



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL
REGIÓN XII PENÍNSULA DE YUCATÁN



DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES
PROGRAMA DE GERMOPLASMA FORESTAL
ESTADO DE YUCATÁN

CEDRO (*Cedrela odorata* L.)
Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje

Elaboración:

Ing. Edgar R. Morales Ortiz.- Coordinador del Programa de Germoplasma (2007-2008-2009)

Ing. Luis Gerardo Herrera Tuz.- Responsable del Banco de Germoplasma (2007-2008-2009)

Revisión y Visto Bueno:

Ing. Gonzalo Novelo Quijano.- Subgerente Operativo

Ing. Russell Flores Ayora.- Jefe de Conservación y Restauración



CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. INFORMACIÓN GENERAL DEL CEDRO..... | 1 |
| III. RECOLECCIÓN DE FRUTOS..... | 6 |
| IV. BENEFICIO DE LAS SEMILLAS..... | 11 |
| V. ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS..... | 13 |
| VI. TIPOS DE ANÁLISIS REALIZADOS A LOS LOTES DE SEMILLAS DE CEDRO | |
| ALMACENADOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA “SAN JOSÉ TECOH”..... | 14 |
| 6.1 ANÁLISIS FÍSICOS..... | 15 |
| 6.2 ANÁLISIS FISIOLÓGICOS..... | 17 |
| VII. BIBLIOGRAFÍA..... | 21 |

I. INTRODUCCIÓN

En Yucatán el cedro (*Cedrela odorata* L.) es una especie clave en los programas de reforestación implementados por la Comisión Nacional Forestal (Conafor), importancia reflejada en la cantidad de plantas producidas así como en los kilogramos de semilla adquirida anualmente.

Solamente en el año 2007 y 2008 en viveros de la Conafor se produjeron aproximadamente 6, 000,000 de plantas de cedro, empleando entre 350 y 400 kg de semilla.

Haciendo referencia en dicha información sobre esta especie, es de gran importancia en el Estado la elaboración de un Protocolo de Colecta, Beneficio y Almacenamiento de Semillas del Cedro (*C. odorata* L.). Dicho protocolo representa un documento técnico dónde se plasma las acciones a realizar en cada actividad.

La información mencionada en el documento se recopila de las experiencias generadas en la región, y se expresa con un lenguaje sencillo para ser fácilmente comprendida y divulgada entre las personas involucradas en actividades de colecta, almacenamiento de germoplasma forestal, producción de plantas y reforestación.

Partiendo de lo anterior esta Propuesta de Protocolo se divide en: Información general del cedro; La Recolección, Beneficio y Almacenamiento de las semillas del cedro y los Análisis Físicos y Fisiológicos realizados a las semillas almacenadas.

II. INFORMACIÓN GENERAL DE LA ESPECIE

Especie: *Cedrela odorata* L.

Familia: Meliaceae

Sinonimia: *Cedrela adenophylla* Mart, *Cedrela mexicana* Roem, *Cedrela yucatanana* Blake

Nombre común en la Región: cedro, kulche (lengua maya).

Descripción

En el estado de Yucatán el cedro es un árbol caducifolio de mediano a grande de 10 hasta 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 60 cm a 1.5 m, presenta copa ancha y redonda. Ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes. Fuste recto, bien formado, cilíndrico; con contrafuertes en la base.

Corteza externa amarga y de color rojizo, profundamente fisurada. Interna color rosada, cambiando a pardo amarillenta. Posee olor a ajo y sabor amargo.

Las Hojas son compuestas, alternas, agrupadas al final de la rama, de 5 a 11 pares de foliolos opuestos (lanceolados a ovalados) con penetrante olor a ajo cuando se estrujan.

Flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, colocadas en panículas terminales o axilares de 25 a 35 cm de largo; los pedicelos de 1 a 2 mm de largo, cáliz esparcidamente puberulento, los lóbulos agudos, pétalos oblongos de color crema verdoso, 5 a 6 mm de largo, agudos u obtusos, velutinoso puberulentos; filamentos glabros.

Los Frutos son cápsulas leñosas con dehiscencia longitudinal septicida (se abre en cinco carpelos) de 4 a 7 cm de largo; de color café oscuro, de superficie externa lenticelada y lisa; el fruto se desprende una vez liberadas las semillas; en estado inmaduro, poseen un color verde y al madurar se tornan café oscuro. Contiene un exudado blanquecino, con fuerte olor a ajo antes de madurar. Tiene de 20 a 25 semillas pequeñas y alargadas.

Semillas aladas, color pardo, elíptica, miden 1.2 a 4.0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto; la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; la radícula es corta e inferior (ver figura 1).



Figura 1. Árbol adulto, corteza, madera, flor, frutos y semilla del cedro.

Distribución

En América se distribuye desde el Norte de México hasta el Norte de Argentina, incluidas las islas del Caribe.

En México el cedro se encuentra distribuido en la vertiente del Golfo desde los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz, San Luis Potosí y sur de Tamaulipas. Y en la del Pacífico, desde Sinaloa hasta Guerrero, en la Depresión Central y la costa de Chiapas.

En Yucatán se encuentra distribuida en todo el estado pero generalmente como árbol cultivado ya que su presencia en vegetación natural es escasa o nula debido principalmente a la tala clandestina y sobreexplotación. Sin embargo es parte importante de la estructura de los huertos familiares mayas (figura 2), como árboles de sombra en ranchos ganaderos y actualmente en plantaciones comerciales.



Figura 2. Árbol de cedro en huerto familiar maya.

Silvicultura

Propagación: Aunque en la bibliografía se reporta que el cedro se puede propagar asexualmente por medio de estructuras vegetativas, estacas e injertos de yema, en Yucatán el cedro generalmente se propaga por semillas (sexualmente). La semilla a utilizar se trata que provengan de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades) vigorosos y con buena producción de frutos. La semilla no necesita tratamiento pre germinativo. Los viveristas de la región reportan como observación de campo que la germinación de semilla fresca es del 70 al 80%. La semilla es pequeña por lo que se siembra inicialmente en camas de germinación (semilleros). Se siembran aproximadamente 2000 semillas por m² a una profundidad de 0.5- 1.5 cm. La germinación comienza a los 10 días y termina a los 30 días. Las plántulas cuando alcanzan 8-10 cm de altura se trasplantan a contenedores (bolsas de polietileno o charolas) y se deben mantener a la sombra por 10 días. Las plantas requieren 3-4 meses en vivero, dependiendo del programa de manejo: riegos, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades, desyerbes, podas de raíces, etc.

En Yucatán los contenedores pueden ser bolsas de polietileno utilizando sustrato elaborado con una mezcla de diferentes tipos de suelo (tierra de monte) con bagazo de henequén, composta, estiércol seco de animales de corral, etc. Y mediante el sistema Copper Block usando charolas de poliestireno expandido utilizando un sustrato compuesto con peat moss, agrolita, vermiculita y

osmocote. La siembra bajo este sistema en ocasiones se realiza directamente en una sección de los contenedores y al germinar se repican al resto de las cavidades sin semillas.

Plantación: la bibliografía reporta que el cedro es una especie que demanda luz y que debe de plantarse en lugares abiertos o en brechas en plantaciones de enriquecimiento (en acahuals). Que crece mejor mezclada con otras especies de árboles o cultivos perennes, lo que reduce el riesgo de ataque del barrenador (*Hypsipyla grandella* Zeller -Lepidoptera phycitidae). Y que en plantaciones de enriquecimiento se usan brechas separadas 10 m y se dejan 5 m entre arboles. En combinaciones agroforestales o plantaciones: con cultivos perenes de 6x6 m a 9x9 m, con cultivos anuales a 5-3 m, plantaciones puras de 3x3 m a 5x5 m, plantaciones mixtas a 6-4 m, en linderos 3x5 m entre arboles.

En Yucatán el cedro se establece en plantaciones de restauración ecológica mezclado con 2, 3 o 4 especies a distancias de 4 x 4 m, en plantaciones agroforestales a distancias de 3 m entre plantas y en plantaciones comerciales a 2 x 2 m o 2 x 3 m generalmente.

Manejo: el cedro en la región principalmente es atacado por el barrenador de brotes *H. grandella* siendo la mayor afectación en plantas jóvenes establecidas en campo, aunque también existen algunos reportes de afectaciones en plantas de vivero (figura 3). El ataque es más severo en la época de lluvia, que en la región es de mayo a octubre. Es posible reducir el ataque mediante la plantación mezclada con otras especies. El árbol es más susceptible 2-3 primeros años, principalmente porque en árboles con mayor edad y más follaje, el ataque se diluye entre muchos otros posibles sitios de oviposición. Son importantes las limpiezas durante los primeros 2 años. En caso de ataques se recomienda la poda de la parte dañada y cuando vienen los rebrotes realizar una selección del mejor rebrote y podar los demás, esto evita la formación de las bifurcaciones en la parte baja del árbol que será la parte más valiosa desde el punto de vista maderable. Este procedimiento se repite las veces que sean necesarias para lograr una buena sección de fuste recto, debido a que se planta habitualmente en espacios amplios no se requiere un intenso régimen de raleos. Se eliminan los arboles de mala forma, para dejar una densidad final de 100-200 árboles por hectárea al final del turno de corta.

En Yucatán se reporta también en cedro el daño del gusano cabezón (*Chrysobotris yucatanense*). El daño es en la base del tallo de las plantas, en ataques graves se reporta pudrición de la zona afectada y secamiento de la parte aérea de la planta.



Figura 3.-Plantación pura de cedro en Yucatán y daño de *Hypsipyla grandella* (larva, pupa y adulto)

Turno y crecimiento: el crecimiento más rápido sucede cuando el árbol mide 15-35 cm de DAP, ya que después se hace más lento. Los árboles en plantaciones se pueden aprovechar cuando alcanzan 45 cm de DAP. La edad aproximada en que alcanzan estas dimensiones es a los 20-25 años. Los árboles que crecen en espaciamientos mayores pueden mostrar mayor incremento diamétrico y alcanzar tamaños comerciales más rápidamente.

Usos: Maderable, ornato, medicinal, melífera.

Usos de la Madera: Los primeros colonizadores y mayas la utilizaron por sus características principalmente para canoas y construcción de casas, pues es una madera que no es atacada por la polilla, también se usó desde los tiempos de la colonia intensamente para muebles, gabinetes, etc., teniéndola como una madera muy fina y preciosa.

Puede usarse en acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, chapa plano decorativas, artículos torneados, gabinetes de primera clase, ebanistería, puertas y ventanas, puertas talladas, contrachapados, botes (partes internas), molduras y paneles, palillos y cajas de fósforos, regular para la producción de pulpa para papel y carpintería.

Otros usos: como árbol de ornato en parques y área verdes. Como árbol de sombra en potreros. Tiene uso medicinal ya que la corteza puede servir como febrífugo (contra la fiebre) y en cocimiento de hojas y corteza para dolores y contra el paludismo. Y se considera melífera porque en época de floración es visitada por las abejas.

Fenología del Cedro en Yucatán

Floración: esta especie en la región se encuentra en floración los meses de mayo, junio y julio.

Fructificación: la formación de los frutos inicia en junio y julio, desarrollan y llegan a su madurez hasta los primeros meses del siguiente año.

Frutos maduros: los frutos alcanzan su madurez fisiológica a finales del mes de enero, febrero, marzo y abril, y se ha observado en campo que durante el mes de marzo se aprecia el mayor número de individuos con frutos maduros listos para su recolección.

A finales de año el cedro empieza a defoliarse para sobrellevar el periodo más seco de la época de sequía, que se presenta los meses de febrero, marzo y abril. Por tal circunstancia los árboles de cedro al momento de que los frutos alcanzan la madurez se encuentran sin hojas, lo que facilita su estimación productiva y su recolección.

III. COLECTA DE FRUTOS

Para realizar una correcta y oportuna colecta de frutos del cedro se requiere planear, organizar y ejecutar las siguientes actividades:

3.1. Ubicación y selección de mejores individuos en la zona de recolección identificada

Para llevar a cabo estas actividades primeramente es necesario definir el área de recolección, recorrerla e identificar, seleccionar y ubicar a los mejores individuos de cedro. Los mejores individuos se seleccionan evaluando sus características fenotípicas de acuerdo a los objetivos de los programas de reforestación para los cuales se va a producir las plantas: plantaciones comerciales, restauración ecológica, reforestación urbana, etc.

A los árboles seleccionados se le realiza una caracterización fenotípica para obtener sus dimensiones, estado fitosanitario, la estimación productiva de frutos anual y se registra su ubicación física tomando las coordenadas con un GPS o mediante un croquis.

Dependiendo de la meta anual programada de recolecta de semillas de cedro, se define el número de árboles a cosechar (tomando en cuenta la estimación de producción de frutos hecha en la caracterización).

Datos importantes que facilitan la definición del número de árboles y la cantidad de frutos de cedro a recolectar son los siguientes:

- En promedio se estima que un fruto tiene de 25 a 35 semillas viables.
- En promedio se estima que en 1 kg de fruto maduro hay aproximadamente 180 frutos.
- En promedio se estima que en 1 kg de semillas se tienen de 15,000 a 25,000 semillas.

3.2. Definición de la época de cosecha de los frutos

Para iniciar la recolección oportuna de los frutos del cedro se tiene que tomar en cuenta lo siguiente: El fruto del cedro es una cápsula leñosa dehiscente, lo que significa que al llegar a su madurez fisiológica se abre para facilitar la dispersión de las semillas por medio del viento. El grado de madurez se refleja en las diferentes tonalidades del fruto.

Por consiguiente los frutos al acercarse a su madurez van tornándose de un color verde a un color café oscuro, esto en Yucatán ocurre entre los meses de febrero, marzo y abril (figura 4).

Sin embargo se ha observado que los frutos en un árbol no abren al mismo tiempo, por lo que en la práctica para poder realizar la recolección es necesario constatar que algunos frutos ya estén abiertos y dispersando semillas y del 70 al 80 % de los frutos ya estén tornándose cafés oscuros para tener la certeza de la madurez óptima de los frutos (figura 4).



Figura 4. Diferencia en tonalidades de los frutos maduros del cedro.

Se recomienda de igual manera antes de decidir recolectar, el cortar algunos frutos de diferentes partes del árbol y abrirlos para inspeccionar de manera directa la madurez de las semillas. Se ha observado que existe una correlación entre el color de la cáscara del fruto y la coloración de las semillas (figura 5), por lo que mientras más café el fruto más madura la semilla.

Y en la práctica se recomienda recolectar todos los frutos cuando estos ya estén tornándose café, ya que es suficiente para alcanzar un elevado porcentaje de viabilidad y germinación.



Figura 5. Correlación entre la coloración de la cáscara del fruto y la madurez de las semillas

3.3. Recolección de los frutos del cedro

Para la colecta de los frutos del cedro se puede emplear el equipo y material enlistado a continuación:

3.3.1. Equipo y material para la colecta de los frutos de cedro

| MATERIAL O EQUIPO | USO O FUNCIÓN |
|--|---|
| Tijera corta ramas (o un gancho de metal) | Cortar los racimos de frutos o para sujetar o sacudir las ramas |
| Mango telescópico | Sostén y extensión de la tijera corta ramas |
| Equipo para escalado de árboles: espuelas, sogas, cinturones de seguridad, casco, etc. | Para poder escalar árboles con mayor facilidad y seguridad |
| Escalera | Para alcanzar partes bajas del árbol sin tener que escalarlo |
| Lonas, plásticos, telas, etc. | Para poner debajo del área de colecta del árbol y capturar los frutos |
| Costales o bolsas de rafia | Para embolsar los frutos cosechados |
| Cubetas (opcional) | Para facilitar la recolección de frutos dispersados bajo el árbol |
| Hilo de rafia | Para amarre de las bolsas |
| Etiquetas | Para anotar y marcar los lotes de frutos cosechados |
| GPS | Para georeferenciar la ubicación de los árboles cosechados |
| Cinta diamétrica | Para obtener datos del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de los árboles cosechados |
| Cámara digital | Para obtener imágenes de los árboles |
| Vehículo | Para traslado de los frutos cosechados |

3.4. Técnicas de recolección de los frutos del cedro

Los frutos se pueden recolectar de 2 maneras: a) escalando el árbol o b) desde el suelo

3.4.1 Colecta escalando el árbol

Contando con el equipo y experiencia suficiente para el escalado de árboles se puede posicionar en la parte media del árbol y desde ahí cosechar los frutos de la parte media y alta del árbol. El

derribo de los frutos se realiza con la ayuda de la tijera telescópica, se cortan las ramas con mayor cantidad de frutos maduros o también utilizando el gancho sujetando las ramas y sacudiéndolas fuertemente para lograr el desprendimiento de los frutos maduros.

La diferencia entre el uso de la tijera y el gancho radica en que en el primer caso se puede direccionar la caída de los frutos facilitando la recoja y en el caso del gancho los frutos se dispersan sobre el terreno.

Al desprenderse los frutos del árbol, éstos se pueden capturar desde el suelo con la ayuda de lonas, telas, etc.

3.4.2 Colecta desde el suelo

Si no se cuenta con el equipo ni la experiencia para escalar árboles se puede realizar la cosecha de los frutos desde el suelo. La observación es que únicamente se cosecharan los frutos de la parte baja de los árboles. El derribo de los frutos se puede realizar de la misma manera explicada en el inciso anterior: con tijera o con el gancho (figura 6). La limitante radica en que solo puedes obtener un cierto número de frutos por árbol.



Figura 6.- Colecta de frutos desde el suelo utilizando una tijera telescópica

Recomendación: en algunas zonas de Yucatán se ha detectado que en la época de fructificación del cedro existe daño severo de *H. grandella* en los frutos (figura 7). Por tal motivo se recomienda no recolectar frutos de individuos con este tipo de daño, ya que se corre el riesgo de coleccionar semillas de mala calidad física así como de dispersar la plaga a otras zonas del Estado.



Figura 7. Daño de *H. grandella* en frutos inmaduros de cedro.

3.4.3. Embolsado de frutos

Posterior al derribo de los frutos, éstos se juntan en un área y se realiza una limpieza con la finalidad de embolsar y trasladar únicamente los frutos cosechados, se elimina las ramas, hojas, pedúnculos, etc. (figura 8)



Figura 8.- Limpieza del lote de frutos cosechados

Posterior a la limpieza de los frutos cosechados se procede al embolsado, para lo cual se emplea bolsas de rafia o cualquier otro recipiente que no eleve la temperatura por dentro (figura 9).

A cada bolsa se le coloca una etiqueta que contiene información referente a la fecha y lugar de colecta, la especie, número de árboles cosechados, y otros datos relevantes como las características físicas del sitio, esto con la finalidad de evitar confusiones de las procedencias entre lotes colectados.

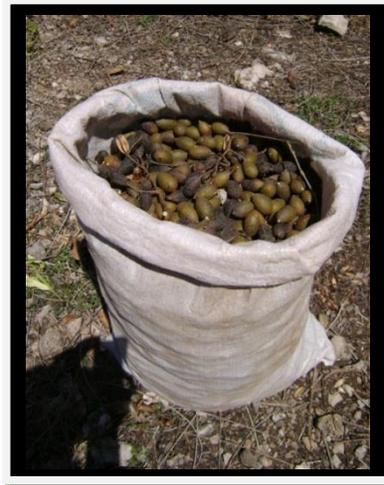


Figura 9.- Frutos de cedro embolsados en envases de rafia

3.5. Traslado al sitio de acopio para su beneficio

El traslado de los frutos al sitio de beneficio se debe realizar lo más rápido posible para evitar que los frutos pasen mucho tiempo en las bolsas, lo que puede dificultar su correcto secado. Se recomienda pesar los frutos recién colectados para conocer la relación entre el número de frutos recolectados y la cantidad final de semilla obtenida.

IV. BENEFICIO DE LAS SEMILLAS DEL CEDRO

El beneficio se realiza de la siguiente manera:

4.1 Secado.-Para facilitar la apertura de los frutos se deben exponer al sol directo durante 2 o 3 días, con la finalidad de acelerar su secado. Posterior a la exposición solar se recomienda cambiar los frutos a un sitio limpio, seco, aireado y sombreado para la finalización del secado y la apertura de los frutos (figura 10).



Figura 10.- Secado de frutos

Al poner los frutos en un lugar sombreado se evita que al ser liberadas las semillas queden expuestas al sol directo, retardando su deshidratación y manteniendo un elevado porcentaje de viabilidad y germinación. Sobre este punto se ha observado que cuando los frutos se extienden en un lugar expuesto a sol directo y se deja durante largos periodos para lograr la apertura de los frutos, las semillas de los frutos que abren primero se deshidratan con mayor rapidez lo que ocasiona que baje drásticamente el porcentaje de germinación del lote beneficiado.

4.2 Cernido.- Los frutos al secarse completamente inician la apertura (dehiscencia de los frutos) y las semillas son liberadas. Y al momento de observar un 90% en la apertura de la totalidad de los frutos ya se puede iniciar con el cribado. El cribado o cernido se realiza con una malla metálica con abertura de 6 o 8 mm y el objetivo es separar con mayor facilidad las semillas del resto del fruto (figura 11).



Figura 11.- Apertura de frutos, liberación de semillas y cernido con malla metálica.

Al realizar el cernido del material mezclado de semillas y restos de los frutos, para elevar el porcentaje de pureza se recomienda darle dos pasadas en la criba y cuando se eliminan los elementos de mayor tamaño y se tenga ya solamente las semillas con “plumilla” (localmente se le dice plumilla a las semillas que no lograron llenarse, a los restos de las alas, en general al material liviano) se puede someter el lote a corrientes leves de aire para separar las semillas (más pesadas) de la plumilla (más liviana) (ver figura 12).

La corriente de aire puede ser aplicada mediante un ventilador casero, abanicando con algún material (cartones por ejemplo) o aprovechando las corrientes de aire naturales.



Figura 12.- limpieza de las semillas para elevar el porcentaje de pureza del lote.

V.ALMACENAMIENTO DE LAS SEMILLAS DE CEDRO

El cedro produce semillas clasificadas como ortodoxas, permitiendo su almacenaje a temperaturas controladas, sin embargo se ha observado que cuando las semillas después de beneficiadas permanecen a temperatura ambiente pierden rápidamente su potencial germinativo.

5.1 Almacenamiento a temperatura ambiente

Cuando no se cuenta con equipo o un lugar donde se pueda controlar la temperatura y humedad (por ejemplo refrigeradores domésticos, neveras industriales, cámaras frías, cuarto con aire acondicionado) se recomienda envasar las semillas de cedro en contenedores que permitan el paso del aire entre las semillas para evitar que se eleve la temperatura y se acelere el proceso de pérdida de viabilidad y almacenar en un lugar a la sombra y fresco, aireado. Los envases pueden ser los fabricados con fibras naturales, en Yucatán los fabricados con fibra de henequén son excelentes para tal fin. No se recomienda envasar las semillas en bolsas de plástico.

Aun siguiendo las recomendaciones de envasado y almacenaje se ha comprobado que a temperatura ambiente las semillas de cedro pierden drásticamente en pocos meses su viabilidad, se reportan semillas que a 4 meses de colectadas pueden perder hasta el 60 % de viabilidad, siendo progresiva la pérdida.

5.2 Almacenamiento a temperatura controlada

Se reporta en la literatura que las semillas de cedro se pueden almacenar hasta por 2 años a 5° C de temperatura con 7 % de contenido de humedad, en envases de plástico cerrados herméticamente, manteniendo un 40-50 % de viabilidad.

La experiencia que se tiene almacenando semillas de cedro en el cuarto frío del Banco de Germoplasma “San José Tecoh” no ha sido suficiente, debido a que no se han almacenado lotes de semillas por largos periodos de tiempo, solamente se tiene la experiencia de almacenarlas por periodos cortos (de 6 meses hasta un año) y en envases no cerrados herméticamente.

Por no contar con envases adecuados de almacenaje, las semillas se envasan en bolsas de rafia y se almacenan en un cuarto frío a una temperatura constante de 5° C (figura 13).



Figura 13.- cuarto frío para almacenaje de semillas y cedro envasado en bolsas de rafia.

VI. TIPOS DE ANÁLISIS REALIZADOS A LOS LOTES DE SEMILLAS DE *C. odorata* ALMACENADOS EN EL BANCO DE GERMOPLASMA “SAN JOSÉ TECOH”

En base a los Lineamientos para la Operación de Bancos de Germoplasma Forestal establecidos por la Conafor se especifica que para determinar la calidad física y fisiológica de las semillas forestales se le realizaran **Análisis Físicos y Análisis Fisiológicos** mediante una metodología validada por la Asociación Internacional para el Ensayo de Semillas (International Seed Testing Association, ISTA).

Por lo tanto ISTA establece que el análisis se realizará a una muestra representativa del lote de semillas a evaluar.

Para el caso de la especie de *C. odorata* la muestra a evaluar se obtiene de una “muestra primaria” de la cual se obtiene una “muestra compuesta” y de ésta finalmente se obtiene la “muestra de trabajo”.

Este procedimiento se especifica con detalle a continuación:

6.1 Análisis Físicos

6.1.1. Integración de la muestra de trabajo

Muestra primaria. Esta muestra se obtiene de la parte superior, media, inferior y laterales del o los recipientes (bolsas de yute, rafia, etc.). Las semillas del cedro están clasificadas como “pequeñas” por lo tanto la muestra será hasta de 250 gr cuando el lote a analizar es mayor a 5 kg y hasta de 100 gr cuando el lote es menor a 5 kg.

Muestra compuesta. La muestra compuesta se integra al mezclar todas las muestras primarias (de uno o varios recipientes) y es de donde se obtiene la muestra de trabajo. Por ejemplo si se recibe un lote de 20 kg de semilla y esta envasado en 5 recipientes de 4 kg c/u, se tomaran 5 muestras primarias de 250 gramos de semillas de cada bolsa por lo que mi muestra compuesta será de 1,250 gr.

Muestra de trabajo. De la muestra compuesta se obtiene la muestra de trabajo que es una muestra homogénea de hasta 50 gr y que es representativa de todo el lote a analizar.

Una vez obtenida la muestra de trabajo se le realizan los siguientes análisis:

- Porcentaje de pureza
- Número de semillas por kilogramo

Mediante estos análisis se busca determinar las condiciones de limpieza en que se entrega el lote de semillas así como el número de semillas contenido en un kilogramo del lote entregado. Su importancia radica en que un lote de semillas con mucho material inerte es de menor calidad y en el caso de ser una compra a un proveedor puede ser rechazado ya que no contiene el número de semillas esperadas en un kg de semilla.

A continuación se describen los pasos para realizar los Análisis de Pureza y Número de Semillas por Kilogramo. Los resultados se plasman en el formato de “Pruebas Físicas”

6.1.2 Análisis de Pureza

Paso 1.- Del lote recepcionado se obtiene una muestra primaria de 250 gr (se emplea una balanza de precisión). La muestra primaria se conforma con muestras tomadas de la parte superior, media e inferior del envase y se mezclan de manera homogénea.

Paso 2.- De la muestra de 250 gr se obtiene una muestra de trabajo de 50 gr (se emplea una balanza de precisión). Estos 50 gr son los que se analizarán para determinar la pureza del lote, o sea que porcentaje del lote es semilla pura y cuanto es material inerte.

Paso 3.- A los 50 gr se le realiza cuidadosamente la separación de las semillas que presentan buenas condiciones del material inerte (semillas vanas, alas, tallos, etc.). Para facilitar esta actividad se emplea una sopladora aunque también se puede realizar de manera manual.

Paso 4.- Teniendo ya separada la semilla pura del material inerte se procede al pesaje de las dos partes (se emplea una balanza de precisión).

Paso 5.- Conociendo el peso de las 2 partes, la Pureza del Lote se obtiene sustituyendo valores en la fórmula.

Nota: Esta semillas cuando es adquirida o colectada tiene la característica de contener un 20 % mínimo de impurezas (alas de la semilla, restos de cascara, fragmentos huesos etc.).

6.1.3 Número de Semillas por Kilogramo

La determinación del número de semillas por kg esta en función del tamaño, la cantidad y el contenido de humedad de las semillas. Para esta prueba se utilizará solamente semillas enteras, bien desarrolladas y secas.

En el Banco de germoplasma de San José Tecoh ya ha analizado un número considerable de muestras de cedro y se ha registrado un promedio de 50 mil semillas por kg en cada lote.

6.1.4 Contenido de Humedad

El contenido de humedad es un factor importante por que determina la velocidad a la cual las semillas se deterioran y tiene un impacto considerable en la longevidad de las semillas en

almacenamiento en un banco de germoplasma. Para el cedro la humedad recomendada para su almacenamiento va de los rangos de 10 a 14 % óptimo.

6.2 Análisis Fisiológico.

6.2.1 Prueba de Viabilidad

La prueba de viabilidad es la determinación que permite conocer de manera relativamente rápida el potencial de germinación que puede contener un lote de semillas. En el caso de *C. odorata* la viabilidad se evalúa mediante la prueba con Sales de Tetrazolio (cloruro de 2, 3, 5 –trifenil tetrazol). Este ensayo permite la tinción de los tejidos vivos de las semillas, por lo que una semilla sin vida nunca se le teñirá sus tejidos.

Para realizar esta prueba se seguirán los siguientes pasos:

Se seleccionan al azar 40 semillas (de preferencia tomadas de la muestra del análisis de pureza) y se le eliminan las alas.

Las semillas seleccionadas se agrupan en 4 submuestras de a 10 semillas cada una. A cada semilla se les realiza un corte longitudinal y se colocan en cajas petri. Inmediatamente se adiciona la solución de tetrazolio tratando que se cubran las semillas (Figura 14). Para observar los resultados de la prueba se pueden dejar las semillas sumergidas en las sales durante 24 horas cubiertas con una película de color negro a temperatura ambiente.

Posteriormente se realiza la toma de datos.



Figura 14. Semillas de Cedro antes y después de la tinción presentando un 95% de viabilidad.

6.2.2 Prueba de germinación.

La germinación es el proceso que permite conocer la máxima cantidad de semillas capaces de emerger en condiciones óptimas para dar origen a una nueva planta.

En esta prueba hay que tener cuidado de aplicar fungicida y evitar los excesos de agua por que fácilmente se pudren las semillas., esta prueba es rápida por que a los primeros 7 días se obtiene un 85 % de germinación (Figura 15).



Figura 15.- Preparación de las semillas de cedro con papel filtro humedecido.

Teniendo listas las 4 submuestras se le anotan los siguientes datos: número de lote, especie, fecha de siembra y número de submuestra (en etiquetas adheribles) para lograr identificarlas posteriormente (figura 15).

Finalmente las 4 submuestras serán colocadas en una germinadora durante 21 días a una temperatura constante de $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 16). Durante el tiempo que estén las muestras en la germinadora se realizan revisiones periódicas cada 2 días para evaluar el estado sanitario de las muestras.

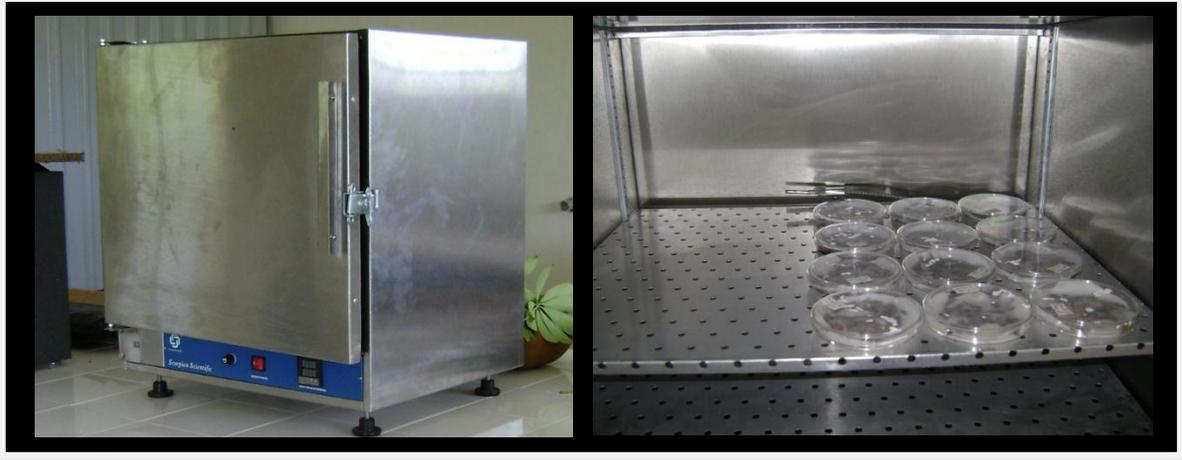


Figura 16.- muestras de semillas de cedro en la germinadora

Y a partir de la fecha de inicio de la prueba cada 7 días se realizan los conteos (3 conteos) de las semillas germinadas. Las cantidades se anotan en el formato de “Pruebas Fisiológicas” (ver anexo 2) y se retira de las cajas petri las semillas germinadas y las semillas dañadas (figura 17).



Figura 17.- Conteo de semillas germinadas cada 7 días

Al final de la prueba después de haber realizado los 3 conteos se analizan las semillas que no germinaron y se especifican las causas (semillas vanas, afectadas por hongos o bacterias o por falta de agua).

Al finalizar los conteos los datos obtenidos sirven para obtener el Porcentaje de Germinación del lote, el cual se obtiene utilizando la fórmula.

Nota: en las pruebas de Germinación realizadas en el Laboratorio del Banco de Germoplasma al realizar los conteos se clasifica como **“semilla germinada normal”** aquella que ha desarrollado una plántula con estructuras esenciales como raíces, tallo y suficiente reserva de alimento (ver figura 17) y por **“semilla no germinada”** aquellas que no presentan ningún tipo de estructura.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Duran, R., et al. 2000. **Listado florístico de la península de Yucatán**. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán.

Duran, R. et al. 2000. **Manual de Propagación de Plantas Nativas de la Península de Yucatán**. Volumen 2. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida Yucatán.

Pennington, T.D. y J. Sarukhán. 2005. **Árboles Tropicales de México: Manual para la identificación de las Principales Especies**. Tercera edición. UNAM. Fondo de Cultura Económica. México.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. **Flora Nectarífera y Polinífera en la Península de Yucatán**. Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. Mérida Yucatán.

[Http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/noticias/infoplazas](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/noticias/infoplazas) (**Arboles de Centroamérica**)

<http://www.semarnap.gob.mx/ssrn/pronare/gaceta/ficha1.htm>

Kameswara, N.R., *et al.* 2007. Manual de manejo de Bancos de Semillas. Bioversity international, Roma, Italia