

GERMINACIÓN DE SEMILLA DE FRIJOLILLO, *Rhynchosia minima* (L.) DC., LUEGO DE SOMETERLA A TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Alberto Madueño-Molina¹, Diego García-Paredes¹, Jesús Martínez-Hernández², Candelario Rubio-Torres¹, Ana Navarrete-Valencia¹ y José Bojórquez-Serrano¹

RESUMEN

Este estudio se realizó con el propósito de evaluar la germinación de semillas de frijolillo, *Rhynchosia minima* (L.) DC., sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos. Se condujeron tres experimentos, en los que se estudiaron los siguientes tratamientos: escarificación con ácido sulfúrico concentrado, con tiempos de inmersión de 0, 15, 30, 45 ó 60 minutos; calentamiento de la semilla a 60, 70, 80, 90 ó 100 °C, durante 5 ó 10 minutos; y calentamiento a 70 ó 80 °C durante 5, 10, 15, 20, 25 ó 30 minutos, además del testigo. También se evaluó la exposición de las semillas a una temperatura fija de 70 °C durante 5 horas. De las técnicas de escarificación evaluadas, el uso de ácido sulfúrico concentrado, durante 30 minutos, y el calentamiento en estufa a 70 °C, durante 5 horas, resultaron con el mayor porcentaje de germinación.

Palabras claves adicionales: Leguminosas forrajeras, tratamiento de semillas, técnicas de escarificación

ABSTRACT

Seed germination of wild Bean, *Rhynchosia minima* (L.) DC., under different seed treatments

This study was carried out to evaluate the process of germination of frijolillo, *Rhynchosia minima* (L.) DC., through the use of seed scarification and heat exposure. Three experiments were performed and the following seed treatments evaluated: scarification with concentrated sulfuric acid, with soaking time of 0, 15, 30, 45, or 60 minutes; heat exposure at 60, 70, 80, 90 or 100 °C for 5 or 10 minutes; and heat exposure at 70 or 80 °C for 5, 10, 15, 20, 25, or 30 minutes. A control with no heating was included. Additionally, the seeds were exposed to a fixed temperature at 70 °C for 5 hours. It was found that the use of concentrated sulfuric acid for 30 minutes, and the heat treatment at 70 °C for 5 hours promoted the highest germination percentage.

Additional key words: forage legumes, seed treatments, scarification techniques

INTRODUCCIÓN

El frijolillo (*Rhynchosia minima* (L.) DC) es una especie que se encuentra distribuida, de manera natural, en la Llanura Costera de Nayarit, en el occidente de México. En esta zona es utilizado por el ganado como forraje verde disponible durante el estiaje, aun en suelos donde es apreciable la salinidad durante esta época.

La planta, perteneciente a la familia de las leguminosas, subfamilia Papilionoideae, es una especie rastrera, herbácea, de crecimiento indeterminado cuyas guías pueden medir hasta 5 metros de longitud. El fruto es una vaina que

contiene dos semillas reniformes de color pardo oscuro a negro moteado, de 3 a 4 mm de longitud por 2 a 3 mm de ancho.

La germinación de la semilla comprende una serie de procesos que comienza con la imbibición de agua y culmina con la emergencia de la plántula a través de las cubiertas (Azcón-Bieto y Talón, 1993). Según Moreno (1996) la germinación se define como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Muchas semillas de leguminosas presentan el

Recibido: Abril 7, 2006

Aceptado: Agosto 21, 2006

¹ Facultad de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. México. e-mail: juandieg@nayar.uan.mx

² Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados. Montecillos. México

fenómeno de latencia o letargo, el cual puede deberse a condiciones tales como presencia de una testa dura que el embrión no puede romper, testa impermeable que impide la entrada del agua y del aire al embrión, embrión rudimentario o no totalmente formado, y embrión fisiológicamente inmaduro o presencia de inhibidores en la testa o en el endospermo que impiden el desarrollo inicial del embrión (Moreno, 1996).

Cuando la latencia se debe a condiciones de la testa, el letargo termina en el momento en que ésta se agrieta o debilita por acciones mecánicas o químicas (escarificación) o por efecto del ambiente (acción física). Este caso es característico de un gran número de familias de plantas, en las cuales la testa y en ocasiones secciones endurecidas de otras cubiertas de la semilla son impermeables (Hartman y Kester, 2001). Las semillas duras se encuentran, principalmente, en las leguminosas herbáceas, como es el caso particular del frijolillo. La dureza de las semillas está influida, en parte, por las condiciones ambientales existentes durante la maduración, como son los ambientes cálidos y secos, situación común durante el período de estiaje. La impermeabilidad de la testa se produce porque en la superficie exterior se forma una capa gruesa revestida de sustancias cerosas y tejido esclerenquimático (Rolston, 1978).

Debido al potencial forrajero que representa esta especie silvestre para la ganadería de la región, es importante conocer la capacidad de germinación de la semilla. Las pruebas preliminares registraron porcentajes muy bajos, por lo que fue necesario diseñar una serie de ensayos con tratamientos potentes, enfocados a acelerar los procesos de germinación que permitan producir plántulas uniformes en edad. De esta manera, el objetivo del presente trabajo fue el de evaluar la germinación del frijolillo sometido a diferentes métodos de tratamiento pregerminativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Tecnología de Semillas de la Facultad de Agricultura, de la Universidad Autónoma de Nayarit, en el occidente de México. Se realizaron tres experimentos para evaluar el efecto de la escarificación física y química sobre la germinación de las semillas de

frijolillo, *R. minima*. En cada uno de los ensayos se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones y se evaluaron 100 semillas de frijolillo por caja de Petri, utilizando una caja por repetición, las cuales se depositaron en una cámara de germinación a 25 °C. Se consideró como semilla germinada cuando la radícula alcanzaba una longitud aproximada de 2 mm. Las semillas germinadas se cuantificaron diariamente durante un período de siete días. Los tratamientos pregerminativos utilizados se desarrollaron de acuerdo con las recomendaciones de Moreno (1996).

Experimento 1. Escarificación química con ácido sulfúrico concentrado

En este ensayo las semillas se escarificaron por inmersión en ácido sulfúrico concentrado, durante 0, 15, 30, 45 y 60 minutos; posteriormente, se lavaron con agua potable, para eliminar el ácido, lo cual se verificó midiendo el pH con un potenciómetro; luego se secaron con papel absorbente, se depositaron en papel filtro saturado con agua destilada y fueron llevadas a la cámara de germinación.

Experimento 2. Calentamiento en estufa con diferentes temperaturas

Las semillas se colocaron en recipientes de papel aluminio y se introdujeron en una estufa de secado. Las semillas se calentaron a 60, 70, 80, 90 y 100 °C, durante 5 y 10 minutos, originando diez combinaciones de tratamientos, más el testigo (semilla sin calentar). Las pruebas de germinación fueron realizadas una vez que las semillas se enfriaron a la temperatura ambiente.

Experimento 3. Calentamiento en estufa durante diferentes tiempos

Las semillas se colocaron en estufa durante 5, 10, 15, 20, 25 ó 30 minutos y se probaron dos temperaturas diferentes (70 y 80 °C), por lo que las combinaciones generaron un total de 12 tratamientos, más el testigo. Las pruebas de germinación se realizaron como en los casos anteriores. En este experimento, adicionalmente, se evaluó la pérdida de humedad de la semilla. En una segunda prueba, se evaluó la germinación en semillas expuestas a una temperatura de 70 °C durante 5 horas.

Los resultados de cada experimento fueron

analizados mediante cálculos de regresión o análisis de varianza y comparación de medias según la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Escarificación química con ácido sulfúrico concentrado

Se detectaron diferencias significativas entre los tiempos de inmersión en ácido sulfúrico concentrado, con un coeficiente de variación de 5,4 %. El porcentaje de germinación, a los siete días desde la siembra, osciló entre 14,0 y 99,2% (Cuadro 1).

Cuadro 1. Germinación de semilla escarificada con ácido sulfúrico concentrado en diferentes tiempos de inmersión

Tiempo de inmersión	Germinación (%)
Testigo	14,0 c
15 minutos	78,0 b
30 minutos	99,2 a
45 minutos	99,0 a
60 minutos	99,0 a
C.V.	5,4%

Medias con letras iguales son similares entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,01$)

El porcentaje de germinación fue en aumento al pasar desde cero (testigo) hasta 30 minutos de inmersión. La comparación de medias agrupó a los tratamientos de 30, 45 y 60 minutos como estadísticamente iguales y superiores al resto. Sin embargo, en los tiempos de 45 y 60 minutos de inmersión, el ácido sulfúrico consumió prácticamente toda la epidermis, lo que provocó que los cotiledones de algunas semillas quedaran expuestos, incluso con algunas quemaduras. En consecuencia, al usar este ácido con fines de escarificación, el tiempo máximo de inmersión no debería superar los 30 minutos. El comportamiento general de la germinación con respecto al tiempo de inmersión representó una tendencia de tipo cuadrática ($R^2=0,97$) donde el 100% de germinación se alcanzó a los 31 minutos, y la misma comenzó a disminuir a partir de los 55 minutos (Figura 1).

El efecto del ácido sulfúrico concentrado sobre la germinación ya ha sido reportado por diversos autores. Por ejemplo, D'Aubeterre et al. (2002),

encontraron que mejoró la germinación de semillas del género *Prosopis* escarificadas por 5 ó 10 minutos. También Fariñas et al. (1997) obtuvieron el mayor porcentaje de germinación en semillas de dos especies de *Centrosema*, escarificadas durante 10 minutos, y Pérez (1987) reportó similares resultados en semillas de kudzu tropical, *Pueraria phaseoloides* Benth.

Se observó que el tiempo de inmersión afectó la velocidad de germinación, ya que con 45 y 60 minutos la germinación máxima se alcanzó a los dos días, con 30 minutos a los cuatro días, y con 15 minutos y en el testigo se alcanzaron 78 y 14 % de germinación, respectivamente, a los siete días.

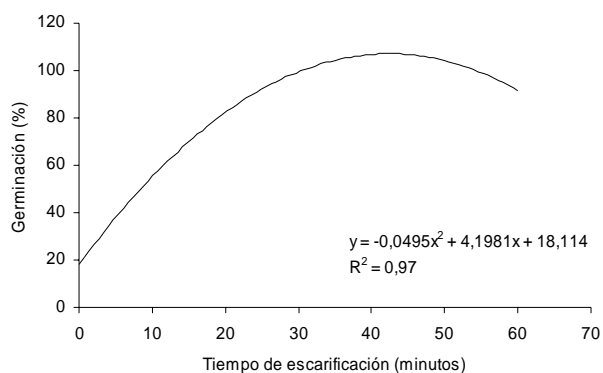


Figura 1. Efecto del tiempo de escarificación con ácido sulfúrico concentrado sobre la germinación de semilla de frijolillo

Calentamiento en estufa con diferentes temperaturas

Hubo diferencias significativas entre las temperaturas y su interacción con el tiempo, aunque no se detectaron diferencias entre los tiempos de 5 y 10 minutos de exposición.

La escarificación con calor seco mejoró la germinación de las semillas de frijolillo, obteniéndose la mayor respuesta con el calentamiento a 90 °C (Figura 2) mientras que el tratamiento a 100 °C produjo los porcentajes más bajos, posiblemente debido a daños en el embrión por efecto de las altas temperaturas. El mayor porcentaje de germinación obtenido fue de 75 %. La relación entre el porcentaje de germinación y la temperatura presentó una tendencia cúbica independientemente del tiempo de exposición: se incrementó gradualmente a partir de las menores temperaturas y alcanzó su punto de inflexión en

90 °C. Se detectó una interacción con el tiempo, la cual se refleja en el desfase observado entre las curvas de 5 y 10 minutos (Figura 2).

La temperatura y el tiempo de exposición adecuados varían en función de la especie de leguminosa. Villalobos et al. (1987) evaluaron el calentamiento en seco de semillas de kudzú y encontraron la máxima germinación (50 %) en exposiciones de un minuto a 70 °C, mientras que en el testigo encontraron 32%. Por su parte, Doran et al. (1983) mencionan que el calor seco aplicado a semillas de *Acacia sp.* fue menos eficaz en comparación con tratamientos de agua caliente, y agregan que con temperaturas muy altas (155 °C durante 15 a 20 segundos) se puede mejorar la germinación en algunas leguminosas.

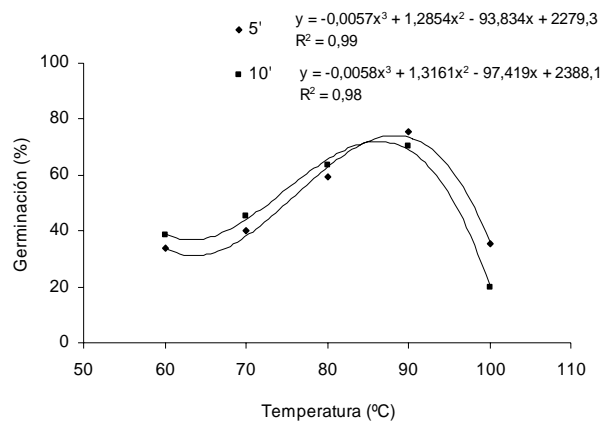


Figura 2. Germinación de semillas de frijolillo expuestas a diferentes temperaturas durante 5 y 10 minutos

Calentamiento en estufa durante diferentes tiempos

Se determinaron diferencias significativas entre temperaturas, tiempos de calentamiento y su interacción. El porcentaje de germinación osciló entre 16,0 y 83,5 (Figura 3).

La comparación de medias agrupó a las interacciones de 30 minutos a 70 °C y 20 minutos a 80 °C como estadísticamente iguales y superiores a las demás combinaciones (Cuadro 2).

Con la temperatura de 70 °C, el porcentaje de germinación se incrementó en forma lineal ($R^2 = 0,92$) respecto al tiempo, mientras que cuando la temperatura fue de 80 °C, la germinación mostró una tendencia cuadrática, con su punto de inflexión a partir de los 18 minutos de calentamiento (Figura 3). Se observa que el

porcentaje de germinación de las semillas de frijolillo está en función del grado de calentamiento y del tiempo de exposición.

Cuadro 2. Porcentaje de germinación de semillas sometidas a diferentes temperaturas y tiempos de exposición

Tiempo (minutos)	Temperatura	
	70 °C	80 °C
5	36,25 e	56,50 c
10	45,25 d	65,50 c
15	49,50 cd	74,25 b
20	53,75 c	83,50 a
25	65,25 b	50,50 d
30	80,75 a	35,00 e

Medias con letras iguales son similares entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

En la misma figura se observa la pérdida de humedad de la semilla, por efecto de su exposición a altas temperaturas, la cual mostró una tendencia lineal a través del tiempo, oscilando de 4,7 a 17,0%, sin que esto causara la muerte del embrión, lo cual podría explicar la tolerancia de esta especie a la exposición a altas temperaturas.

En el ensayo en que se calentó la semilla a 70 °C durante 5 horas se obtuvo una germinación de 100% en un período de 5 días (Figura 4). Este resultado es comparable al alcanzado en la escarificación con ácido sulfúrico concentrado, y ratifica la alta tolerancia de estas semillas a las temperaturas elevadas por considerable tiempo.

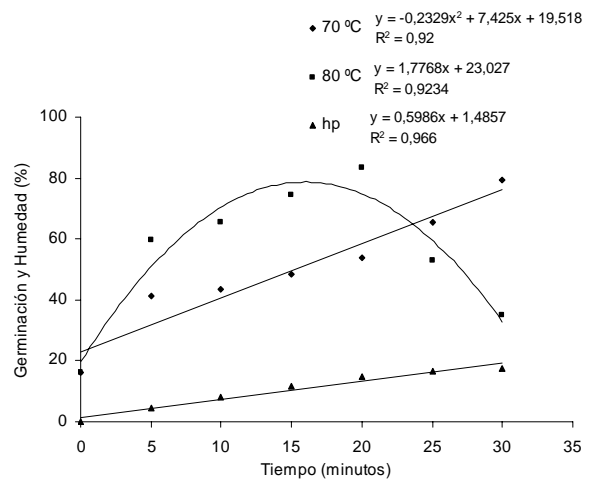


Figura 3. Germinación y pérdida de humedad (hp) de semillas de frijolillo después de su escarificación a 70 y 80 °C en estufa durante diferentes tiempos

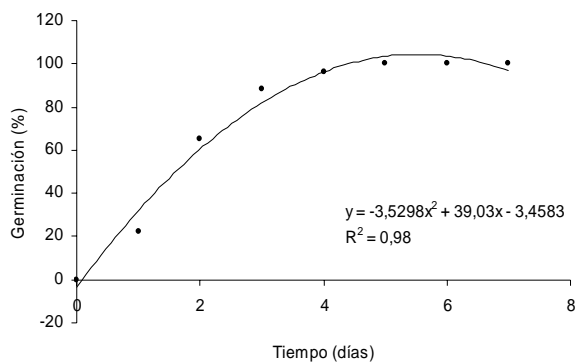


Figura 4. Germinación de semilla de frijolillo tratada con calentamiento a 70 °C durante 5 horas

CONCLUSIONES

La escarificación con ácido sulfúrico concentrado durante 30 minutos y el tratamiento pregerminativo con calor a 70 °C durante 5 horas fueron los métodos que promovieron el mayor porcentaje de germinación en semilla de frijolillo.

El tratamiento de calentamiento en estufa permitió observar la tolerancia del embrión de frijolillo a altas temperaturas durante períodos prolongados.

LITERATURA CITADA

1. Azcón-Bieto, J. y M. Talón. 1993. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid.
2. D'Aubeterre, R., J. Principal y J. García. 2002.

Efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de tres especies del género *Prosopis*. Revista Científica 12: 575-577.

3. Doran, J.C., D.J. Boland, J.W. Turnbull y B.V. Jun. 1983. Manual sobre las semillas de acacias de zonas secas. FAO. Roma. 122 p.
4. Fariñas, M.J., V.D. Sanabria y R. Silva-Acuña. 1997. Escarificación química de semillas de tres especies de *Centrosema* para sabanas bien drenadas. Zootecnia Tropical 15:221-237.
5. Hartman, H.T. y D.E. Kester. 2001. Propagación de plantas: principios y prácticas. 8ª reimpresión. Compañía Editorial Continental. México, D.F.
6. Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
7. Pérez, A. 1987. Efectos de tratamientos químicos y físicos en la germinación de kudzu tropical *Pueraria phaseoloides* Benth. Revista Científica UNET 1 (1): s/p.
8. Rolston, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. Bot. Rev. 44:365-396.
9. Villalobos, E., J. Flores y A. Francesa. 1987. Un procedimiento para escarificar semilla de kudzu *Pueraria phaseoloides*. Agronomía Costarricense 11:251-253.