

BIBLIOGRAFIA

1. ANTIOQUIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION
Dirección de Investigaciones Estadísticas. Documentos de trabajo. Medellín, 1975-1986. Sin
2. FAL...
...ario de bosques artificiales. Departamento de estudio. Medellín, v. 1, 31 p.
...nciación de la industria manufacturera. "Algunos aspectos especiales de los créditos y tributarios". En: ...ales. Ponencias. Cali; Asociación
...de la ocupación, el interés y el crecimiento económico. 1983. 353 p.
...monetaria y política pública. 1979. 59 p.
...de la inversión industrial en Colombia. (Bogotá), 6(4): 9-55, Dic., 1976.
...ro. "Algunos aspectos especiales de los créditos y tributarios". En: ...blica (Bogotá), 48(571): 530-535.
...ollo de la silvicultura de Colombia. 1986. 394 p.

EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE LA VIABILIDAD DE LA SEMILLA DEL ROBLE

—*Tabebuia rosea* (Bertol) DC—

EDGAR PIEDRAHITA C., I. Forestal

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Semillas Forestales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional.

El objetivo principal fue estudiar los efectos del contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento con evaluaciones cada cuatro meses hasta el término de un año sobre la viabilidad y el vigor de la semilla del roble, *Tabebuia rosea* (Bertol) DC.

Para la evaluación de las pruebas de germinación se dispuso ensayos con un diseño completamente al azar en un arreglo factorial con tres replicaciones. Los factores involucrados fueron el período de almacenamiento (P) con tres niveles: 4, 8 y 12 meses; la temperatura (T) con dos niveles: 4° y -1°C; el contenido de humedad de la semilla (H) en tres niveles: 9.8, 14.7 y 26.9%.

Los resultados revelan que la semilla del roble pertenece al grupo de las "ortodoxas" y que por tanto debe ser almacenada a contenidos de humedad menores del 10% (nivel por encima del cual se considera crítico según Yoshio y Márquez, 1983) y a bajas temperaturas.

El nivel de contenido de humedad alto de 26.9% arrojó valores nulos en la conservación de la viabilidad de la semilla bajo las dos temperaturas y durante los tres períodos de evaluación. Existen diferencias significativas entre tratamientos y el contenido de humedad bajo (9.8%), el más adecuado, difiere significativamente al nivel del

0.05% del contenido de humedad medio (14.7%). El período de almacenamiento de 4 meses difiere significativamente al 0.01% del período de 8 meses al nivel de las dos temperaturas de almacenamiento, pero el período más prolongado de 12 meses no difiere de 4 y 8 meses al nivel de temperatura de -1°C .

El único tratamiento que permitió conservar la viabilidad durante todo el período de estudio fue el almacenamiento con bajo contenido de humedad (9.8%) y temperatura de -1°C , al nivel de 40% de germinación absoluta.

Los resultados de vigor evaluados con el Índice de Czabator muestran que los mejores tratamientos en porcentaje de germinación son igualmente los más vigorosos.

INTRODUCCION

Con excepción de algunas leguminosas, las semillas de especies forestales tropicales son de corta longevidad. El roble, *Tabebuia rosea* (Bertol) DC, es una de las especies cuya semilla presenta dificultades para su conservación y utilización fuera de la época de producción.

La semilla del roble es alada, con una testa blanda y escasas reservas que posibilitan un corto período de viabilidad. No obstante los tecnólogos de semillas han probado suficientemente que la conservación y viabilidad de semillas de muchas especies puede ser prolongada si se controlan los factores críticos que inciden en el desarrollo de un metabolismo destructivo para ellas. Sin duda ninguna se ha señalado que el contenido de humedad de la semilla y la temperatura de almacenamiento son los factores más importantes para conservar la semilla y de los dos el contenido de humedad es el más crítico.

Por la importancia y potencialidad del roble como especie apta para la reforestación en Colombia, este trabajo estudia el efecto de tres factores en la conservación de la semilla de esta especie.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1 FACTORES CRITICOS EN EL ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

El contenido de humedad de las semillas y la temperatura de almacenamiento son factores recientemente estudiados por numerosos autores como los más importantes en el almacenamiento de semillas (Harrington, 1972; W

Bonner, 1980, estima que el contenido de humedad de las semillas es el factor más crítico en el almacenamiento de las mismas y las clasifica en dos grupos:

- a. Semillas ortodoxas: semillas que toleran un alto contenido de humedad.
- b. Semillas recalcitrantes: semillas que no toleran un alto contenido de humedad.

Respecto a este último grupo de semillas que el poder germinativo de las mismas a una temperatura de 21°C y 25°C se reduce y llega a perderse por contenidos de humedad inferiores a los requeridos para semillas de la familia *Caryophyllaceae* y *Dryobalanops*, s

Los requerimientos de humedad para su almacenamiento se fijan y se mantienen debajo de este rango son los factores más importantes (Harrington, 1972):

Contenido de humedad
Contenido de humedad
Contenido de humedad
Contenido de humedad

Con contenidos de humedad altos se produce la oxidación líquida (Bonner, 1980, citados en 1940, citados en 1972) durante el almacenamiento las semillas con alto contenido de humedad peculó que la tendenc

0.05% del contenido de humedad medio (14.7%). El período de almacenamiento de 4 meses difiere significativamente al 0.01% del período de 8 meses al nivel de las dos temperaturas de almacenamiento, pero el período más prolongado de 12 meses no difiere de 4 y 8 meses al nivel de temperatura de -1°C .

El único tratamiento para la viabilidad durante el almacenamiento con bajo contenido de humedad, al nivel de 40%

Índice de Czabator
Índice de germinación

semillas de especies
Tabebuia rosea
presenta dificultades
de producción.

escasas
No obstante
que la con-
servación puede ser
problemática en el
almacenamiento nin-
guna duda nin-
guna duda la semilla y
los factores importantes
de humedad es

especie apta
efecto de
la humedad.

1. REVISION DE LITERATURA

1.1 FACTORES CRITICOS EN EL ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS

El contenido de humedad de las semillas y la temperatura de almacenamiento son factores reconocidos y estudiados por numerosos autores como los más importantes para la conservación de las semillas (Harrington, 1972; Wang, 1974; USDA, 1974; Bonner, 1980).

Bonner, 1980, estima que el contenido de humedad de las semillas es el factor más crítico para la conservación de éstas y además las clasifica en dos grupos según sus requerimientos de humedad:

- Semillas ortodoxas: deben mantenerse a un bajo contenido de humedad.
- Semillas recalcitrantes: deben mantenerse a un alto contenido de humedad.

Respecto a este último grupo de semillas, Sasaki, 1979, encontró que el poder germinativo de la semilla de **Shorea talura** almacenada a temperatura de 21 y 25° , decae cuando el contenido de humedad se reduce y llega a perderse completamente la viabilidad con contenidos de humedad inferiores a 25%. Esta tendencia es generalizada para semillas de la familia Dipterocarpaceae como **Hopea**, **Dipterocarpus** y **Dryobalanops**, según lo reporta Bonner, 1980.

Los requerimientos de humedad de las semillas ortodoxas para su almacenamiento se fijan en límites muy estrechos; por encima o debajo de este rango son potenciales los siguientes daños o efectos (Harrington, 1972):

Contenido de humedad	$\geq 30\%$	germinan las semillas
Contenido de humedad	18-20%	calentamiento por respiración
Contenido de humedad	12-14%	fuerte actividad fungosa
Contenido de humedad	8-9 %	insectos conservan su actividad y poder reproductivo

Con contenidos de humedad inferiores a 5% se produce auto-oxidación líquida (Bonner, 1980). A este respecto, Boswell y colaboradores en 1940, citados por Harrington, 1972, demostraron que en almacenamiento las semillas secas sobreviven más largo tiempo que las semillas con alto contenido de humedad y por extensión se especuló que la tendencia hacia un contenido de humedad cercano al

0% sería mucho mejor. Si bien las semillas extremadamente secas se almacenan bien durante largo tiempo sin pérdida en la capacidad germinativa, un contenido de humedad intermedio posibilita la máxima longevidad de la semilla. Kosar y Thompson en 1957 citados por Harrington, 1972, fueron los primeros en ilustrar esto con semillas de lechuga; estos investigadores almacenaron semillas a 10°C y una humedad relativa del aire circundante inferior a 25% (lo cual equivale en lechuga a un contenido de humedad en equilibrio con dicha atmósfera del 4-5%) y encontraron una pérdida de la capacidad germinativa más rápida que las semillas almacenadas entre 34 y 58% de humedad relativa (entre 5 y 7% de CH de la semilla). A una humedad relativa de 67% o mayores (contenido de humedad superior a 7% para la semilla), todas murieron en cuatro años.

La explicación de este comportamiento fue dada por Lea en 1962, citado por Harrington, 1972, quien encontró que a bajos contenidos de humedad se produce la ruptura de la capa monomolecular de agua, la cual protege contra los procesos oxidativos. Como consecuencia se desencadena un complejo proceso bioquímico que conduce a un metabolismo destructivo hasta que muere la semilla. La ruptura de la capa monomolecular de agua comienza en contenidos de humedad en equilibrio con humedad relativa del aire cercana al 25% y llega a incrementarse severamente por debajo de este valor. Se considera entonces que la longevidad de la semilla es máxima dentro de valores de humedad relativa al 25%.

Con excepción de algunas leguminosas, las semillas de especies tropicales en su gran mayoría tienen vida corta (Vega et. al, 1980). Este autor estudió la conservación de la viabilidad de semillas en 72 especies forestales almacenadas al medio ambiente y encontró que antes de los seis meses el 46% había perdido su viabilidad; antes de los 12 meses el 86% y sólo un 1.4% alcanzó 24 meses de longevidad. El autor consideró viable aquellos lotes que presentasen un porcentaje de germinación mayor al 5%. Esto sugiere que con un nivel de exigencia más riguroso debe reducirse la viabilidad más rápidamente para un alto número de semillas de especies tropicales.

El roble, *Tabebuia rosea*, es una especie tropical reportada por varios autores como de corta longevidad en sus semillas cuando son almacenadas al medio ambiente (FAO, 1956; Lamprecht y Hueck, 1959). Su longevidad puede ser ligeramente prolongada cuando se almacena a bajas temperaturas (Quijada y Pérez, 1977; Webb, 1980). Pero aún con almacenamiento en frío la pérdida de poder germinativo puede caer al cuarto mes en más de un 50%, como lo muestran Quijada y Pérez, 1977.

Quizás el logro más importante en la conservación de las semillas de especies del género *Tabebuia* es el alcanzado por Yoshio y Márquez, 1983. Estos autores reportan una conservación del 73% de viabilidad en semillas mezcladas de *Tabebuia* almacenadas con un contenido de humedad de 7.7% en bolsas de polietileno dentro de una cámara seca. La respuesta de las semillas diferenciadas por especie es de 75.5% de germinación a los 370 días para *Tabebuia avellaneda* y 60% al cabo de 370 días para *Tabebuia rosea*, ambas almacenadas con bajo contenido de humedad, respectivamente, en cámaras secas.

1.2 CONCEPTO Y EVALUACIÓN DEL VIGOR FORESTALES

El vigor es un concepto derivado básicamente de la capacidad de sobrevivir y desarrollo de los distintos individuos de una especie y por extensión de diferentes tratamientos. El proceso de germinación y crecimiento de las plántulas por el vigor.

Las pruebas de vigor se dividen en dos categorías: pruebas de vigor básico y pruebas de vigor específico. Las pruebas de vigor básico se refieren a las pruebas de semillas para germinar en condiciones adversas y se desarrollan bajo condiciones de laboratorio. Las pruebas de vigor específico se refieren a las pruebas de semillas para germinar en condiciones de campo. Las pruebas de vigor básico se refieren a las pruebas de semillas para germinar en condiciones de laboratorio. Las pruebas de vigor específico se refieren a las pruebas de semillas para germinar en condiciones de campo.

Según Kotowski (1980) se han reportado varios ensayos de germinación con un alto porcentaje de germinación y crecimiento de las plántulas. Sin embargo, el crecimiento de las plántulas depende principalmente de las condiciones de campo. La importancia de estos ensayos radica en que tanto los autores

0% sería mucho mejor. Si bien las semillas extremadamente secas se almacenan bien durante largo tiempo sin pérdida en la capacidad germinativa, un contenido de humedad intermedio posibilita la máxima longevidad de la semilla. Kosar y Thompson en 1957 citados por Harrington, 1972, fueron los primeros en ilustrar esto con semillas de lechuga; estos investigadores almacenaron semillas a 10°C y una humedad relativa del aire circundante inferior a 25% (lo cual equivale en lechuga a un contenido de humedad en equilibrio con dicha atmósfera del 4-5%) y encontraron una pérdida de la capacidad germinativa más rápida que las semillas almacenadas entre 34 y 58% de humedad relativa (entre 5 y 7% de CH de la semilla). A una humedad relativa de 67% el contenido de humedad superior a 7% para un período de cuatro años.

de dada por Lea en
tró que a bajos con-
apa monomolecular
rativos. Como con-
bioquímico que
ere la semilla. La
za en contenidos
el aire cercana al
o de este valor.
illa es máxima

as de especies
et. al, 1980).
emillas en 72
ncontró que
d; antes de
longevidad.
un porcen-
n nivel de
idamente

ada por
do son
Hueck,
do se
1980).
ativo
stran

Quizás el logro más importante en la conservación de las semillas de especies del género **Tabebuia** es el alcanzado por Yoshio y Márquez, 1983. Estos autores reportan una conservación del 73% de viabilidad en semillas mezcladas de **Tabebuia** almacenadas con un contenido de humedad de 7.7% en bolsas de polietileno dentro de una cámara seca. La respuesta de las semillas diferenciadas por especie es de 75.5% de germinación al cabo de 270 días para **Tabebuia avellaneda** y 60% al cabo de 300 días para **Tabebuia serratifolia**, ambas almacenadas con bajos contenidos de humedad, 8.3% y 7.8% respectivamente, en cámara fría.

1.2 CONCEPTO Y EVALUACION DE VIGOR EN SEMILLAS FORESTALES

El vigor es un concepto difícil de definir con precisión y se ha derivado básicamente de las diferencias existentes entre el comportamiento de los distintos lotes de semilla pertenecientes a una misma especie y por extensión a las variadas respuestas de un mismo lote a diferentes tratamientos. Tales diferencias pueden observarse en el proceso de germinación de las semillas y también en las características de las plántulas producidas (Delouche, 1970).

Las pruebas de vigor según Isely citado por Delouche, 1970, se dividen en dos categorías: directas e indirectas. Las primeras son básicamente pruebas de resistencia que muestran la habilidad de las semillas para germinar y desarrollarse como plántulas normales bajo condiciones adversas (Pollock y Roos, 1972). Las segundas se desarrollan bajo condiciones óptimas y se siguen, a su vez, dos marcadas tendencias para su evaluación. Una que se inclina a medir características cualitativas de las semillas y plántulas producidas mediante pruebas de naturaleza fisiológica, bioquímica o física. Y otra que tiende a evaluar la velocidad de germinación en pruebas de germinación rutinarias. En éstas el factor tiempo es esencial y la expresión cuantitativa de los resultados es característica.

Según Kotowski, citado por Pollock y Roos, 1972, se han reportado varios ensayos que correlacionan bien la velocidad de germinación con una mayor sobrevivencia en el campo y mayor crecimiento de las plántulas. Para los forestales la velocidad de crecimiento de las plantas es un factor de gran importancia, especialmente en las primeras etapas, donde se acentúa una severa competencia interespecífica. Por esta razón, Czabator, 1961, indica que tanto los autores de principio y mediados de siglo como los actuales

investigadores del vigor en semillas forestales, consideran la tasa o velocidad de germinación como el concepto más importante para cuantificar el vigor.

Czabator, 1962, desarrolló un valor compuesto de germinación como un índice de vigor relativo que combina la velocidad y el porcentaje de germinación. Esta expresión, conocida como "valor de germinación", es el producto de la germinación media (GDM) y el valor máximo (VM). Gurgel Filho y de Castro, 1965, en un estudio para evaluar la respuesta en vigor de ocho tratamientos aplicados a semillas de *Pinus elliottii* Eng., encontraron un valor de germinación de 14.26 para el tratamiento de inmersión de semillas en agua durante seis días y diferencias significativas al nivel del 1% con los siete tratamientos restantes. El segundo mejor tratamiento arrojó un valor de germinación de 5.82. Los autores consideran que este índice elimina las interpretaciones subjetivas de una prueba de germinación.

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZACION DE LA PROCEDENCIA

La recolección de la semilla se hizo en la ciudad de Medellín ubicada, aproximadamente, a 6.3° de latitud norte y 75.6° de longitud oeste; a una altura de 1.485 metros sobre el nivel del mar; temperatura media de 22°C y precipitación media anual de 1.500 mm.

Dentro de la ciudad se seleccionó una población de esta especie conformada por más de 30 individuos, ubicada en las zonas verdes de la unidad deportiva, alrededor del Estadio Atanasio Girardot.

2.2 MANIPULACION Y PREPARACION DE LA SEMILLA

Se consideró el inicio de la dehiscencia como el momento y estado de las vainas adecuado para la recolección, de tal manera que se hubiese alcanzado un grado de maduración adecuado en las semillas y se pudiese evitar la diseminación natural.

Para extraer las semillas de las vainas, éstas se sometieron a un proceso de secado natural bajo cubierta. Para acelerar el secado de aquellas y minimizar la rápida pérdida de viabilidad, se colocó la semilla en cámaras desecadoras con silica gel como sustancia higro-

cópica y se procedió a la determinación de contenido de humedad mediante monitoreo cada 24 horas hasta alcanzar los niveles prefijados para su almacenamiento.

En ningún caso se consiguió almacenar la semilla en los niveles matemáticamente prefijados. El punto de equilibrio de humedad de la semilla del roble en las condiciones medioambientales de Medellín oscila alrededor de 12% y en general es válido para un alto número de especies forestales. Esto implica que para contenidos de humedad altos se crea inestabilidad que dificulta alcanzar niveles matemáticos muy precisos. Por lo tanto, el nivel de humedad más alto optado fue de 24.5 - 28.4% para el nivel de almacenamiento.

El contenido de humedad se forzó en una cámara higroscópica fuertemente saturada a una fracción correspondiente a 15% de humedad artificial grados Celsius. Este método por ser más exacto y por ser más rápida y por ser más económica.

Como el nivel de humedad cercano a la cifra de 15% se optó por almacenar la semilla en un ambiente cercano al 15% a fin de evitar el ataque de hongos. El contenido de humedad de 14.7% para el nivel de almacenamiento.

Las semillas se almacenaron en doble bolsa de polietileno matemáticamente. Se agitaron para evitar el ataque de hongos.

Posteriormente se almacenaron a temperatura media de 4°C. Finalmente se efectuó el monitoreo cada 24 meses.

2.3 EVALUACION DE LA SEMILLA

Para la evaluación de la germinación de la semilla en pap...