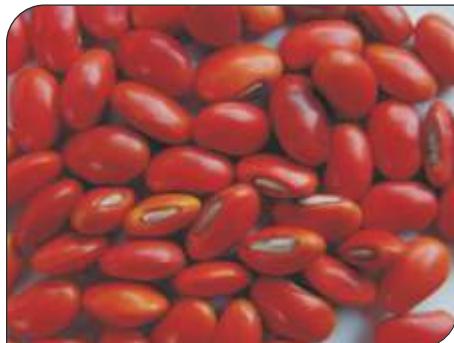


## LA SEMILLA



La semilla es un elemento esencial para la producción en vivero, los temas principales asociados a la producción en vivero son: El componente genético, la germinación, almacenamiento y tratamientos pregerminativos.

A manera de ilustración se presenta el siguiente esquema, que define en resumen los pasos básicos para producir semillas de calidad:

### Pasos para la producción de la semilla de calidad:



Este diagrama muestra el conjunto de actividades que se adelantan para obtener las semillas de un programa de reforestación. La secuencia se inicia con la selección de la especie, una vez elegida es necesario determinar las fuentes semilleras o bosques donde se colecta la semilla y tiene que ver con que haya frutos maduros, es decir que los árboles hayan surtido los procesos de floración y fructificación y que hayan madurado lo suficiente para adelantar la recolección, que es el paso siguiente. Una vez colectadas las semillas se lleva a término el procesamiento, almacenamiento y análisis de su calidad, para tener la seguridad que la semilla reúne las condiciones básicas de germinación y sea capaz de producir un nuevo árbol.

Este curso sólo trata los temas relevantes para el manejo de la semilla como son la calidad genética determinada por las fuentes o rodales de recolección, los aspectos relacionados con la germinación para entender el manejo del vivero, el almacenamiento y los tratamientos pregerminativos, temas esenciales para tener éxito en la producción los cuales son el énfasis de este aparte.

## Componente genético - Fuentes semilleras

Las leyes de la herencia aplican igualmente a los árboles, muchas características como forma, tamaño, bifurcación, susceptibilidad a las enfermedades, pueden ser heredados a la descendencia a través de la semilla. Si se quieren tener plantaciones bien conformadas y desarrolladas, es necesario obtener semillas de árboles sanos y de características deseables y preferiblemente mejoradas genéticamente (Fuentes semilleras manejadas y conocidas).

El lugar donde se obtiene la semilla se denomina procedencia y constituye la “fuente semillera”. Dependiendo de grado de mejoramiento, las fuentes se clasifican de la siguiente manera:

**Huertos semilleros:** En general un huerto semillero es una plantación de árboles que han sido seleccionados intensivamente con base en ciertas características de importancia, aislada o manejada para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y manejada intensivamente para aumentar la producción de semilla y facilitar su recolección.

Plantación con arreglo especial que ha sido establecida con el fin de producir semilla de calidad genética superior y es manejada intensivamente para producir frecuentes cosechas y facilitar su recolección. Puede ser originada a partir de semilla sexual en cuyo caso recibe el nombre de huerto semillero de semilla o tener origen a partir de semilla asexual caso en el cual se denomina huerto semillero clonal. El producto de cualquiera de estos huertos a sus vez puedes ser semilla sexual o semilla asexual.

**Huerto semillero genéticamente comprobado:** Huerto con respaldo de prueba de progenie, establecidas y evaluadas en los sitios potenciales de plantación y que ha sido sometida a los aclareos de depuración genética necesarios para dejar únicamente los árboles que hayan demostrado su superioridad.

**Huerto semillero no comprobado:** Huerto que no cuenta con respaldo de prueba de progenie u otro tipo de prueba de evaluación genética o estas debido a su corta edad, aún no han aportado los resultados suficientes para realizar los aclareos genéticos respectivos

**Rodal semillero:** Grupo de árboles vecinos de la misma especie, naturales o plantados, con características fenotípicas deseables para uno o varios caracteres y que presentan buen estado sanitario, utilizados para producción de semilla; mejorado mediante la remoción de individuos indeseables y manejado para favorecer la producción frecuente y abundante de semilla de mejor calidad.

Una de las diferencias principales a nivel genético entre los rodales semilleros y los huertos semilleros, es la intensidad de selección: en los rodales semilleros, los árboles finales han sido seleccionados a una intensidad de 1:10 - 1:20, mientras que en el caso de los huertos, cada árbol ha sido seleccionado entre varios miles de árboles evaluados. Por esta razón, si la selección se ha realizado con base en las mismas características fenotípicas, el huerto siempre producirá mayor ganancia genética que el rodal semillero. Los rodales semilleros no pueden pasar a ser huertos.



Rodal semillero de *Acacia mangium* Cabuyaro - Meta

**Fuente seleccionada:** Grupo de árboles vecinos de la misma especie, naturales o plantados con características fenotípicas deseables para uno o varios caracteres y que presentan buen estado sanitario, utilizados para producción de semilla, que no ha sido mejorado mediante la remoción de individuos indeseables. Esta categoría se constituye en la categoría básica de una área productora de semilla.

**Fuente identificada:** Las fuentes identificadas son grupos de árboles que por su baja densidad, por ocupar poca área y/o porque no contienen el número suficiente de árboles aceptables por hectárea, no clasifican dentro de la categoría anterior, pero deben utilizarse temporalmente ante la ausencia de otras fuentes más avanzadas.

Si no es posible obtener semillas de huertos o rodales, si es conveniente conocer los árboles padres para evitar

futuros problemas en la plantación, de allí su importancia. Normalmente no se recomienda obtener semillas de un solo árbol, dado que si este tiene una mala herencia, la puede transmitir la toda la descendencia y esto se traduce en una plantación fracasada y normalmente no se conoce qué árbol lo polinizó, es decir el padre.



Fuente identificada de Pino Romerón

**La genética de la semilla, determina en gran medida la calidad de la futura plantación.**

## La germinación

La germinación de la semilla es el desarrollo del embrión, hasta la formación de la planta. Este proceso ocurre si las condiciones ambientales: luz, humedad, oxígeno, temperatura y sustrato son propicias.

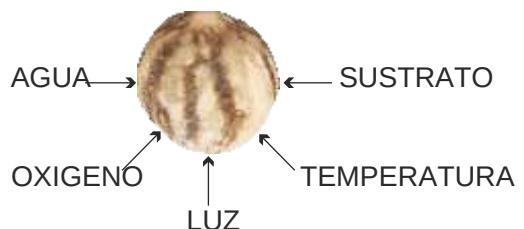


Plántulas de Caoba recién germinadas

En condiciones de vivero el **agua** necesaria para el inicio y desarrollo normal de la germinación es suministrada por el riego. Durante la germinación, el sustrato debe permanecer húmedo pero sin excesos, si se interrumpe la humedad, la radícula o la semilla pueden morir. La **luz**, hace parte del medio ambiente del vivero, amerita ser regulada de acuerdo con la especie. Bajo condiciones corrientes, las semillas se siembran enterradas y germinan de una manera normal; la luz usada en los germinadores no es totalmente impermeable a la luz y permite que ésta llegue hasta la semilla.

**La temperatura** debe tener en cuenta las condiciones del hábitat original de la especie y el promedio del vivero, sin embargo se puede regular con invernaderos, especialmente para lograr un aumento y mejorar las condiciones de producción o simular la temperatura del medio natural de la especie. La temperatura ideal corresponde a un nivel igual o superior al hábitat natural de las especies, así las especies de zonas bajas o cálidas requieren una mayor temperatura que aquellas de zonas altas o frías.

El **oxígeno** está siempre presente, es necesario para la respiración (producción de energía), pero se facilita cuando el sustrato es suficientemente poroso, dado que está presente en las porosidades del suelo. El **sustrato** es el medio de arraigo de la semilla, es importante que esté libre de patógenos y lo suficientemente suelto como para permitir un fácil desarrollo de la raíz, que tenga capacidad de retención de agua, de fácil manejo y bajo costo.



Evaluación de la calidad de la semilla

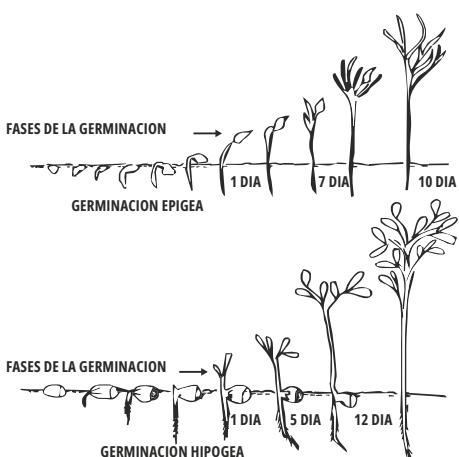
## Desarrollo de la semilla

Las etapas iniciales de la germinación son similares en todas las plantas; en una primera etapa, la semilla se hincha, luego emerge la radícula, se desarrolla y forma la raíz primaria, que usualmente tiene un crecimiento rápido para permitir la fijación de la plántula al suelo; de este paso común, sigue el desarrollo de la plúmula o tallito y la germinación continúa en forma epígea o hipógea.

En la *germinación epígea* los cotiledones se observan por encima de la superficie del suelo, frecuentemente con la cubierta de la semilla todavía prendida a ellos; después de pocos días los cotiledones aumentan de tamaño y se independizan de la testa, dejándola caer al suelo. En el vivero, frecuentemente estas semillas son mayormente atacadas por los pájaros, roedores, hongos, e insectos.

En la *germinación hipógea* los cotiledones quedan debajo de la tierra, hay un crecimiento rápido del tallito y la formación de las hojas primarias que inician el proceso fotosintético; los cotiledones, quedan debajo de la superficie del suelo como fuente de alimentos de la planta, mientras ésta fotosintetiza los diferentes compuestos necesarios para su desarrollo.

## TIPOS DE GERMINACIÓN



Germinación Hipógea - Teca



Germinación Epígea - Pino Romerón

**Vigor germinativo:** La germinación de un grupo de semillas, no ocurre de una manera uniforme; se inicia la germinación de unas pocas, hasta que al cabo de un tiempo germinan todas las que tienen condiciones favorables para hacerlo. El tiempo transcurrido entre el inicio de la germinación y su terminación, puede ser corto o largo, cuanto más corto, es mayor la energía germinativa. A esta rapidez se le considera como el vigor de germinación y se puede medir en función del tiempo. El anterior concepto es diferente al porcentaje de germinación, el cual sólo mide el número de semillas germinadas sin relacionarlas con su rapidez. En viveros este concepto es importante dado que una semilla con mayor vigor germinativo, germina más rápido y uniforme, disminuye el tiempo en germinador, baja riesgos sanitarios por estar menos tiempo en el germinador, disminuye la mano de obra y en especial ofrece plántulas más homogéneas para el transplante.

**Vida de la semilla:** La longevidad de las semillas es una característica influida por factores internos y el almacenamiento, como el contenido de humedad y la temperatura. Es el período de tiempo en el que se mantiene viva la semilla. Algunas se deterioran rápidamente, mientras que otras se mantienen por extensos períodos, aún de varios años. La pérdida de poder germinativo se puede evitar con buen manejo y almacenamiento. El deterioro contempla cualquier cambio degenerativo definitivo que suceda en la calidad de la semilla con respecto al tiempo; algunas alteraciones son:

- ✓ Cambios de color de la cubierta, tejidos, embrión y consecuente pérdida de control
- ✓ de la permeabilidad. Reducción del
- ✓ tiempo de almacenamiento. Disminución de la velocidad y porcentaje de germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo de plántulas.
- ✓ Menor uniformidad del material en
- ✓ viveros. Incremento de plántulas anormales.
- ✓ Disminución de la capacidad de las plántulas para tolerar adversidades ambientales.
- Alta sensibilidad de la semilla a las radiaciones.

Daños en los mecanismos de producción de energía.

- ✓ Reducción en actividad respiratoria.
- ✓ Muerte de la semilla.

Las semillas de muchas especies tienen cortos períodos de vida, este aspecto es importante dentro del manejo del vivero para evitar fracasos en la producción; para mantener vivas las semillas, se recurre al almacenamiento.

## Almacenamiento de semillas

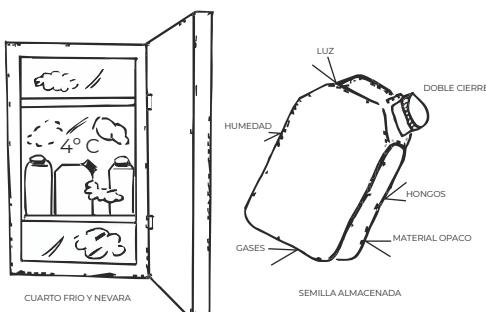
El almacenamiento es una estrategia para la conservación de semillas.

Las semillas se clasifican en dos grupos, de acuerdo con su capacidad de almacenamiento en *Recalcitrantes* y *Ortodoxas*. *Recalcitrantes*: No toleran el secado, pueden ser llevadas a los 20-30% de contenido de humedad, y las que provienen de zonas cálidas no soportan almacenaje en frío, estas semillas pierden muy rápidamente su capacidad de germinar, ejemplos El Roble, Arayán, Chachafruto, Guamo, Virolas y muchas otras. *Ortodoxas* son tolerantes al secado y pueden llevarse a un 5-10% de contenido de humedad, y se pueden almacenar por debajo de 10 °C por mucho tiempo, ejemplos como el Iguá, Cedro, Acacias, Ceiba, Pinos y Eucaliptos entre otras muchas.

El propósito fundamental del almacenamiento consiste en asegurar la disponibilidad de semillas viables en el momento que lo demanden los programas de reforestación.

Las semillas se deterioran desde el mismo momento en que se forman, su conservación depende del manejo, las técnicas de recolección, procesamiento, y manipulación durante y después del almacenamiento. En muchos casos no fallan las técnicas de almacenamiento, sino los métodos integrales de pos cosecha, *ninguna técnica de almacenamiento puede "revivir" una semilla muerta*.

## SISTEMA TÍPICO DE ALMACENAMIENTO



Cuarto frío en empaques herméticos de plástico

El gráfico ilustra una de las formas rutinariamente usadas para almacenar semillas forestales, consistente en almacenar las semillas en recipientes herméticos, en frío protegidas de la luz, los cambios de temperatura, la contaminación por microorganismos, los gases y en especial la humedad.

## Tratamientos pregerminativos

En la semilla de varias especies, existen bloqueos naturales, de tipo físico o bioquímico, son estrategias de las especies para conservar la viabilidad por largos períodos. En el caso de los viveros, es indispensable romper dichos bloqueos, o de lo contrario la permanencia en las eras es muy larga, sometiéndose a diversos riesgos y más costos, en especial una germinación heterogénea, que entrega para el transplante plántulas de diferentes tamaños y vigor. Para la superación de las condiciones que detienen la germinación, se hacen necesarios los tratamientos pregerminativos. Es preciso acelerar el proceso de germinación y crecimiento de las plántulas, para evitar riesgos por su mayor permanencia en vivero.

No se pueden recomendar para todas las especies, su acción depende de las características propias de cada una, de modo que la indicación de su uso es particular y **para muchas tienen carácter de obligatorio**. La prescripción para cada especie se indica en el capítulo I en la descripción de cada especie.

Para la germinación de las semillas son imprescindibles tres requisitos: a) Que la semilla se encuentre en un ambiente cuyas condiciones de humedad, sustrato, disponibilidad de oxígeno y temperatura sean propicias, b) Que el embrión esté vivo y tenga la capacidad de germinar y c) Que sean superadas las condiciones que impiden la germinación, lo cual se logra regularmente con los tratamientos pregerminativos. En muchos casos, la incapacidad de la semilla para germinar, se debe a la impermeabilidad de la cubierta, o a la presencia de inhibidores o condiciones bioquímicas o morfológicas en general. Los tratamientos pregerminativos incluyen procesos que favorecen la permeabilidad de la cubierta de la semilla a la entrada de agua y oxígeno.

## Efectos de los tratamientos pregerminativos

- ✓ Estimulan germinación.
- ✓ Rompen latencia física o fisiológica.
- ✓ Producen plántulas homogéneas en menos tiempo.
- ✓ Reduce costos.
- ✓ Evita riesgos.
- ✓ Optimiza el uso de insumos.
- ✓ Evita la pérdida de semillas

## Clases de tratamientos

Se pueden dividir en:

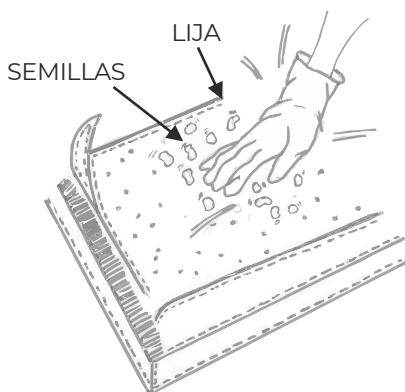
- ✓ Mecánicos/físicos
- ✓ Tratamientos con agua
- ✓ Químicos
- ✓ Tratamientos hormonales
- ✓ Combinaciones de tratamientos

### Mecánicos - físicos

Se aplican a especies con testa dura y/o impermeables, que impiden la penetración de agua y/o el intercambio de gases, modifican la cubierta de la semilla, activan procesos que se hallan en estado de reposo. Abarcان la escarificación física con lijas o elementos raspantes o cortantes, estratificación, intemperie, quemado de cubiertas, aplicación de temperatura alta, quemado con cautín, golpe de martillo, entre otros varios.

### Escarificado o raspado

El más utilizado es raspar las semillas con lija para metales u otro elemento abrasivo que escarifique la superficie, hasta que adquieran un aspecto poroso y pierdan su brillo natural, no es indispensable raspar toda el área de la semilla, con sólo una pequeña porción es suficiente para permitir el intercambio. En la práctica es recomendable utilizar un recipiente y recubrirlo interiormente con lija para facilitar el frotado de la semilla.



Lijado de semillas de *Acacia mangium*  
antes de hervirlas por 1,5 minutos

✓ **Lijado de puntas:** Este tratamiento consiste en desgastar la punta de las semillas, usando una lija o una piedra de superficie rugosa, tratando de hacer más delgada la cubierta. El tratamiento se realiza semilla por semilla cuando el tamaño lo permite.

✓ **Quemado:** Se realiza con cautín (utensilio de soldadura), aplicándolo en un punto de la testa diferente al lugar de ubicación del embrión. La quemadura facilita el intercambio de agua y oxígeno.

✓ **Estratificación:** Consiste en almacenar a temperaturas adecuadas y condiciones húmedas las semillas. Generalmente, se alternan en recipientes grandes en donde se ubican capas de semillas y musgo o arena húmeda. Esta técnica demanda tiempo y la semilla es susceptible al ataque de hongos.

### Tratamientos con agua

Remojo de la semilla en agua fría: En un recipiente con agua se colocan las semillas, con agua suficiente para cubrirlas. Se remojan por un tiempo determinado, dependiendo de las características de la semilla, normalmente de 24 a 48 horas y se colocan a germinar. También se colocan las semillas en agua de una a dos semanas, cambiándose continuamente el agua. La semilla no debe permanecer en agua empozada, porque puede ser atacada por bacterias u hongos.

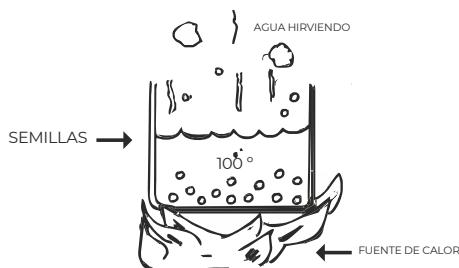


Semillas de Nogal en remojo

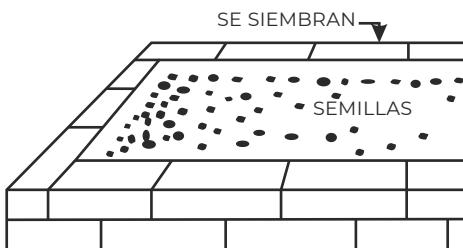


Teca en remojo

**Remojo en agua caliente:** Con este método se colocan las semillas en agua fría y se llevan al fuego hasta que empieza a desprender vapor o a hervir por uno a tres minutos, luego se deja enfriar lentamente y se colocan a germinar. Usualmente se introducen en el recipiente en una bolsa de tela.



Hervir las semillas según prescripción



En algunos casos las semillas se depositan en un recipiente y se vierte en ellas agua hirviendo y se deja hasta el día siguiente, antes de la siembra.

Con los tratamientos con agua, se produce una penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla y se activan los procesos de germinación. Despues de aplicar el tratamiento, se deben separar las semillas hinchadas y repetir el mismo tratamiento con las restantes, las semillas hinchadas deben sembrarse inmediatamente.

### Tratamientos químicos

Se trata de debilitar o alternar la permeabilidad de la cubierta de la semilla usando ácidos. En la naturaleza, la forma común, es cuando los animales comen los frutos, y mediante los jugos gástricos desgastan la cáscara de la semilla, dejándola en condiciones de germinar al momento de ser defecada. Si la producción de plantas en vivero es grande se usan ácidos en diferentes concentraciones y formas de aplicación, clorhídrico nítrico o sulfúrico, u otras sustancias. Se deben tener precauciones, por tratarse de procedimientos peligrosos. Estos métodos se usan poco en la actualidad, aunque hay abundante literatura sobre su eficacia y modo de empleo, sin embargo son costosos y requieren condiciones especiales de manejo, para evitar accidentes.

### Tratamientos hormonales

Estimulan mediante la aplicación externa, los procesos bioquímicos que dan origen a la germinación. Normalmente hay estímulo a la germinación cuando se aplica ácido giberélico (giberelina). También se han encontrado resultados positivos con auxinas y citoquininas. Es necesario tener en cuenta la concentración y dosis recomendada para cada especie, y en especial tener en cuenta, que si la cubierta de la semilla es impermeable, es necesario realizar alguno de los tratamientos antes descritos para garantizar la penetración de la hormona al interior de la semilla.

### Combinaciones de tratamientos

En ocasiones el uso de dos tratamientos simultáneos mejora la germinación. Normalmente la combinación ideal es con agua antes de la siembra, dado que la imbibición es un proceso que de todas maneras tiene que surtir la semilla durante la germinación en el vivero con agua del riego. Al introducirla previamente imbibida se gana tiempo y es más factible el éxito. Se puede aplicar una recomendación general, aunque no es necesaria para un importante número de especies, consistente en remojar la semilla unas horas antes de la siembra, independientemente si necesita o no tratamiento pregerminativo.

Independientemente del tratamiento pregerminativo prescrito para cada especie, el remojo de la semilla en agua al menos 12 a 24 horas antes de la siembra es altamente beneficioso, dado que se promueve la imbibición (penetración del agua a su interior) y reduce el tiempo en germinador.