

Energía y valor de germinación en las especies arbóreas genízaro (*Phitecellobium saman* (Jacq.) Benth.) y guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.)

Energy and value of germination of three species Genízaro (*Phitecellobium saman* (Jacq.) Benth.) and Guanacaste Negro (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) (Griseb.)

Sergio D. Suárez Montealegre¹, Dr. Benigno González-Rivas², Osmar G. Mendoza-Sánchez¹

¹ Ing. Forestal / ² Docente Investigador, Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad Nacional Agraria.
(Para correspondencia: benigno.gonzalez@ci.una.edu.ni)



RESUMEN

Este ensayo se realizó en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Nacional Agraria en Managua, Nicaragua. Semillas de genízaro (*Phitecellobium saman* (Jacq.) Benth.) y guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.,) se utilizaron para cuantificar el porcentaje, energía y valor de la germinación al aplicar tratamientos pre – germinativos de sumersión en agua a punto de ebullición, seguido en ambos casos por 24 horas de reposo en agua a temperatura ambiente, previo a la siembra. También se evaluó el corte en el extremo de la testa de la semilla donde se encuentra el micrópilo. Para estudiar la germinación se seleccionaron 400 semillas por especie divididas en cuatro bloques de 100, sembradas en bandejas almagueras de polietileno de 100 cavidades cada una. La duración del ensayo fue de 20 días con aplicaciones diarias de riego en las primeras horas de la mañana. El tratamiento pre germinativo que dio mejores resultados fue el rompimiento de la testa en el extremo donde se encuentra el micrópilo, con porcentaje de germinación superior a 90% y mayor valor y energías de germinación.
Palabras clave: semilla, germinación, sumersión, escarificación.

ABSTRACT

The study was conducted in the plan nursery of the Facultad de Recursos Naturales y del ambiente of the Universidad Nacional Agraria in Managua, Nicaragua. Genízaro seeds (*Phitecellobium saman* (Jacq.) Benth) and black Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.,) were used to quantify the percentage, energy and value of germination when applying pre - germinative treatments. Treatments consist of immersion of the seeds in water at boiling point, followed by 24 hours of rest in water at environmental temperature prior to planting, and cut at the end of the seed coat in the area of micropyle. To study the seed germination, 400 seed per species were used divided into four blocks of 100 seeds which were planted in polyethylene seedbeds trays with 100 cavities each. The study was established during 20 days, with daily applications of irrigation in the early hours of the morning. The pre germination treatment that worked best was breaking the seed coat at the extreme of the micropyle, with a percentage of above 90% and higher value and energy of germination.

PRODUCCIÓN DE PLANTAS

Un ensayo de germinación es la manipulación de semillas que en condiciones favorables de laboratorio, producen plantas vigorosas que se adaptarán eficientemente a las condiciones de terreno. En los ensayos de germinación, la manipulación de las semillas consiste en la aplicación de tratamientos y métodos para romper la latencia y lograr la imbibición de agua e intercambio de gases que hacen posible la renovación del crecimiento embrionario y la germinación (FAO, 1991).

La manera más confiable para evaluar la calidad de una colección de semillas es hacer germinar una muestra de la colección. Una prueba de germinación se puede hacer en envases, por ejemplo, macetas o latas usadas en los viveros, o en un simple disco de petri cubierto. Para los ensayos de germinación el medio utilizado debe asegurar adecuada aireación y suficiente, pero no excesiva, humedad a cada semilla. Es importante además que el medio sea estéril para prevenir daños por hongos (Folliott y Thames, 1983).

Los resultados de un ensayo de germinación pueden expresarse de diferentes maneras, incluyendo el porcentaje de germinación, la energía germinativa y el valor de la germinación.

El porcentaje de germinación, o el porcentaje real de todas las semillas de la muestra que han germinado durante las pruebas, es útil para comparar la calidad de las colecciones de semillas en los programas de ensayo y en las investigaciones. Normalmente, estos ensayos se realizan utilizando semillas puras las cuales se cuentan aleatoriamente en cuatro réplicas de 100 semillas cada una.

Una expresión de mayor valor es la energía germinativa, que se refiere al porcentaje de semilla que ha germinado durante una prueba hasta el momento en que la cantidad de semilla que germina por día ha llegado a su máximo. La cantidad de días requeridos para alcanzar este máximo es el período energético. Por lo general, las plántulas que se originan de las semillas que germinan dentro del período energético constituyen el stock de plantación de mejor calidad.

El valor de la germinación es un valor numérico dado a la germinación que ocurre dentro de un período energético. Ha sido propuesto para calcularse mediante los métodos de Czabator (1962) y el método de Djavanshir y Pourbeik (1976).

Las semillas de guanacaste negro (*Enterolobium cyclocarpum*) son grandes (800-2000 semillas por kg) y muy duras, con una cubierta muy gruesa. Estas son ortodoxas, por lo que se pueden almacenar bajo condiciones convencionales (<10% de humedad y < 4°C en envases herméticos), pero requieren pre tratamiento para germinar. La cubierta de la semilla se debe romper mediante un método mecánico, agua caliente o ácido sulfúrico (CATIE, 2003).

El mejor método es la escarificación manual, pero este es laborioso, solo para pequeños lotes. Para lotes mayores se sumerge la semilla por 30 se-

gundos en agua a punto de hervir, seguido por 24 horas en agua a temperatura ambiente (CATIE, 2003).

Según CATIE (2003), las semillas de genízaro (*Phytocellobium saman*) son grandes (4 400-7 900 semillas kg⁻¹) con una cubierta dura que requiere de pre tratamiento para dar una germinación uniforme. El método usual es verter agua hirviendo sobre las semillas (cinco veces el volumen de las mismas), dejándolas en esta agua por dos minutos, después escurrirlas y por último sumergirlas por una noche en agua fría. Alternativamente se puede cortar la cubierta de la semilla. Las semillas son ortodoxas y pueden mantenerse por varios años bajo condiciones de <10% humedad, 4°C y en contenedores herméticos.

Los resultados de un ensayo de germinación se usan para calcular la cantidad de semilla que debe sembrarse para obtener una cierta cantidad de plántulas. Sin embargo, debe recordarse que la cantidad real de plántulas sobrevivientes puede ser muy inferior a la que indica los ensayos de germinación, por las pérdidas debidas a condiciones desfavorables de clima, por roedores, pájaros, insectos y enfermedades (Folliott y Thames, 1983).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo cuantificar el porcentaje, energía y valor de la germinación de Guanacaste Negro y Genízaro mediante la aplicación de tratamientos pre germinativos de remojo y escarificación manual, y así generar información de manejo en programas de reproducción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio. El estudio fue realizado en la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 12 ½ Carretera Norte, Managua, Nicaragua. Esta zona se localiza en el litoral central del Pacífico entre las coordenadas geográficas 12°08' de latitud norte y 86°10' de longitud oeste (INETER 2002, citado por Gómez y Rojas, 2004).

Obtención de semillas y tratamientos. Se utilizaron semillas de genízaro adquiridas en una empresa de semillas forestales, a las que se les aplicó como tratamientos pre germinativo la sumersión en agua a punto de ebullición por dos minutos, seguido de reposo en agua a temperatura ambiente por 24 horas previas a la siembra, también se evaluó el corte con tijera del extremo de la testa de la semilla donde se encuentra el micrópilo.

Las semillas de guanacaste negro, fueron obtenidas de un árbol padre localizado en Managua y seleccionado bajo los criterios de calidad de fuste, vigorosidad, iluminación y daños. A estas semillas se les aplicó como tratamiento pre germinativo la sumersión en agua a punto de ebullición durante 30 segundos, seguido de reposo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas previo a la siembra, así como el corte con tijera del extremo de la testa de la semilla donde se encuentra el micrópilo.

PRODUCCIÓN DE PLANTAS

Mezclado de las semillas. Se utilizó el método manual para mezclar la semilla, para ello se extendió cada lote sobre una mesa y se mezcló concienzudamente antes de dividirlo en cuatro partes iguales las que luego fueron depositadas en cuatro recipientes.

La selección de las semillas que se dispondrían a sembrar en el vivero fue producto de su azarización una vez dispuestas en los cuatro recipientes, para lo cual se procedió a sacar una semilla a la vez hasta completar una muestra de 400 semillas de cada especie.

Sumersión y escarificación de las semillas. El tratamiento pre germinativo que se aplicó a las semillas de genízaro del lote denominado Árbol Padre (LAP), fue sumersión en agua a punto de ebullición durante dos minutos seguido de reposo en agua fría por 24 horas, previas a la siembra; así como ningún tratamiento pre germinativo a las semillas.

Para el caso del lote de semillas denominado Lote Semillas Lamber (LSL), el tratamiento pre germinativo fue sumersión en agua a punto de ebullición durante dos minutos seguido de reposo en agua fría por 24 horas, también se avaluó la eliminación con tijera del extremo de la testa donde se encuentra el micrópilo.

Para guanacaste negro los tratamientos pre germinativo fueron sumersión en agua a punto de ebullición durante 30 segundos seguido de reposo en agua fría durante 24 horas previas a la siembra, y eliminación con tijera del extremo de la testa donde se encuentra el micrópilo.

Germinación. Para efecto de la germinación se seleccionaron por especie 400 semillas divididas en cuatro bloques de 100 las cuales se sembraron en bandejas almacigueras de polietileno de 100 cavidades cada una. Las bandejas se dispusieron en invernadero durante veinte días en canteros a ras del suelo y se regaron diariamente con atomizador manual en las primeras horas de la mañana. La duración del ensayo fue de 20.

Sustrato. El sustrato consistió en una mezcla de arena y tierra común en una proporción 1:1. Para obtener partículas de tamaño uniforme estos elementos se removieron a través de una zaranda de 0.8 mm sobre una carretilla y se procedió a combinarlos.

Monitoreo. Para el recuento diario de germinación se utilizó una adaptación del formato de germinación y pureza propuesto en la guía para la manipulación de semillas forestales de la FAO (1991). El conteo se realizó en horas de la tarde de cada día. Cuando se lograba observar una buena germinación en cada cavidad, se eliminó la plántula para evitar recuento al día siguiente.

Variables y resultados esperados. Las variables evaluadas fueron porcentaje, energía y valor de la germinación. Para el procesamiento de los datos y obtención de

los resultados se utilizó la metodología propuesta por la FAO (1991), en la que se plantea la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de germinación} = \frac{\sum SG}{n} \times 100$$

Donde:

SG: Semillas germinadas por bloque

n: Número total de semillas en prueba

Energía de germinación. Este cálculo se determinó tomando la germinación acumulada en un periodo determinado de tiempo (5^{to} y 10^{mo} día) para ello se dividió la germinación acumulada hasta dicho día entre el total de las semillas utilizadas para la prueba, obteniéndose así un porcentaje de germinación en un tiempo determinado.

$$\text{Energía de germinación} = \frac{GA}{n} \times 100$$

Donde:

GA: Germinación acumulada

n: Número total de semillas en prueba

Valor de la germinación. Este valor se calculó a través del método de Czabator (1962) y el método de Djavanshir y Pourbeik (1976).

Según el método de Czabator:

$$VG = VeGD \text{ final} \times \text{Valor máximo de VeGD}$$

Donde:

VeGD = Velocidad de germinación diaria

Para aplicar el método de Djavanshir y Pourbeik:

$$VG = \sum VeGD / N \text{ final} \times \frac{\%GA \text{ final}}{10}$$

Donde:

VeGD = Velocidad de germinación diaria

N = Número de recuentos diarios, empezando a

contar a partir de la fecha de la primera germinación

%GA = Porcentaje de germinación acumulado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentajes de germinación por especies. Guanacaste negro presentó una germinación de 13.25% aplicándose tratamiento pre germinativo de sumersión, con intervalo de germinación entre el segundo y el décimo tercer día de conteo.

Hernández de Bernal *et al.*, 2010, plantean que para guanacaste negro la inmersión en agua caliente fue menos eficiente para estimular la emergencia de las semillas, registrando 54.5% de germinación con inmersión de un minuto y 63.5% con un tiempo de inmersión de tres minutos.

PRODUCCIÓN DE PLANTAS

En este estudio el tratamiento de sumersión presentó un porcentaje de germinación bajo para esta especie (13.3%), por lo que se podría mejorar la emergencia de las semillas incrementando el tiempo de sumersión.

En el caso del tratamiento pre germinativo de rompimiento, guanacaste negro registró un porcentaje de germinación de 97.5%, con intervalo de germinación entre el cuarto día, terminando al décimo tercer día de conteo.

Según (Robbins 1982; citado por FAO 1991), el método físico de cortar, perforar o abrir un pequeño orificio en la cubierta de cada semilla antes de sembrarla, ha dado buenos resultados en géneros como *Acacia*, *Prosopis* y *Enterolobium* al igual que otras leguminosas en Honduras.

Para esta especie la germinación en condiciones normales es muy tardada debido a su testa dura. Con escarificación se logra la germinación en un lapso de 14 a 20 días, con un tiempo promedio de 17 días (IRENA, 1993).

El lote de semillas de genízaro, reflejó un porcentaje de germinación de 84% al aplicar tratamiento pre germinativo de sumersión. La germinación inició al cuarto día y se extendió hasta el décimo tercer día de conteo.

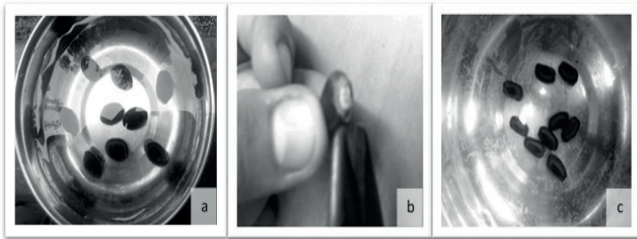


Figura 1. Tratamiento de sumersión y rompimiento en semillas de guanacaste negro a) y b); y sumersión de semillas de genízaro c).

Toral y González (1998) utilizaron un tratamiento pre germinativo similar, al sumergir las semillas de genízaro en agua a 80°C durante dos minutos; esto permitió alcanzar un porcentaje mayor de germinación (54%) en comparación y las semillas sin tratamiento (28.56%) durante 21 días de observación. En términos porcentuales esto representa una diferencia 42.5.

A las semillas de este mismo lote, aplicando tratamiento pre germinativo de rompimiento se logró un porcentaje de germinación de 92.74%. La germinación se inició al primer día y se extendió hasta el séptimo día de conteo.

El uso de tratamientos fisiológicos para mejorar la germinación incrementan, aceleran y sincronizan la germinación de las semillas y a su vez permiten el intercambio de agua y gases a través de las cubiertas duras y cutinizadas como la de las semillas de genízaro (Sánchez *et al.*, 2005; citado por Gómez *et al.*, 2004).

Energía de germinación por especie. La energía germinativa es una medida de la velocidad de la germinación, y por ello se supone que también lo es del vigor de la semilla y del

germen que produce. El interés por la energía germinativa se basa en la teoría de que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor en las condiciones favorables del laboratorio, serán capaces de producir plántulas vigorosas en las condiciones que existen sobre el terreno, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales (Aldhous 1972; citado por FAO, 1991).

La energía de germinación para guanacaste negro fue de 8.75% y 12% al quinto y décimo día, respectivamente, considerando como tratamiento pre germinativo la sumersión.

Según Borrajo (2006), la energía germinativa es un parámetro muy útil que nos da una idea de la cantidad de semilla que rápidamente emergerá en el campo, minimizando las pérdidas de semilla por depredadores. Ante esto, 8.75% de energía germinativa representaría 35 semillas germinadas en un medio determinado y 12% representaría 48 semillas germinadas.

La energía germinativa para guanacaste negro fue de 36.75% al quinto día y de 93% al décimo día, datos que presuponen una emergencia en campo alrededor de 147 y 372 semillas en cada periodo de energía tomando en cuenta como tratamiento pre germinativo de la semilla el rompimiento.

Con genízaro, se obtuvo una energía de germinación de 16% y 49% al quinto y décimo día de observación, respectivamente. Estos valores representarían 64 y 196 semillas germinadas en un determinado medio aplicando como tratamiento pregerminativo la sumersión.

Al aplicar tratamiento de rompimiento, se obtuvo una energía de germinación equivalente al 82% y 0% al quinto y décimo día, respectivamente. Este único porcentaje representaría 328 semillas germinadas en un medio determinado y respalda la efectividad del tratamiento ya que no fue posible determinar la energía al décimo día debido a la emergencia total de las semillas antes de este periodo de tiempo.

Valores de germinación por especies. El concepto de valor de germinación, tiene por finalidad combinar en una sola cifra una expresión de la germinación total al término del período de ensayo y una expresión de la energía o velocidad de germinación (Czabator 1962; citado por FAO 1991).

Este concepto ha sido propuesto para calcularse mediante formulas por Czabator (1962) y Djavanshir y Pourbeik (1976).

El valor de la germinación es un parámetro que está ligado a la velocidad de germinación que es influenciada por los tratamientos pre germinativos aplicados a las semillas. Cuanto mayor sea la energía de germinación de un lote determinado de semillas, mayor es el valor de la germinación. En los ensayos realizados el valor de la germinación es adimensional.

En el caso de guanacaste negro, con tratamiento pre germinativo a la semilla de sumersión, se produjo un valor de germinación según el método de Czabator de 1.76 y según el método de Djavanshir y Pourbeik de 1.63.

PRODUCCIÓN DE PLANTAS

Al aplicar ambos métodos, el valor de la germinación resulta en un valor muy bajo al prolongarse la germinación en el periodo del ensayo y encontrarse valores bajos de velocidad de germinación.

En el caso del tratamiento pregerminativo de rompimiento guanacaste negro refleja un valor de germinación de 92 según método de Czabator y de 85 según el método de Djavanshir y Pourbeik

Para genízaro, se determinó el valor de la germinación en 41 bajo el método de Czabator y en 38 bajo el método de Djavanshir y Pourbeik con tratamiento de sumersión.

En el segundo caso, el valor de la germinación se vió reflejado en 356.83 bajo el método de Czabator y en 182.65

bajo el método de Djavanshir y Pourbeik al aplicar tratamiento de rompimiento.

CONCLUSIONES

Los tratamientos pre germinativos en las semillas de genízaro y guanacaste negro influyen directamente en el parámetro energía de germinación, el cual incrementa notablemente el valor de dicha germinación.

El tratamiento pre germinativo que produjo los mayores porcentajes y energías de germinación de las semillas de genízaro y guanacaste negro fue el rompimiento del extremo de la testa donde se encuentra el micrópilo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borrajo, C. 2006. Importancia de la calidad de semillas. Reconquista, Argentina. 8 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2003. Árboles de Centroamérica. Turrialba. 1079 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. (en línea). Consultado 4 mar. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/AD232S/AD232S00.HTM>
- Folliott, P; Thames, J. 1983. Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina. Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, US. (en línea). Consultado 25 oct. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/006/Q2180S/Q2180S12.htm>
- García, A; Lasa, J. 1991. Ensayos de vigor de nascencia: revisión bibliográfica. Zaragoza, ES. 62 p.
- Gómez, E; Rojas, F. 2004. Comportamiento de la germinación, incremento y sobrevivencia de tres especies forestales, con tres tipos de substratos a nivel de vivero y laboratorio en la Universidad Nacional Agraria, 2004. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 51 p.
- Hernández de Bernal, N; Tizado, C; Him de Freitas, Y; Díaz, J, Torrealba, E; Rodríguez, Z. 2010. Evaluación de tratamientos pre germinativos para estimular la emergencia de cuatro especies forrajeras arbóreas. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). (28)1:536-546.
- IRENA (Instituto de Recursos Naturales, NI). 1993. Nota Técnica No. 9. *Samanea saman* (Jacq.) Merr. Managua, Nicaragua. 2 p.
- Toral, O; González, Y. 1998. Efecto del agua caliente en la germinación de diez especies arbóreas, pastos y forrajes 22(2):55-58.