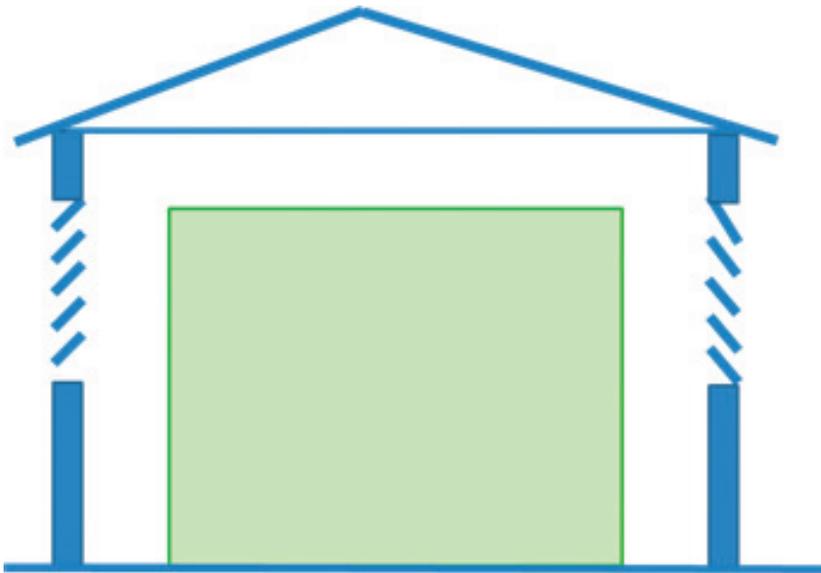
Figura 57. Plano sugerido para la distribución horizontal de áreas de trabajo en una planta de procesamiento y clasificación de semillas. Adaptado de Seed Processing, Greeg B. et al. Mississippi State University and National Seed Corporation, USA. 1970.



En la Figura 58, se presenta un diseño de Donald (1992) con un ordenamiento diferente en la distribución de los espacios y áreas de trabajo, así como las áreas de almacenamiento y laboratorio de control de calidad para una planta de acondicionamiento de semillas de granos básicos.



Figura 58. Plano sugerido para la distribución horizontal de áreas de trabajo en una planta de procesamiento y clasificación de semillas. Adaptado de Brooker Donald (1992), *Drying and Storage of Grain and Oil Seeds*. USA.



En la Figura 59, se presenta un diagrama transversal sobre el diseño de caseta de protección de cuarto frío, que está localizado en una zona extremadamente húmeda y con altas temperaturas la mayoría de los meses del año, localizado en la Universidad Nacional Agraria en Managua, km 12 ½ carretera norte. En el diagrama se presenta la forma de aireación y protección contra el calor y la lluvia de los paneles aislantes que forman las paredes laterales del mismo.

Figura 59. Vista transversal de plano sugerido para construcción de cuarto frío y áreas laterales de protección contra los fenómenos climáticos. Distancia perimetral de dos metros de ancho. Altura de techo de 4 m. Espacio para realizar limpieza alrededor y sobre el cuarto frío de 2 m. Diseño adaptado del programa de recursos genéticos nicaragüenses de la Universidad Nacional Agraria.



En la Figura 60, se muestran los problemas que se enfrentan cuando no se toman las medidas apropiadas para el diseño de cuartos fríos, se puede observar la falta de protección de los paneles aislantes de las paredes externas de éste, la falta de protección de la unidad de aire acondicionado para el sistema de enfriamiento. Las ranuras que se han dejado en las paredes externas que permiten el anidamiento de plagas y enfermedades y facilitan el rápido deterioro de los paneles aislantes del cuarto frío. Todas estas imágenes presentan las situaciones que se deben evitar en el diseño y parte de la infraestructura donde se alojará esta unidad dentro de la planta de acondicionamiento de semillas de granos básicos y poder seguir las buenas prácticas en el acondicionamiento de semillas.

Figura 60. Fotografías mostrando un cuarto frío y áreas laterales sin protección contra los fenómenos climáticos. Equipos de enfriamiento al aire libre, fisuras laterales que permiten la invasión y anidamiento de plagas y enfermedades en los alrededores de la planta de acondicionamiento. Fotografías Néstor Bonilla Bird

Con relación al equipamiento para el procesamiento de semillas, su regulación y funcionamiento, este aspecto se desarrolla en el punto 6. Controles de procesos en plantas de acondicionamiento (página 26).

# **18. Controles de calidad en los diseños de plantas de semillas**

---

# Controles de calidad en los diseños de plantas de semillas

## Las buenas prácticas en la infraestructura

La planta de acondicionamiento no tiene que estar ubicada en zonas que se inundan, que contengan olores objetables, humo, polvo, gases que puedan afectar la calidad de las semillas a ser acondicionadas.

Las vías de tránsito interno deben tener una superficie compacta que permita la libre circulación de camiones y otros medios de transporte. En los edificios e instalaciones, las estructuras deben ser sólidas de mampostería y sanitariamente adecuadas. Evitar las aberturas (ventanas, respiraderos, fisuras, ranura bajo puertas), se debe asegurar que la infraestructura esté completamente cerrada, para impedir el ingreso de plagas, animales y materiales contaminantes (hongos, bacterias, polvo).

La planta de acondicionamiento debe contar con separaciones, los espacios deben ser amplios y los empleados tienen que conocer qué operación se realiza en cada sección, para impedir la contaminación cruzada. Se tiene que establecer un diseño de las instalaciones que permita realizar eficazmente las operaciones de limpieza y desinfección. El agua utilizada debe ser potable, también tiene que existir un desagüe adecuado.

Las superficies de trabajo no deben tener hoyos, ni grietas. La planta de acondicionamiento debe poseer extractores de polvos para proteger al personal, ayudar a evitar la formación de atmósferas explosivas.

Es recomendable que una planta de beneficiado tenga suficiente iluminación en todos los ambientes de trabajo. El diseño de todas las áreas de trabajo debe contar con tragaluces colocados en el techo para ayudar al ahorro de energía eléctrica.

Otro aspecto a tomar en cuenta en el diseño de la infraestructura, es la ubicación geográfica de la planta, la localización será en una zona húmeda o en una zona seca. En la Figura 62, se observan fotografías de extractores de aire para su ubicación en techos de infraestructura o en las paredes. Se tienen que



Figura 61. Fotografías mostrando colectores de partículas de polvo, rastrojos y contaminantes; (A) aspirador de polvos contaminantes industrial, (B) aspirador para ubicarse individualmente en cada equipo de acondicionamiento de semillas, y (C) aspirador de polvo portátil para la limpieza de áreas de trabajo. Fotografías Google: colectores de partículas.

determinar los puntos de ubicación de extractores de aire en el techo, esto ayudará a eliminar el aire caliente que se acumula en la parte alta del edificio por convección, en el caso de los sitios con alta humedad es necesario recurrir a extractores o ventiladores en las paredes laterales, esto ayuda a la eliminación del aire húmedo que se acumula en los ambientes completamente cerrados

Los cuartos fríos tienen que estar protegidos en sus paredes para poder garantizar el aislamiento térmico, y que el enfriamiento interno sea más eficiente, por lo tanto el consumo de energía eléctrica se mantendrá estable. Los equipos de enfriamiento y generadores eléctricos alternos tienen que estar protegidos de los factores ambientales (lluvia, polvo, etc.).



Figura 62. Fotografías mostrando ventiladores (A) para extracción de aire en los techos de las infraestructuras y (B) para ubicarse en las paredes laterales de los edificios de las plantas y bodegas de acondicionamiento de semillas. Fotografías Google <https://www.google.com.ni/search=extractores+de+aire+industriales>.



Figura 63. Fotografías mostrando el interior de plantas de procesamiento de semillas localizadas en diferentes partes del mundo. Superior izquierda planta del Zamorano, Honduras. Inferior izquierda Planta procesadora de semillas en Mississippi State University-USA. Superior derecha e inferior plantas localizadas en Europa. Fotos varias fuentes.



# 19. Bibliografía

---

## Bibliografía

---

- Acebedo E, H. 2005. Fisiología del Rendimiento del Maíz. Universidad de Chile. 47 p.
- Aldana de León L. F. 2010. Manual Producción Comercial y de Semilla de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) PROETTAPA. Quetzaltenango, Guatemala. 45p.
- Arriagada, 1997. Semillas; Inspección, análisis, tratamiento y legislación. Delegación Sur del IICA-OEA. Chile. 114 p.
- ASHARE, 2006. American Society of heating, refrigeration and airconditioning engineers, Refrigeration handbook (SI Edition). SHARE. 2006, United States.
- Azcon-Bieto, J. y Talón, M. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana /McGraw-Hill. 581p.
- Bewley, J.D., et al. 2013, Seeds. Physiology of Development, Germination and Dormancy. 3r ed. Springer. USA. 392p.
- Brooker Donald. 1992. Drying and Storage of Grain and Oil Seeds. USA. 250 p.
- FAO, 2006. Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas. Roma. 41 p.
- CESAVEG, 2007. Campaña de manejo fitosanitario de cultivos básicos (Frijol). Información técnica. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato. México. 4 p.
- Copeland, LO; McDonald, MB. 2001. Principles of seed science technology. 4 ed. Burgess Publishing Company. Minneapolis, Minnesota, USA. 750 p.
- Departamento de Semillas (MAGFOR/DGPSA) e INTA, 2013. Fiscalización del Comercio de Semillas. Manual Técnico. PAPSSAN. Gobierno de Nicaragua. 40 p.
- Díaz, Alejandra. 2009. Buenas prácticas de manufactura: una guía para pequeños y medianos agro empresarios / Alejandra Díaz, Rosario Uría - San José, C.R.: IICA. 72 p.; 15.2 cm x 22.8 cm. (Serie de Agro negocios. Cuadernos de Exportación / IICA, ISSN 1817-7603; no.12)
- FIS. 1999. El tratamiento de semillas. Una herramienta para la agricultura sostenible. Comité del medio ambiente y tratamiento de semillas de la Federación Internacional de Semillas. Suiza. 8p.
- Francesco V. y González C., 2000. Embrión y Plántulas de Monocotiledóneas y Dicotiledóneas. Texto Didáctico. Argentina.
- Gómez G, O.J. et al. 2001. Manual para el manejo postcosecha de semilla de granos básicos, arroz, frijol, maíz, sorgo. INTA-UNA-FUNIC A- F AITAN. 53p.
- Gómez G, Minelli, M. 1990. La producción de semillas: texto básico para el desarrollo del curso de producción de semillas en Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 210 p.
- Grabe, D. F. and D. Isely. 1969. "Seed storage in moisture-resistant packages" Seed World (Jan 24.) p. 4.
- Harmor J., et al. 1968. Mechanical Seed Cleaning and Handling. Agriculture Handbook No.354. United States Department of Agriculture in cooperation with Oregon Agriculture Experiment Station. 54 p.
- Harrington, J. F. 1960. "Drying, storing, and packaging seed to maintain germination, vigor" Seedman's Digest 11(1): 16 56-57, 64, 66, 68.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2014. International rules for seed testing 2014. Seed Sci. and Technol. 29, Supplement 2.
- Justin, O. L. and L. N. Bass. 1978. Principles and Practices of Seed Storage. Agriculture Handbook Number 506, U.S.D.A. Agricultural Research Service, Washington, DC.
- Lars Schmidt, 2000. Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed. Seed Processing. Danida Forest Seed Centre. 2000. 51 p.
- Ley 280. 1998. Ley de producción y comercio de semillas. Managua, Nicaragua. 10 p.
- Ley 618. 2007. Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo. Gobierno de Nicaragua. La Gaceta. 2007. 47p.
- Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1980. Knott's Handbook for Vegetable Growers (2nd edition). John Wiley & Sons, NY.

## Bibliografía

---

- LSUAgCenter. 2000. Best Management Practices (BMPs) Rice Production. LSUAgCenter. Center Communication. LS. USA. 28 p.
- Martínez P. 2014. Manual de buenas prácticas ergonómicas en la construcción. [www.euskadi.net/contenidos/.../es.../manual\\_bbpp\\_ergon\\_const.pdf](http://www.euskadi.net/contenidos/.../es.../manual_bbpp_ergon_const.pdf).
- McCormack J., y Rakita C., 2004. Seed Processing and Storage. Principles and practices of seed harvesting, processing, and storage. US. 28 p.
- Meneses M. 2014. Planeación y operación de cuartos fríos para frutas y hortalizas. SENA DFID NRI. Colombia. <http://www.scribd.com/doc/57398171/>.
- Mora M. 1997. Glosario técnico sobre factores de calidad en granos básicos. FAO. San José, Costa Rica. Versión electrónica.
- Moratinos H. 2012. Procesos de acondicionamiento de semillas. Facultad de agronomía. UCV. Maracay. Venezuela. 12 p.
- NTON. 2002. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 11 006-02 para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya. La Gaceta 2002. Managua. Nicaragua. 23 p.
- OSHA. 2010. Equipo de Protección Personal. Departamento del Trabajo de Estados Unidos. USA. 2 p.
- Pérez G. F., y Pita V.J. 1984. Viabilidad, vigor, longevidad y conservación de semillas. Hojas divulgadoras. No 2112 HD. Dpto. Biología Vegetal. E.U.I. Técnica Agrícola. Universidad Politécnica de Madrid. España. 16p.
- Peske S. y Aguirre R. 1988. Manual para el beneficio de semillas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT-Colombia. 277 p.
- Pioneer 2014. Best Management Practices. Seed Treatment Application. Fact sheet. USA. 4 p.
- Real Academia Española (RAE). 2001. Diccionario de la Lengua Española (22.a.ed.). (RAE). (2001).
- Reglamento a la Ley No. 274. 1998. Ley básica para la regulación y control de plaguicidas, sustancias tóxicas, peligrosas y otras similares. Gobierno de Nicaragua. La Gaceta. Managua. Nicaragua.
- Rost, Th. et al. 1997. "Plant Biology". Wadsworth Publishing Company. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Seedburo Equipment Company, 1022 W. Jackson Blvd., Chicago, IL 60607 (312) 738-3700
- SIMAS 2012. Bancos comunitarios de semillas. Semillas de Identidad. ADDAC. PCaC-UNAG. Nicaragua. 48 p.
- Southern Exposure Seed Exchange, P.O. Box 460, Mineral, VA 23117 (540) 894-9480
- Urbina E. et al. 2012. Valoración y discusión de los diferentes enfoques y estrategias adoptados para desarrollar la cadena de producción y el Sistema Nacional de Semillas de Granos Básicos de Nicaragua. FAO -UASAN-Nicaragua-USAID. 58 p.
- Vaughan C., Gregg B., and Delouche J. 1968. Seed Processing and Handling. Handbook No.1. Mississippi State University. USA. 153 p.
- Villalobos J. 2012. Identificación de hongos y bacterias en granos de arveja. Universidad de Caldas. Colombia. 12 p.
- Wilson H, 2014. Diplomado en Semillas Para la Agricultura Familiar. FAO-UNA, Managua, Nicaragua. 167 p.
- Wunder A. 2013. Control interno de calidad de semillas. Slideshare.net. addowunder.
- Wunder Addo, 2013. Control Interno de Calidad de Semillas. Slideshare.net./addowunder/control interno de calidad de semillas. 10 p.

## Sitios de interés en internet.

<http://www.fanosa.com>

<http://www.osha.gov>.

<http://www.seedburo.com>.

<http://www.southernexposure.com>.

<http://www.botanica.cnba.uba.ar>

<http://agronomy.ucdavis.edu/LTRAS/itech/thresh.html#shred>.

<http://dictionary.reference.com/browse/seed>.

<http://inta.gob.ar/documentos/el-analisis-de-tetrazolio>

<http://seedlab.oregonstate.edu/testing-purity>

[http://seednet.gov.in/Material/Handbook\\_of\\_seed\\_testing/Chapter%2014.pdf](http://seednet.gov.in/Material/Handbook_of_seed_testing/Chapter%2014.pdf)

<http://www.agriculture.gov.ie/animalhealthwelfare/laboratoryservices/seedtestinglaboratory/germinationtest/>

<http://www.geocities.com/RainForest/Vines/4095/resources/thresher.html>

<http://www.lcrsemillas.org.mx/purezafisica.html#/1>

[http://www.sag.cl/sites/default/files/6\\_IT\\_PUREZA\\_FISICA\\_SEMILLAS.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/6_IT_PUREZA_FISICA_SEMILLAS.pdf)

[http://www.sdc-foodsecurity.ch/en/Home/Focus\\_areas/Post\\_harvest/POSTCOSECHA](http://www.sdc-foodsecurity.ch/en/Home/Focus_areas/Post_harvest/POSTCOSECHA)

<http://www.seedcheck.net/tt.purity.htm>

[http://www.seedtest.org/upload/cms/user/Rules\\_binder\\_cover.pdf](http://www.seedtest.org/upload/cms/user/Rules_binder_cover.pdf)

<http://www.seedtests.com/>

<https://agriculture.sc.gov/userfiles/file/Laboratory/AMOUNT%20F%20SEED%20REQUIRED%20FOR%20TESTING.pdf>

[http://www.fao.org/inpho\\_archive/content/documents/vlibrary/new\\_fao/x5404s/x5404s00.htm#Contents](http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/new_fao/x5404s/x5404s00.htm#Contents).

<https://www.agriculture.gov.ie/animalhealthwelfare/laboratoryservices/seedtestinglaboratory/tetrazoliumtest/>

[https://www.seedtest.org/upload/cms/user/STI\\_145\\_April2013\\_web.pdf](https://www.seedtest.org/upload/cms/user/STI_145_April2013_web.pdf)

# 20. Glosario

---

## Glosario

---

**Acondicionamiento de semilla.** Es el conjunto de operaciones a que se somete un lote de semillas para obtener semillas uniformes en peso, tamaño, forma, calibre, color y que estén libres de contaminantes extraños. Puede incluir la aplicación de plaguicidas para la prevención de daños antes y después de la siembra de dicha semilla.

**Aislamiento.** La separación en tiempo y espacio, por la cual una fuente semillera se aparta de individuos u otras fuentes no deseables para evitar su contaminación.

**Almacenamiento.** Se refiere a la acción de guardar por un tiempo determinado un lote de semillas, de manera que su calidad se conserve adecuadamente.

**Análisis de calidad.** Conjunto de procedimientos por medio de los cuales se determinan las características de una muestra de semillas, de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma respectiva.

**Análisis oficial.** Es el proceso al que se somete cualquier muestra representativa de un lote de semillas, enviada o no por el cuerpo de inspectores de semillas o el interesado, con el fin de determinar su calidad en los Laboratorios Oficiales y Acreditados ante la Dirección General de Semillas.

**Apante:** noviembre-diciembre

**Calidad de semilla.** Término que involucra cuatro componentes: genética (genotipo), físico (aspecto general), fisiológico (germinación y/o vigor) y sanitario (carencia de enfermedades transmisibles por semilla).

**Campo de producción.** Área o superficie donde se efectuará la multiplicación de la semilla.

**Categoría.** Etapa en la cual se identifica el número de la fase de la reproducción de una semilla sujeta a certificación.

**Certificación de semillas.** Proceso técnico de supervisión y verificación realizado por el ente oficial, destinado a mantener la identidad genética, pureza, calidad y sanidad de las semillas, de acuerdo con los requisitos establecidos por la norma.

**Certificación.** Es el proceso técnico de supervisión y verificación de la genealogía, producción, beneficiado y análisis final de la calidad de las semillas, destinado a mantener la pureza varietal y física, identidad genética, calidad fisiológica y sanitaria en la producción, comercio y distribución de las semillas y plantas de vivero.

**Ciclo vegetativo del cultivo.** Período comprendido entre la siembra y la madurez fisiológica. Éste varía según el cultivo y se clasifica como precoz, intermedio y tardío.

**Comercialización.** Intercambio de bienes (productos) y servicios (productos intangibles) ya sea por dinero o algún otro satisfactor.

**Comercializador de semillas.** Es toda persona natural y/o jurídica que importe, exporte, distribuya, almacene y beneficie, semillas y plantas de viveros para sembrar.

**Cultivar.** Conjunto de plantas que son distinguibles por determinadas características (morfológicas, fisiológicas, citológicas, químicas u otras) significativas para propósito agrícola, las cuales cuando son reproducidas (sexual o asexualmente) o reconstituidas, retienen sus características distintivas.

**Cultivar o Variedad.** Conjunto de plantas o individuos cultivados que se distinguen de otros de la misma especie por una o más características morfológicas, fisiológicas, citológicas u otras de importancia económica y agrícola, que al ser multiplicadas mantienen las características iniciales.

**Densidad de población.** Es un número determinado de plantas por unidad de superficie.

**Descarte.** Acto de no autorizar campos o lotes de semillas destinados para la producción y/o comercialización, por no reunir los requisitos establecidos en la presente norma.

**Descriptor varietal.** Se define como los aspectos genéticos, estadísticos y descriptivos de variedades y se discuten la importancia, la necesidad y la forma de lograr una descripción de ellas adecuadamente a la industria.

**Empaque.** Acción de envasar un lote de semillas.

**Envase.** Recipiente o bolsa utilizada para el empaque de semillas.

**Entidad certificadora.** Ente designado oficialmente por el gobierno para realizar la función de certificación de semillas.

**Etiqueta de certificación.** Es la cédula impresa o manuscrita en el envase que contiene la semilla y que la identifica genéticamente, especificando sus características, poder germinativo, forma de registro y recomendaciones de manejo y conservación, así como la calidad y volumen de la misma. Es emitida por la Dirección General de Semillas.

**Época de siembra.** Período en que se divide el año agrícola.

**Etiqueta o marbete.** Tarjeta impresa que debe adherirse al empaque o envase de la semilla, en la cual se consignan los estándares de calidad que debe reunir la semilla para su venta.

**Fechas óptimas de siembra.** Período en que se puede sembrar para disminuir los riesgos en la producción de semillas.

**Fiscalización.** Es el proceso técnico de supervisión y verificación de la calidad en el manejo, almacenamiento, comercio y distribución de semilla certificada.

**Fumigación.** Tratamiento con un agente químico que alcanza al producto básico en forma total o principalmente en estado gaseoso.

**Grano.** Clase de producto básico correspondiente a las semillas destinadas a la elaboración o consumo y no a la siembra (véase semillas).

**Humedad de la semilla.** Contenido de agua en la semilla, generalmente expresado en porcentaje (%).

**Identidad genética.** Características botánicas, agronómicas, fisiológicas y fitosanitarias, con las cuales fue originalmente inscrita la variedad.

**Inspección de campo.** Tiene por objetivo verificar la identidad genética, pureza varietal y calidad fitosanitaria de cultivos en proceso de multiplicación, se realiza por medio de visitas oficiales de los inspectores de la Dirección General de Semillas.

**Inspección industrial.** Tiene por objetivo supervisar los procesos de manejo de los lotes de semilla de tal manera que la semilla resultante, cumpla los parámetros de calidad establecidos para cada especie en esta Norma. Son efectuadas por los inspectores de la Dirección General de Semillas.

**Lote.** Estiba o conjunto de estibas provenientes de un mismo campo de producción, previamente identificado en almacén.

**Lote a granel.** Semillas que no están envasadas o contenidas en bolsas. Generalmente antes de ser procesadas.

**Lote envasado.** Semillas contenidas en bolsas o cualquier otro recipiente. Pueden ser antes o después del procesamiento.

**Lote de semilla.** una cantidad específica de semilla empacada, de calidad relativamente uniforme identificable físicamente, respecto a la cual se puede emitir un Certificado Internacional de Análisis.

**Malezas nocivas.** Son plantas indeseables que presentan características inconvenientes que dificultan su erradicación una vez establecidas en una zona o que interfieren en las prácticas agronómicas normales del cultivo, o sirven como hospederas de plagas o enfermedades o que su hábito de crecimiento afecte el desarrollo normal del cultivo, la pureza física u originan competencia en la absorción de los nutrientes, agua y luz o bien dificultan el proceso de beneficiado para separar las semillas de un especie dada.

**Malezas comunes u objetables.** Son las plantas indeseables que pueden eliminarse por medio de prácticas culturales adecuadas y cuya semilla se puede separar fácilmente durante el beneficiado de la semilla a certificarse.

**Marca.** Sello o señal oficial, reconocida internacionalmente, aplicada a un artículo reglamentado para atestiguar su estatus fitosanitario.

**Materia inerte.** Son todas aquellas impurezas extrañas al cultivo que pueden ser; material vegetal (trozos de hojas, tallos, flores, etc.) mineral (piedra, suelo, arena) y otros.

**Medida de emergencia.** Reglamentación o procedimiento fitosanitario establecido en caso de urgencia ante una situación fitosanitaria nueva o imprevista. Una medida de emergencia puede ser o no provisional.

**Medida provisional.** Reglamentación o procedimiento fitosanitario establecido sin una justificación técnica completa, debido a la falta de información adecuada en el momento. Una medida provisional está sujeta a un examen periódico y a la justificación técnica completa lo antes posible.

**Muestra.** Porción de semillas representativas de un lote.

**Muestra oficial.** Es la porción tomada de un lote de semilla o de un campo de multiplicación por el inspector de certificación, para la realización del respectivo análisis de calidad.



**Muestra de trabajo.** La porción de la muestra que se toma para hacer las determinaciones correspondientes.

**Número de registro.** Es una letra en serie seguida de un número correlativo, los cuales son asignados a cultivares, productores e importadores de semillas.

**Origen.** Es el lugar, época y ciclo en que fue producida la semilla.

**Otras semillas.** Se consideran como otras semillas aquellas provenientes de plantas cultivadas y/o malezas que se encuentran contaminando un lote o muestra de determinada variedad de semilla pura.

**Plantas fuera de tipo, plantas atípicas.** Son plantas del mismo cultivo o de otros cultivos, pero que se diferencian del cultivar que se está produciendo en la expresión de las características morfológicas de pigmentación. Pubescencia en tallos y hojas, color, forma, tamaño de flores y sus partes, color, tamaño del fruto y semilla o características de maduración, macollamiento, esterilidad masculina.

**Potencial genético.** Se refiere a la capacidad máxima que tiene una variedad de producir y expresar sus características en un determinado ambiente.

**Primera.** Época de siembra que va de mayo a julio.

**Postrera y Postrerón.** Julio-Octubre

**Productor de semillas.** Toda persona natural o jurídica debidamente registrada y autorizada por el ente regulador, que se dedique directamente y bajo su responsabilidad a la multiplicación, acondicionamiento y manejo de semilla, debiendo contar con su servicio técnico especializado.

**Punto de control.** Una etapa en un sistema en la cual pueden aplicarse procedimientos específicos para lograr un resultado determinado que pueda ser medido, verificado, controlado y corregido.

**Punto de ingreso.** Un aeropuerto, puerto marítimo o punto fronterizo terrestre oficialmente designado para la importación de envíos y/o entrada de pasajeros.

**Pureza física.** Es el porcentaje en peso de la composición de la muestra analizada (semilla pura, materia inerte y otras semillas).

**Pureza genética.** Es el grado de preservación de la composición genética de un lote de semillas en relación a la población original, expresado en su máximo.

**Registro.** Es el proceso de inscribir, asentar y registrar que realiza la Dirección General de Semillas, para las distintas actividades que conllevan la investigación, producción, importación, exportación, comercialización y distribución de semillas y plantas de viveros o de cualquier otra actividad vinculada a la obtención de éstas.

**Riego:** Todo período del cultivo sin lluvias.

**Semilla.** Toda estructura vegetal destinada a la propagación sexual o asexual de una especie tales como; semilla botánica, esquejes, estacas, injertos-patrones, yemas, bulbos, rizomas, tubérculos, tejidos vegetales in vitro y otros materiales de propagación.

**Semilla dañada.** Son aquellas semillas quebradas o con daños en su estructura; que afectan principalmente su germinación y la apariencia de la semilla.

**Semilla enferma o infestada.** Son las semillas que han sido afectadas por hongos, bacterias, insectos y otros organismos patógenos.

**Semilla Genética.** Es la fuente inicial para la obtención de semilla Básica y es directamente producida por Instituciones de Investigación o Fitogenetista.

**Semilla Básica.** Es la primera generación de la semilla Genética y es producida por las Instituciones de Investigación, Públicas y/o Privadas. Se identifican con etiquetas color blanco adherido al envase.

**Semilla Registrada.** Es la primera generación de semilla Básica y es producida por productores y empresas de semillas. Se identifican con etiquetas color rosada que van adheridas al envase.

**Semilla Certificada.** Es la primera generación de la semilla Registrada y es producida por productores y empresas de semillas. Se identifican con etiquetas color azul que van adheridas al envase.

**Semilla Autorizada.** Es aquella que se origina de la semilla Certificada y es producida por productores y empresas de semillas. Se identifican con etiquetas color verde que van adheridas al envase.

**Tolerancias.** Unidades máximas o mínimas de los requisitos exigidos para la certificación de la semilla en sus diferentes categorías.

**Testigo.** Cultivar registrado en la Dirección General de Semillas de características bien definidas utilizado para comparar las características de un nuevo cultivar.

**Tratamiento.** Procedimiento autorizado oficialmente para matar, inactivar o eliminar plagas o ya sea para esterilizarlas o desvitalizarlas.

# 21. Anexos

Anexo No.1. Formulario de solicitud para registro de planta procesadora de semillas.



Formulario No: \_\_\_\_\_

**FORMULARIO DE SOLICITUD PARA REGISTRO DE PLANTA  
PROCESADORA DE SEMILLAS**

FECHA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**I. DATOS DEL SOLICITANTE:**

Nombre y/o Razón Social: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

**II. DATOS DE LA PLANTA PROCESADORA DE SEMILLAS:**

Nombre de la Planta: \_\_\_\_\_ Dirección: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Nombre y Teléfono del Responsable de la Planta: \_\_\_\_\_

**III. INFORMACIÓN GENERAL:**

Cultivo (s) con que se trabaja la planta de beneficiado: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Capacidad de recepción: \_\_\_\_\_ QQ. /día

Capacidad de secado: \_\_\_\_\_ QQ. /HR \_\_\_\_\_ QQ. /día

Capacidad de procesamiento: \_\_\_\_\_ QQ. /HR \_\_\_\_\_ QQ./día

Capacidad de almacenamiento en cada bodega: \_\_\_\_\_ QQ.

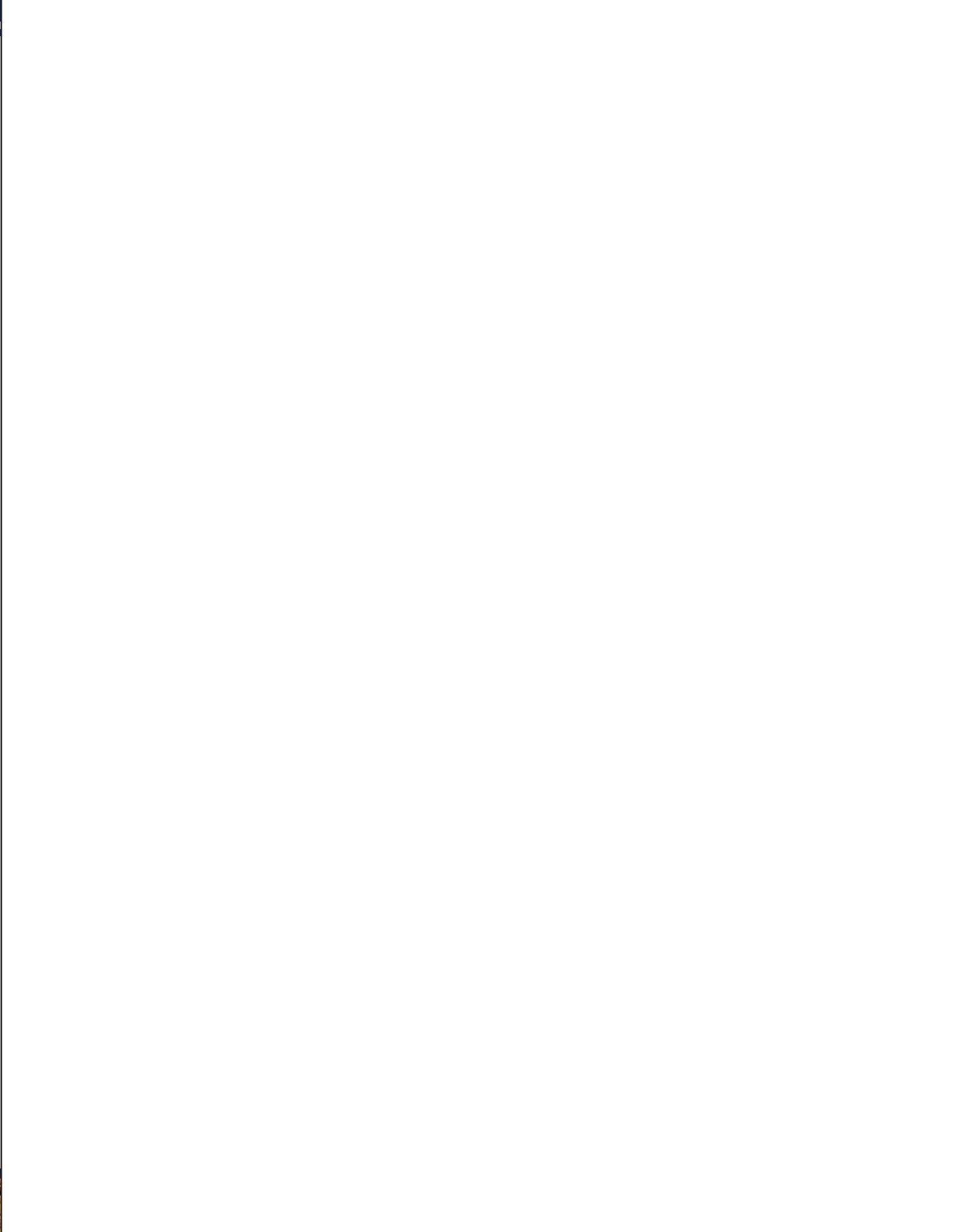
Cantidad de Bicos utilizados: \_\_\_\_\_



CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA  
MINISTERIO AGRPECUARIO Y FORESTAL  
Area de registro y Control de semillas  
22783418 ext:108 registro.semillas@gub.ni

**Anexo 2. Tolerancias permitidas para el análisis de calidad de semillas (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense 11 006-02 para la producción y comercialización de semilla certificada de granos básicos y soya, 2002).**

Cultivo											
Arroz	Germinación	Semilla Pura	Materia Inerte	Semilla					Humedad		
				Dañada por Insectos	Otras Variedades	Malezas Comunes	Malezas Nocivas Ischaemum rugosum	Arroz Rojo		Manchada	
Básica	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	13% (Máximo)	
Registrada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	2 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	13% (Máximo)	
Certificada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	6 Semilla/kg	4 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg*	13% (Máximo)	
Frijol	Germinación	Semilla Pura	Materia Inerte	Semilla			Mancha Angular	Mustia Hilachosa	Antracnosis	Bacteriosis	Humedad
				Dañada	Otras Variedades	Malezas Comunes					
Básica	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	13% (Máximo)	
Registrada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	4 Semilla/kg	0 Semilla/kg	2 Semilla/kg	0 Semilla/kg	1 Semilla/kg	13% (Máximo)	
Certificada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	1 Semilla/kg	6 Semilla/kg	0 Semilla/kg	9 Semilla/kg	0 Semilla/kg	8 Semilla/kg	13% (Máximo)	
Maíz	Germinación	Semilla Pura	Materia Inerte	Semilla					Humedad		
				Manchada	Otras Especies	Malezas Comunes	Malezas Nocivas	Infestadas Por Gorgojos		Otras Variedades	
Básica	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	12-13% (Máximo)	
Registrada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	12-13% (Máximo)	
Certificada	85% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	50 Semilla/kg	12-13% (Máximo)	
Sorgo	Germinación	Semilla Pura	Materia Inerte	Semilla					Humedad		
				Dañada por Insectos	Afectada por Hongos	Malezas Comunes	Malezas Nocivas	Infestadas		Otras Especies	
Básica	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	12% (Máximo)	
Registrada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	12% (Máximo)	
Certificada	80% (Mínimo)	98% (Mínimo)	2% (Máximo)	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	0 Semilla/kg	12% (Máximo)	





---

*La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.*

**Proyecto “Apoyo a la Producción de Semillas de  
Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria de Nicaragua”  
(PAPSSAN) DCI-FOOD/2009/021-586**

---

