

MEJORAMIENTO GENÉTICO Y SEMILLAS FORESTALES

BOLETÍN No. 24 Octubre-Diciembre 2000 PROSEFOR

Revista Forestal Centroamericana N° 32

Estudios de germinación en Jaúl y Cenízaro¹

Para estandarizar las prácticas de germinación es necesario mejorar la producción del vivero y proporcionar consistencia en las pruebas de semilla de los laboratorios.

Karen Lynne Esau

El conocimiento inadecuado de la biología de la semilla de especies forestales puede limitar la efectividad y consistencia de propagación y prácticas de manejo. Aunque la Asociación Internacional de Prueba de Semilla (ISTA) publica métodos de germinación estandarizados para muchas especies agrícolas, ornamentales y forestales, estos métodos no consideran la mayoría de las especies nativas de árboles de América Central. Los ensayos que incluyeron muchas de estas especies poco utilizadas están revelando gran potencial para utilizarlas en programas de reforestación a gran escala con mucho potencial (Butterfield y Espinoza, 1995). Metodologías de germinación desarrolladas para estas especies facilitarían su propagación, aumentando al máximo la germinación y asegurando una consistencia entre los laboratorios y los viveros.

Este estudio se realizó con dos especies: jaúl (*Alnus acuminata*, familia Betulaceae) y cenízaro (*Pithecellobium saman*, familia Mimosaceae). Los dos son considerados árboles multi-propósito que tienen una basta distribución a lo largo de América Latina. El jaúl se encuentra en zonas más frías con elevaciones de medias a altas, mientras que el cenízaro prefiere sitios de baja elevación, más calurosos y más secos.

El jaúl es una especie que crece en suelos buenos y es utilizado en sistemas agroforestales, produce madera para carpintería, construcción, producción de pulpa y papel, también es utilizado como medicinal (Poschen 1980 y Rojas *et al.* 1991). Sus semillas son pequeñas (0.65 mm a 1.34 mm en longitud) y aladas (CATIE 1997). Cenízaro tiene semillas más grandes (5-13 mm en longitud) con cubiertas duras que requieren escarificación. Su

¹ Traducido al español por Luis Meléndez, editor, CATIE.

valiosa madera se utiliza para muebles, armarios, artesanías y construcciones generales (SEFORVEN 1992; IRENA 1992), la especie fija nitrógeno y es un árbol de sombra muy popular. El principal objetivo de este estudio fue establecer un protocolo de germinación para ambas especies. Se investigaron tres factores que influyen en la germinación: temperatura, fotoperíodo y sustrato. La temperatura influye en la proporción de reacciones bioquímicas dentro de la semilla, el fotoperíodo o duración del día afecta germinación a través de un pigmento sensible a la luz, el fitocromo que está relacionado con la dormancia. Algunas semillas, conocidas como "semillas fotoblasticas", requieren luz para la germinación, mientras que, otras pueden ser negativamente fotoblasticas o inhibidas por la luz (Bewley y Black 1994). El tipo de sustrato determina la disponibilidad de oxígeno y agua de las semillas.

El desarrollo del protocolo de germinación involucra una serie de pruebas de germinación para determinar la temperatura óptima, el fotoperíodo y el sustrato para el jaúl y cenízaro.

Materiales y métodos

El proyecto se llevó a cabo en el Banco de Semilla Forestales del CATIE en Costa Rica. El sitio se localiza a 602 de altitud, tiene una media temperatura anual de 21,5°C y una humedad relativa del 87,5%.

Se estudiaron dos fuentes de la semilla de jaúl, el primero de Goicoechea, San José y el segundo de Prusia, Cartago. Las semillas de cenízaro fueron colectadas en Abangares, Guanacaste.

Protocolo de germinación

Las pruebas de germinación se realizaron utilizando un diseño factorial con cuatro temperaturas (24°C, 27°C, 30°C, 32°C), cuatro fotoperíodos (0, 8, 16, 24 horas de luz por día) y tres sustratos (papel, arena, y una mezcla de 1:1 de arena y suelo; la arena y el suelo fueron esterilizados con una solución de formalina. Cuatro repeticiones de 100 semillas cada una fueron usadas para la prueba, siguiendo las pautas de la Asociación Internacional de Prueba de semillas (ISTA 1996).

Las pruebas de germinación se realizaron en cá-

maras de germinación con temperatura controlada. Antes de sembrar, las semillas de cenízaro recibieron un tratamiento de escarificación mecánico para eliminar la dormancia de la semilla. Las semillas de jaúl no recibieron un tratamiento de pregerminación.

Los arbolitos fueron valorados cuando las radículas alcanzaron dos veces el tamaño de la semilla (Samaniego 1995). Tanto el porcentaje final de germinación como el valor de la germinación del jaúl fueron evaluados. La fórmula siguiente se usa para calcular valor de la germinación (GV):

$$GV = \frac{SDGS * (GP * 10)}{N}$$

GV = el valor de la germinación

DGS = velocidad de la germinación diaria calculada dividiendo el porcentaje de la germinación acumulada por el número de días desde el principio de la prueba

N = frecuencia o número de DGS que se calcula durante la prueba

GP = porcentaje de la germinación al final de la prueba

(Djavanshir y Pourbeik 1976)

Debido a una germinación muy rápida de la semilla escarificada de cenízaro se utilizó como medida de la velocidad de germinación una variable diferente; la fórmula anterior es sólo aplicable a especies con un porcentaje de velocidad de germinación diario menor a diez (Djavanshir y Pourbeik 1976). La variable usada fue el valor pico de la velocidad de germinación diaria, que es el porcentaje de germinación más alto calculado en relación con el tiempo transcurrido desde el inicio de la prueba, o más alto DGS (Czabator 1962).

Influencia del tamaño de la semilla en la germinación y crecimiento temprano

Las semillas de cenízaro fueron divididas en tres clases de tamaño basadas en longitud: pequeño (≤ 0.89 cm), medio ($0.90 \text{ cm} \leq \text{longitud} \leq 1.04 \text{ cm}$) y grande ($\geq 1.05 \text{ cm}$); el peso medio para la semilla en cada clase fue: 115 mg (pequeño), 169 mg (medio) y 233 mg (grande). Cuatro repeticiones de 100 semillas de cada clase fueron tratadas con los siguientes tratamientos pregerminativos:

1. 24 h en remojo de agua a temperatura ambiente (SEFORVEN 1992)
2. 60 segundos inmersión en agua hirviendo seguida por 24 h en remojo en agua a temperatura ambiente
3. 100 segundos inmersión en agua hirviendo seguida por 24 h en remojo en agua a temperatura ambiente
4. 140 segundos inmersión en agua hirviendo seguida por 24 h en remojo en agua a temperatura ambiente
5. 180 segundos inmersión en agua hirviendo seguida por 24 h en remojo en agua a temperatura ambiente
6. un corte pequeño a través de la testa en el extremo de la semilla opuesto el embrión
7. 75 minutos remojo con ácido sulfúrico al 95% seguido por un enjuague completo con agua

Una vez tratadas, las semillas fueron sembradas en arena esterilizada con una solución del formalina y puestas en una cámara de crecimiento a las 30°C con iluminación constante. La germinación se evaluó de la misma manera en cuanto al protocolo de germinación del experimento. El efecto del tamaño de semilla en el crecimiento inicial de arbolitos fue probado en un segundo experimento. Las plantas de cinco días de los tamaños fueron transplantados en bolsas de plástico con una mezcla de tierra, fertilizante 10-30-10 y arena, arreglados en un diseño de bloque completos al azar con cuatro repeticiones. Cada bloque tenía 25 árboles de cada clase de tamaño de semilla.

Se realizaron ocho mediciones cada quince días para un total de 60 días de evaluación. A los setenta días se realizó un análisis peso fresco y seco de los árboles.

Resultados y discusión

Protocolo de la germinación

Hubo diferencias altamente significativas ($P \leq 0,001$) para cada una de las tres variables (temperatura, substrato y fotoperíodo) en el porcentaje de germinación y en el valor de la germinación de las dos procedencias de jaúl. En el caso de cenízaro, se observaron sólo diferencias significativas para el substrato (% germinación y valor pico) y temperatura (valor pico).

Los porcentajes de germinación más altos para ambas procedencias de jaúl fueron observados a temperaturas entre 24 y 27°C (Figura 1). Las tendencias de la germinación, debido al efecto principal de la temperatura son claramente descritas por las funciones cuadráticas altamente significativas para ambas procedencias (Figura 1). También se observaron más altos valores de germinación entre 24 y 27°C.

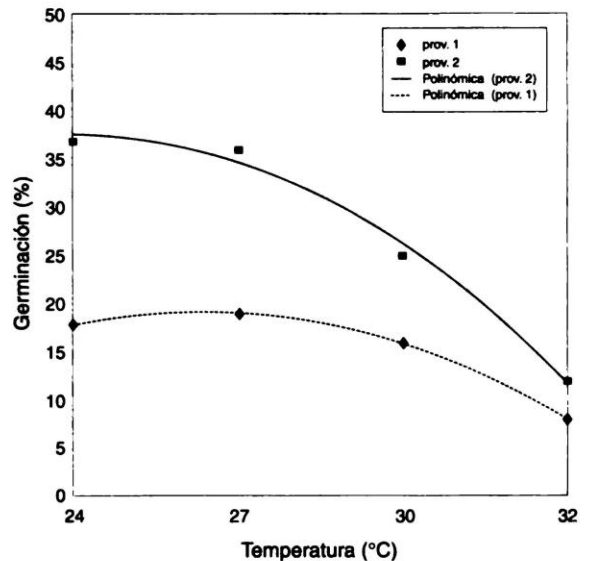


Figura 1. Porcentaje de germinación de dos procedencias del jaúl después de 12 días como respuesta al efecto principal de la temperatura (prov. 1: $y = -0.371x^2 + 19.571x + 238.836$, $R^2=0.979$; prov. 2: $y = -0.534x^2 + 26.853x + 299.667$, $R^2 = 0.999$).

Para las semillas cenízaro no hubo efecto significativo de temperatura, sin embargo, el promedio del porcentaje de germinación sobre el rango de temperaturas fue 93%. Sin embargo, la velocidad de germinación aumentó con la temperatura. El valor pico de la velocidad de la germinación diaria osciló para bajas temperaturas desde 15,5 a las 24°C y para altas desde 22,2 a 32°C.

El porcentaje de germinación y el valor de germinación de semillas de jaúl aumentaron con una mayor cantidad de horas de luz. Resultados para esta especie repuntan las 16 a 24 horas de luz por día (Figura 2). El efecto positivo de luz en la germinación de las semillas de jaúl indica que es una especie fotoblastica, en contraste con

el cenízaro en que no se observó ningún efecto significativo al fotoperíodo. El porcentaje promedio de germinación de semillas de cenízaro en el rango de fotoperíodo probado fue 93%. Considerando los sustratos como un efecto principal, el porcentaje de germinación y el valor de la germinación de semillas del jaúl fueron significativamente más altos en arena (procedencia uno: 17%; procedencia dos: 32%) y papel (procedencia uno: 17%; procedencia dos: 31%) que en la mezcla de arena-suelo (procedencia uno: 10%; procedencia dos: 21%).

En el caso de cenízaro, las pruebas de germinación utilizando papel fueron abandonadas debido a problemas de crecimiento de hongos. El porcentaje de germinación fue significativamente más alto en arena (95%) que en la mezcla arena:suelo (91%), aunque las diferencias fueron sólo de cuatro por ciento. El crecimiento del hongo fue mayor en el sustrato arena:suelo para ambas especies y permitió la infección secundaria de otros plantones.



Experimentación en vivero: crecimiento de cenízaro de semillas en tres tamaños. (Foto: Karen Castro).

Influencia de tamaño de la semilla en la germinación y el crecimiento inicial

De los siete métodos de escarificación utilizados para eliminar la dormancia de las semillas de cenízaro los más efectivos fueron la inmersión en ácido sulfúrico concentrado durante 75 minutos y cortando la cascara a mano (Figura 3). El primero de estos métodos es mucho menos laborioso, aunque una máquina de escarificación pudiera desarrollarse para aumentar la eficacia del escarificado mecánico.

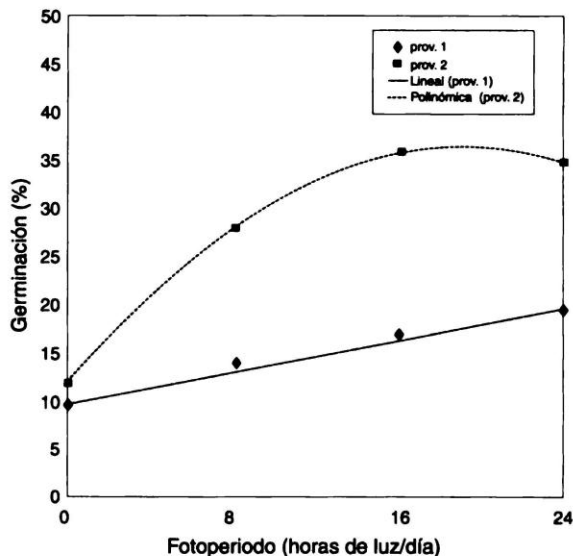


Figura 2. Porcentaje de germinación de dos procedencias del jaúl después de 12 días como respuesta al efecto principal del fotoperíodo (prov. 1: $y = 0.403x + 10,067$, $R^2 = 0.960$; proc. 2: $y = -0.067x^2 + 2.584x + 11,621$, $R^2 = 0.999$).

A pesar de que en general hubo un alto porcentaje de germinación registrada en las semillas pequeñas y medianas, este efecto se restringió a las semillas con tratamientos de agua caliente; es razonable pensar que este efecto estuvo relacionado con la madurez de la semilla o el espesor de la cubierta de la semilla posiblemente. Cuando se analizan solamente los dos tratamientos más eficaces (ácido sulfúrico y la técnica de cortar la cubierta) el tamaño de la semilla no fue significativo, indicando que las semillas de todos los tamaños tienen un poder germinativo similar. El ensayo del vivero reveló que las plantas más grandes provenían de semillas más grandes de cenízaro. En 60 días, el promedio de altura de los arbolitos fue de 11,7 14,4 y 15,1 cm para pequeñas, medianas y semillas grandes respectivamente (Figura 4). Los pesos frescos y secos de arbolitos aumentaron igualmente con tamaños de semilla mayores. El peso seco de arbolitos de semillas pequeñas promediaron 0,55 g/planta contra 0,83 g/planta para la mediana y 0,93 g/planta para la grande. A pesar de la aparente ventaja de arbolillos proveniente de semillas grandes, la tasa de crecimiento fue aproximadamente la misma para todos los tamaños, promediando a

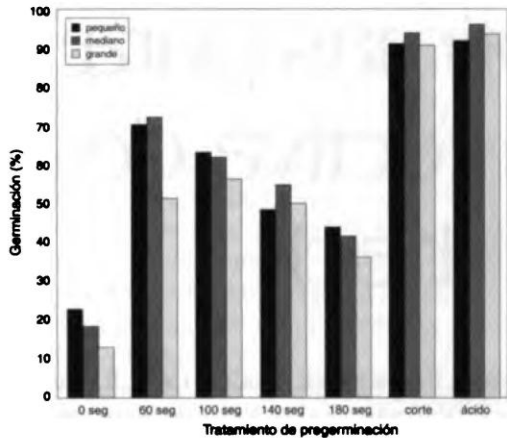


Figura 3. Respuesta de la germinación del cenízaro a los tratamientos de corte y del escarificado de semillas. Los segundos se refieren al H₂O a 100°C. El corte refiere a un tratamiento que implica un corte pequeño a la semilla en el extremo enfrente del embrión.

0,77 mm/día. Debido a este hecho, la ventaja del tamaño de los arbolillos provenientes de semillas grandes sería probablemente muy poca con el tiempo. Valdría la pena repetir este experimento bajo las condiciones del campo, debido a las ventajas de plantas de semillas grandes, pues deben competir por luz y nutrientes.

Otra consideración en este tipo de experimento es que cómo el tamaño de semilla varía entre árboles cosechados. Si algunos árboles constantemente producen semillas más pequeñas estas semillas se excluirían si se clasificaran según el tamaño. Si éste es el caso, sería más sabio abandonar este tipo de clasificación a favor de selecciones genotípicas y fenotípicas (Hellum 1976).

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados tienen aplicación práctica en laboratorios de semillas y viveros forestales. Se realizaron las siguientes observaciones: 1) los porcentajes de germinación más alta de jaúl ocurrieron en los substratos de arena y papel con una temperatura de 24 a 27°C y un fotoperíodo de 16 a 24 horas; 2) el porcentaje de germinación más alto de cenízaro se logró en el substrato de arena. No hubo un efecto significativo de la temperatura o fotoperíodo aunque la velocidad de germinación aumentó con temperaturas crecientes; 3) de varios tratamientos de

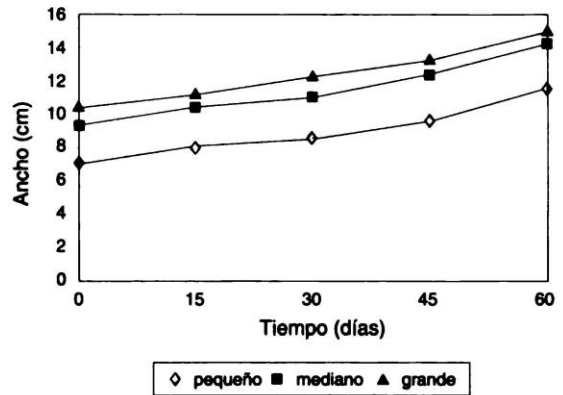


Figura 4. Crecimiento de las plantas de semillero del cenízaro a partir de tres tamaños de la semilla.

pregerminación utilizados para escarificar cenízaro, el ácido sulfúrico concentrado fue el más simple y eficaz; 4) bajo las condiciones de vivero, las semillas del cenízaro más grandes produjeron arbolillos más grandes que aquellos de semillas pequeñas. Sin embargo, la germinación y la tasa de crecimiento fueron iguales para todos los tamaños de semilla; probablemente esta ventaja sea despreciable en el largo plazo.

Karen L. Castro, M.Sc.

Canadá

8923-134 Ave.; Edmonton, AB, CANADA; T5G 1H3

Tel fax: (780)451-6591

E-mail: kmcastro@connect.ab.ca

Literatura citada

- Bewley, JD; Black, M. 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York. 445 p.
- CATIE. 1997. *Alnus acuminata* spp. *arguta* (Schlecht.) Farlow. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales No. 18, Octubre 1997. PROSEFOR. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Czabator, FJ. 1962. Germination Value: An Index Combining Speed and Completeness of Pine Seed Germination. *Forest Science* 8(4): 386-396.
- Djavanshir, K; Pourbeik, H. 1976. Germination Value - A New Formula. *Silvae Genetica* 25(2): 79-83.
- PROSEFOR, BSF, CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- IRENA Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales y del Ambiente. 1992. Especies para Reforestación. Cenízaro (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth.) Nota Técnica no. 12. Managua, Nicaragua.
- ISTA (International Seed Testing Association). 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. and Technol.* 24. Supplement. ISTA., Zurich, Switzerland. 335 p.
- Poschen, P. 1980. El jaúl con pasto. La Práctica de un sistema silvopastoril en Costa Rica. Programa de recursos naturales renovables. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 6 p.
- SEFORVEN (Servicio Autónomo Forestal Venezolano Dirección de Investigación Forestal División de Capacitación y Extensión Forestal). 1992. Autoecología de la especie: SAMAN. Cartilla no. 6:10.