

Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.

Y. Sánchez-Paz y M. Ramírez-Villalobos¹

Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Estado Zulia.
Maracaibo, Venezuela. Apartado 15205. ZU4005

Resumen

La leucaena y el cují son especies forrajeras que tienen gran importancia en la alimentación animal. Se evaluó el efecto de tratamientos pregerminativos en la germinación y las características morfológicas de ambas especies. En leucaena, las semillas se trataron por 10 min en agua caliente (80°C), dos horas de remojo en agua (25°C), escarificación con lija # 80 por 20 y 40 min, y un testigo. En cují, se sembraron semillas con o sin el artejo con 21 días de almacenamiento o frescas. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. Cada cuatro días se registró el porcentaje de germinación (PG) y la tasa de germinación (TG) y a los 32 días el número de hojas (NH), altura de la plántula (AP), longitud de la raíz (LR), diámetro de la raíz (DR) y del tallo (DT). La germinación se inició al cuarto día y fue constante a partir de los 20 días en leucaena y a los 16 en cují. En leucaena, el tratamiento con agua caliente (80°C) por 10 min fue el mejor, 91,5% de germinación. La TG varió de 12,82 a 14,88 días. Se encontró correlación positiva ($P < 0,01$) en AP, LR, DR, DT y NH, a excepción de DR con AP y LR. En cují, la siembra de semillas frescas con el artejo mostró el máximo PG (29%). La TG fluctuó entre 7,43 y 10,01 días. Se encontró relación positiva en la AP con LR y NH, de la LR con el NH y del DR con DT. Los tratamientos pregerminativos incrementaron la germinación en semillas de leucaena y cují.

Palabras clave: germinación, características morfológicas, plántulas, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*.

Introducción

Las leguminosas se encuentran ampliamente distribuidas en todo el mundo y juegan un papel muy importante en la agricultura y en la fertili-

zación de los suelos (4). Las plantas forrajeras *Albizia lebeck*, *Albizia samar*, *Cassia grandis*, *Erythrina indica*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis*

Recibido el 24-9-2002 • Aceptado el 10-7-2005

¹Autor de correspondencia email: mcramire@cantv.net; dramirez@luz.edu.ve

juliflora, han tomado auge dentro de los sistemas de producción, especialmente las arbustivas, debido a su gran diversidad, control de erosión, reforestación, producción de madera y derivados, como árbol de sombra, fertilización orgánica, como alimento para aves y cultivo de cobertura. Tienen gran habilidad para fijar nitrógeno del aire, y son una fuente altamente productiva y de excelente calidad alimenticia para el ganado (25). Además, representan una alternativa dentro de los géneros, especies y ecotipos que garantizan un mejoramiento biológico y ecológico exitoso de los suelos de América tropical (19, 31).

La escasez y elevados precios de los concentrados, especialmente los que poseen contenidos proteicos altos han generado la necesidad de buscar otras alternativas para la suplementación de los alimentos en el trópico (6). Los árboles y arbustos han suministrado alimento a los animales criados por el hombre probablemente desde su domesticación (29), por lo cual pueden ser considerados como alternativa.

La *L. leucocephala* (Lam.) de Wit. pertenece a la familia Mimosaceae (21). Es originaria de México, y se ha propagado por todos los trópicos del nuevo y viejo mundo, naturalizado en la mayor parte de los países tropicales. Es un árbol grande, que puede alcanzar hasta los 15 m de altura, aunque por lo general, no es más que un arbusto de 3 m o menos (32, 36). Su capacidad de adaptación le permite desarrollarse desde el nivel del mar (21), en zonas donde ocurren precipitaciones de 760 mm;

prefiere los suelos neutros con adecuado contenido de Ca y pH mayor a 5,5; aunque también se adapta a suelos arcillosos, pesados y salinos (25).

La leucaena posee alto valor nutritivo, conformado por 25,9% de proteína cruda, 22,4% de proteína verdadera, 75,9% de digestibilidad de la materia orgánica, 2,4% de calcio, 0,23% de fósforo, entre otros (28). Adicionalmente, tiene buen rendimiento de materia seca, y composición bromatológica aceptable. Esta leguminosa con 10 y 12 kg.ha⁻¹ de semillas ha logrado una producción que fluctúa entre 7 y 14 ton.ha⁻¹.año⁻¹ sin riego, y entre 12 y 19 ton.ha⁻¹.año⁻¹ de materia seca con irrigación (24). Las regiones áridas y semiáridas cubren aproximadamente un tercio de la superficie de la tierra, en las cuales habita aproximadamente 15% de la población mundial. Sin embargo, en estas regiones la producción está restringida por la limitada humedad y/o falta de recursos naturales. Las especies del género *Prosopis*, juegan un papel muy importante, ya que actúan como estabilizadores del ambiente, además brindan gran variedad de productos útiles que pueden mejorar la calidad de vida de las poblaciones rurales (8).

P. juliflora (Sw.) DC., Mimosaceae, es originaria de la costa caribeña de Colombia y Venezuela e islas adyacentes (27) y esta mundialmente distribuida en varias regiones de África, Asia y América. Es una planta perenne, arbórea, de hábito de crecimiento variado, de altura comprendida entre 2 a 12 m; representa una importante fuente de alimenta-

ción para el ganado, y el ser humano. El valor nutricional es de 12,4% de proteína cruda, 12,2% de humedad, 48,9% de carbohidratos, 22% de fibra y 1,3% de lípidos. Su rendimiento varía de 300 kg de materia seca por hectárea hasta 800 kg cuando se realizan labores culturales (9).

El cují se desarrolla en zonas de precipitación muy escasa entre los 150 y 250 mm, y en ciertos lugares con 500 a 1000 mm.año⁻¹; altas temperaturas, humedad atmosférica escasa, e insolación intensa. Crece en una gran variedad de suelos, incluso en suelos muy pobres como dunas secas y guijosas. En suelos arenos arcillosos, salinos de hasta 3,2% de NaCl (salinidad similar a la del agua de mar), suelos erosionables, rocosos, arenosos, litologías de yeso, calizas y lutitas. Se desarrolla sin dificultad en suelos con pH de 6,5 a 8,3 y es capaz de crecer en suelos sódicos con pH de hasta 10,4 (12).

Sin embargo, tanto el cují como la leucaena presentan algunas desventajas como establecimiento lento debido a la latencia de las semillas, causada por mayor cantidad de inhibidores del crecimiento respecto de las sustancias promotoras, o por la presencia de una cutícula impermeable al agua y al oxígeno, lo que causa variación en la germinación de estas especies (35).

El método más común para propagar estas especies es a través de semillas sexuales, llevadas directamente al campo. Este método es relativamente rápido y económico (10). Además permite obtener nuevos cultivares (variabilidad genética); las

plantas obtenidas presentan buen anclaje, son vigorosas y más longevas, entre otras características (20).

Según Machado *et al.* (26), la leucaena produce gran cantidad de semillas en casi todos los climas donde se cultiva, con el inconveniente de que poseen porcentaje de germinación bajo (15), debido al endurecimiento de la capa superficial testa, tegmen o tegumento, que no permite la entrada de oxígeno, luz y agua para el crecimiento del embrión (30).

Ruiz y Febles (33) plantearon que la latencia en las semillas de estas leguminosas fue progresiva. La problemática para el establecimiento de la especie se ha convertido en uno de los principales motivos de la no adaptación de estas especies al sistema de producción animal (9). Esta característica ha conducido a usar varios métodos de escarificación que ablanden o rompan las capas externas de las semillas, a fin de lograr mayor porcentaje de germinación en la etapa de establecimiento (26). Investigaciones previas recomiendan diversos tratamientos para el reblandecimiento de las semillas, entre ellos el uso de agua a 80°C por 2 min (18), 3 min (30); el remojo de las semillas durante 24 horas a temperatura ambiente (7) y agua a 60°C por 10 min (15), entre otros.

El tratamiento de imbibición de las semillas durante 30 min, es un método sencillo, práctico y económico, que puede ser utilizado para incrementar el porcentaje de germinación en diferentes especies (28). En general, los tratamientos con agua caliente han sido los más favo-

rables, resultando efectivos, fáciles de aplicar y seguros (10). La escarificación a mano o con papel lija es un proceso que permite que el agua entre a la semilla, así como, el intercambio gaseoso necesario para que inicie la germinación (38). Adicionalmente, las semillas de leucaena tratadas con ácido sulfúrico han incrementado la germinación de 22 a 83%, a medida que se aumentó la concentración del

ácido (14), siendo el método de escarificación el más eficiente; sin embargo, es un proceso con limitaciones prácticas (28).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación y algunas características morfológicas de las plántulas de *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora* bajo diferentes tratamientos pregerminativos.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el propagador del Vivero Universitario de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia, el cual se encuentra ubicado en una zona de vida de bosque muy seco tropical, con precipitación anual de 400 a 500 mm, temperatura de 28°C, humedad relativa de 75%, y evapotranspiración de 2500 mm.año⁻¹. El material utilizado de leucaena y cují fue recolectado de árboles localizados en los alrededores de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia.

Las semillas de leucaena y cují fueron extraídas de vainas maduras. En el caso de leucaena se recolectaron antes de caer de la planta, porque los frutos o vainas son dehiscentes, y se consideraron aquellas vainas de coloración marrón (36). Las semillas se separaron de las vainas manualmente, y se seleccionaron aquellas de mayor tamaño y color café oscuro, descartándose las semillas de los extremos de la vaina y con daños mecánicos o por insectos. En cují, se recolectaron vainas maduras, color amarillo (12), las cuales fueron remo-

jadas previamente por 24 horas en agua eliminándoles los extremos y cortándolas en trozos para facilitar la remoción de la vaina. Al día siguiente, las semillas con la cubierta natural o el artejo (estructura cuadrada dura que encierra a la semilla) fueron separadas de las vainas y puestas en remojo por 14 días, cambiando el agua diariamente para eliminar los restos de frutos. Posteriormente, las semillas de leucaena fueron almacenadas en un refrigerador a una temperatura de 10±1°C por 21 días y las de cují por 7 días.

El sustrato del semillero consistió en una mezcla de arena (capa vegetal) y materia orgánica (abono de río) en proporción 2:1, la cual fue previamente desinfectada con formol cuaternario al 37%, a una dosis de 150 mL.L⁻¹.m⁻².

En leucaena, se evaluaron 5 tratamientos: un testigo, semillas sumergidas en agua caliente a 80°C por 10 min, y luego remojadas en la misma por un tiempo de 2 horas a temperatura ambiente (26°C); remojo de las semillas por 2 horas en agua a tem-

peratura ambiente; escarificación de las semillas con papel de lija # 80 por 20 y 40 min. La escarificación se efectuó en sesiones de 5 min. En cujÍ, fueron cuatro los tratamientos: semillas de 21 días de recolectadas con el artejo y sin el artejo, y semillas frescas recolectadas el mismo día de la siembra con y sin el artejo.

Para la siembra de cada tratamiento se emplearon cuatro hileras de un metro de largo cada una con 7 cm de separación entre ellas, colocando 100 semillas a chorro corrido por hilera, y a una profundidad aproximada de 1,5 cm. El riego se efectuó cada tres días. El propagador se encontró cubierto con una malla de zarán que ofrecía un 40% de sombra.

El diseño experimental empleado fue completamente al azar con cuatro repeticiones. Se hicieron evaluaciones cada cuatro días por un periodo de 32 días; se registró el número de semillas germinadas, para calcular el porcentaje de germinación (PG) y la tasa de germinación (TG) a través de las siguientes ecuaciones: $PG = (\text{número de semillas germinadas} \times \text{número de semillas totales}^{-1}) \times 100$ y $TG = (N1 * T1 + N2 * T2 + \dots + Nn * Tn \times \text{número de}$

semillas germinadas⁻¹). Donde, N: número de semillas germinadas no acumuladas, y T: tiempo en días.

A los 32 días, se midieron la altura de planta (AP), la longitud de la raíz (LR), el diámetro del tallo (DT), el diámetro de la raíz (DR) y el número de hojas (NH). Para la AP, la medición se realizó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta, y para la LR desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz. En cuanto al NH se consideraron aquellas que estuviesen completamente extendidas, y en el DR y DT se midió a un centímetro de la base.

Los datos se procesaron utilizando el programa SAS (37). Para la evaluación del efecto de los tratamientos en cada especie, se empleó la técnica del análisis de varianza (ANOVA), cuando se encontraron efectos significativos se usó la prueba de tukey. El PG se transformó con la ecuación arco seno $(X + 1)^{1/2}$ para ajustarla a la normalidad. Se aplicó estadística descriptiva: media, desviación estándar, valores mínimos y máximos para las variables AP, LR, DT, DR y NH. También se usó el coeficiente de correlación de Pearson para evaluar la correlación entre las variables de crecimiento.

Resultados y discusión

A los 32 días de la siembra, hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos para el porcentaje de germinación, no así en la tasa de germinación (cuadro 1). El tratamiento que consistió en colocar las semillas en agua a 80°C por 10 min fue el mejor por registrar 91,5% de germinación, debido posiblemente a

que la alta temperatura, favoreció la eliminación de la impermeabilidad de la cubierta seminal (11) ocasionando mayor ruptura de la testa, entrada de agua e intercambio gaseoso, necesarios para la germinación (38), y por ende, permitió mayor emergencia del embrión. Estos resultados fueron semejantes a los indicados por Lulanda

Cuadro 1. Efecto de tratamientos pregerminativos en el porcentaje de germinación de semillas de leucaena.

Tratamiento	Germinación (%)	Tasa de germinación (días)
Testigo	4,75 ^d	14,00 ^a
10 min en agua a 80°C	91,50 ^a	13,80 ^a
2horas en agua ambiente (26°C)	6,00 ^d	12,82 ^a
20 min escarificación lija # 80	24,75 ^c	14,88 ^a
40 min escarificación lija # 80	43,75 ^b	14,12 ^a

Medias con letras distintas de de columnas difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

(23), quien logró incrementar la germinación en semillas de leucaena al tratarlas con agua caliente a 90°C.

González y Mendoza (16, 17) indicaron que el agua caliente permitió mayor velocidad de germinación y eliminó completamente la latencia en las semillas de leucaena, empleando agua a 80°C por 5 min. Por otra parte, los resultados obtenidos fueron mayores a los reportados por Razz y Clavero (28), quienes lograron un 54,48% de germinación cuando utilizaron inmersión en agua caliente por 30 min en *L. leucocephala* y *Humboldtiella ferruginea*; sin embargo indicaron que el agua a ebullición por 5, 10 y 30 min ocasionó un efecto inhibitorio en la germinación de las semillas. Amador *et al.* (2) obtuvieron valores entre 30,55 y 52,80 % de germinación, a los 30 días después de siembra, al sumergir las semillas en agua caliente (100°C) por un tiempo de tres segundos, tres veces.

Los tratamientos de escarificación mecánica con lija mostraron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre ellos, lo cual refleja que es necesario mayor tiempo de escarificación de la cubierta de la semilla para mejorar

la germinación. La escarificación mediante el uso de papel lija resultó con un 43,75% de germinación para 40 min y 24,75% para 20 min. Estos porcentajes fueron mayores al 16,43% de germinación obtenido por Razz y Clavero (28).

El testigo presentó 4,75% de germinación, valor que fue estadísticamente igual con respecto a remojar las semillas en agua a temperatura ambiente. Rodríguez *et al.* (30) obtuvieron 28% de germinación en semillas remojadas con agua a temperatura ambiente por 24 horas. Estos porcentajes bajos podrían deberse a la alta impermeabilidad de la semilla, aunado a que la temperatura empleada (ambiente, 26°C) no fue suficiente para favorecer la imbibición de la semilla, romper la dureza de la cubierta y permitir la rápida salida del embrión.

La tasa de germinación o días promedios a la germinación en leucaena varió de 12,82 a 14,88 días (cuadro 1). La germinación fue del tipo epigea e inició a los 4 días después de la siembra. Se observó que a partir de los 8 días, la exposición de las se-

millas durante 10 min en agua caliente a 80°C superó al resto de los tratamientos hasta los 32 días (91,5%), tendiendo a ser constante desde los 20 días después de la siembra (figura 1).

El análisis de la varianza indicó que hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos pregerminativos para altura de planta (AP), longitud de la raíz (LR) y número de hojas (NH); aunque para el diámetro de la raíz (DR) y diámetro del tallo (DT) no se detectaron diferencias ($P > 0,05$) (cuadro 2). Los resultados mostraron que el remojo de las semillas en agua a 80°C por 10 min permitió alto porcentaje de germinación (cuadro 1) y buen desarrollo de las plántulas. Este tratamiento presentó valores de AP de 11,16 cm, LR de 10,18 cm y NH de 4,17, aunque, el resto de los tratamientos fueron iguales al de agua a 80°C en AP y LR, excluyendo al testigo. Con respecto al NH, el agua a 80°C

registró valores similares al resto de los tratamientos.

Al observar los valores de desviación estándar de cada variable, se encontró que las características morfológicas (AP, LR Y NH) revelaron que las plántulas exponen variabilidad baja, debido a que los coeficientes de variación (CV) fueron menores o iguales al 20%. En plántulas de níspero también ha sido reportada baja variabilidad (5). Este comportamiento se asoció a la alta calidad de las semillas empleadas que resultó en plántulas con desarrollo normal y homogéneo, aspectos muy importantes en la medición de la calidad de las semillas (3). La variabilidad observada en las plántulas se relacionó al carácter heterocigoto y modo de polinización, cruzada, que poseen estas especies (20).

Las correlaciones entre la AP-LR ($r = 0,23421$), AP-DT ($r = 0,12668$), AP-NH ($r = 0,38095$), LR-DT ($r = 0,16063$),

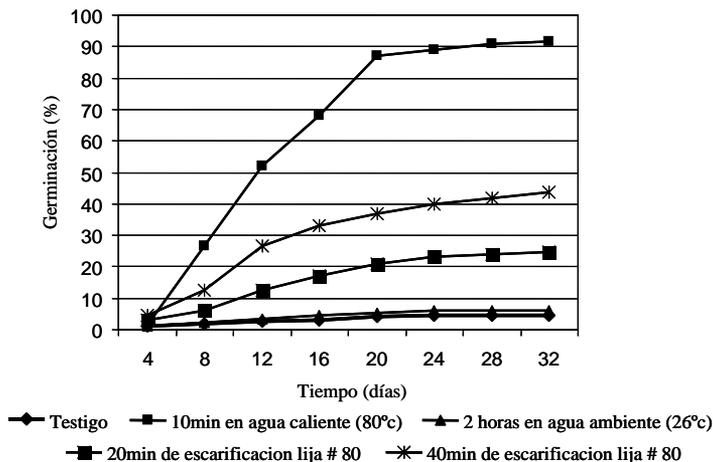


Figura 1. Efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas de leucaena durante 32 días de evaluación.

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos pregerminativos en algunas de las características morfológicas de plántulas de leucaena. Análisis de resumen de media, desviación estándar, valores mínimos y máximos, a los 32 días después de la siembra.

Tratamiento	Altura de planta(cm)		Longitud de la raíz(cm)		Diámetro del tallo (mm)		Diámetro de la raíz (mm)		Número de hojas						
	M	DE	Vm-VM	M	DE	Vm-VM	M	DE	Vm-VM	M	DE	Vm-VM			
Testigo	6,71 ^b	2,23	1,0-10,1	7,00 ^c	1,82	4,0-10,0	9 ^a	2	6-10	7 ^a	3	2-10	3,57 ^b	1,83	2-6
10 min en agua a 80°C	11,16 ^a	2,66	4,4-16,4	10,18 ^{ab}	5,51	2,9-21,7	9 ^a	1	1-10	7 ^a	2	1-10	4,17 ^{ab}	1,18	1-8
2horas en agua ambiente (26°C)	9,91 ^a	2,01	6,4-14,5	10,90 ^a	2,80	6,5-17,9	8 ^a	2	4-10	6 ^a	2	1-8	4,62 ^a	0,96	3-6
20 min escarificación lija # 80	9,03 ^{ab}	2,03	2,0-14,0	8,45 ^{bc}	3,02	3,0-16,2	8 ^a	2	1-12	6 ^a	2	2-10	3,89 ^{ab}	1,49	1-8
40 min escarificación lija # 80	9,46 ^{ab}	2,89	1,5-15,7	9,27 ^{ab}	3,45	1,0-18,6	8 ^a	6	4-11	7 ^a	2	1-12	3,80 ^{ab}	1,66	1-7
CV (%)	20,86			15,23			12,46			10,59			6,24		

Medias con letras distintas dentro de columnas difieren estadísticamente (P<0,05). M: media. DE: desviación estándar. Vm: valor mínimo. VM: valor máximo. CV: Coeficiente de variación.

LR-NH ($r= 0,37715$), DR-NH ($r= 0,19406$) y DT-NH ($r= 0,21532$) fueron positivas y altamente significativas ($P<0,01$), la de DR-DT ($r= 0,08756$) positiva y significativa ($P<0,05$), y las demás correlaciones fueron no significativas entre ellas (cuadro 3). Aun cuando hubo correlación positiva y significativa, los valores de correlación fueron bajos. En la AP, se observó que a medida que ésta se incrementaba, aumentaba significativamente la LR y viceversa, debido probablemente a que la raíz tiene que alcanzar nuevas zonas de absorción para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de toda la planta (22). Se tiene que en la relación raíz/vástago, la raíz constituye un órgano importante para el rebrote, además de su función de anclaje, dado a que suple el agua y los elementos minerales requeridos para este proceso. Por su parte el vástago, proporciona los productos fotosintéticos a las raíces y los ápices en crecimiento (1).

De la misma manera, hubo re-

lación significativa entre el número de hojas con la LR y AP, dado que a mayor NH existirá mayor área de producción de fotoasimilados, los cuales son responsables del crecimiento tanto en AP, LR o cualquier otro órgano de la planta. La relación significativa entre el DR y el DT, da muestra del crecimiento del sistema radical y su capacidad de absorción, debido a que a medida que este tenga mayor crecimiento de la raíz va a existir a su vez incremento del vástago, para lograr un equilibrio morfológico, ya que el crecimiento de la planta depende tanto de los componentes aéreos como los subterráneos (1, 22, 34).

En cujé, el porcentaje de germinación más alto (29%) se logró cuando se usaron semillas frescas con el artejo, seguido por las semillas con 21 días de recolectadas sin el artejo con 19,2% de germinación. Las semillas con 21 días de recolectadas con el artejo tuvieron germinación menor (11,2%) (cuadro 4). Estos valores fue-

Cuadro 3. Correlación de altura de planta, longitud de la raíz, diámetro del tallo, diámetro de la raíz, y número de hojas de leucaena, a los 32 días de sembradas.

	Altura de planta	Longitud de la raíz	Diámetro de la raíz	Diámetro del tallo	Número de hojas
Altura de planta (cm)		0,23421**	0,00512 ^{NS}	0,12668**	0,38095**
Longitud de la raíz (cm)			-0,07431 ^{NS}	0,16063**	0,37715**
Diámetro de la Raíz (mm)				0,08756*	0,19406**
Diámetro del tallo (mm)					0,21532**

**Altamente significativo ($P<0,01$). *Significativo ($P<0,05$). NS: no significativo.

Cuadro 4. Efecto de tratamientos pregerminativos en el porcentaje de germinación de semillas de cují, a los 32 días después de la siembra.

Tratamiento	Germinación (%)	Tasa de germinación (días)
Frescas con el artejo	29,00 ^a	9,34 ^a
Frescas sin el artejo	15,66 ^b	7,43 ^a
21 días de recolectadas sin el artejo	19,50 ^b	10,01 ^a
21 días de recolectadas con el artejo	11,50 ^c	8,60 ^a

Medias con letras distintas dentro de columnas difieren significativamente ($P < 0,05$).

ron diferentes a los obtenidos por Catalán y Macchiavelli (8), quienes obtuvieron porcentajes de germinación más bajos cuando la semilla estuvo cubierta por el artejo, y altos en semillas peladas o sin el artejo. Sin embargo, ninguno de estos tratamientos de escarificación empleados logró incrementar la germinación a más de 10%.

De igual manera, los resultados obtenidos fueron mayores a los reportados por D'Aubeterre *et al.* (13), 19% de germinación cuando las semillas fueron escarificadas con ácido sulfúrico por 5 min, y no más de 5% de germinación al tratarlas con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico por 5 y 10 min, y remojarlas con agua a temperatura ambiente durante 24 y 48 h.

La baja germinación obtenida en cují podría atribuirse a un posible efecto alelopático de las plántulas en desarrollo sobre las semillas, ya que se ha reportado que las plantas de *P. juliflora* poseen aleloquímicos que han inhibido la germinación y la dispersión de otras especies como *P. cineraria* (1).

En cuanto a la tasa de germinación osciló entre 7,43 y 10,01

días. La germinación fue del tipo hipógea y se inició a los 4 días de la siembra. Las semillas frescas con el artejo mostraron porcentajes de germinación mayores desde los 8 días hasta los 32 días (29%), tendiendo a ser constante a partir de los 24 días de la siembra (figura 2).

Los tratamientos pregerminativos, en cují, mostraron diferencias significativas en el DT, el DR y el NH, no así en la AP y la LR (cuadro 5). El DT y el NH fueron mayores en el tratamiento de semillas de 21 días de recolectadas sin el artejo, 8 mm y 4 respectivamente. Aunque, el valor del DT fue estadísticamente similar al de las semillas con artejo e igual tiempo de recolección. El máximo DR se obtuvo en semillas de 21 días de recolectadas con el artejo. Los valores de desviación estándar indicaron que hubo variabilidad morfológica en las plántulas, la cual se consideró baja ($CV \leq 20\%$) (5) asociado a la alta calidad de las semillas usadas (3).

En las correlaciones de las variables estudiadas en cují se encontró que la AP tuvo relación positiva y significativa ($P < 0,05$) con la LR ($r =$

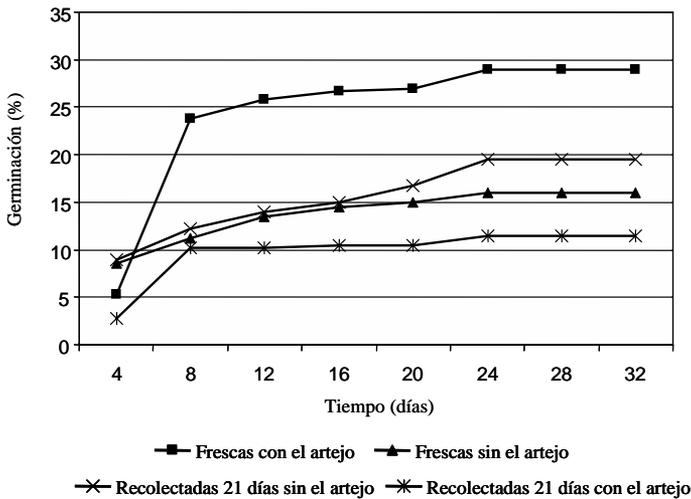


Figura 2. Efecto de tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas de cují durante 32 días de evaluación.

0,21975) y altamente significativa ($P < 0,01$) con el NH ($r = 0,48561$) (cuadro 6). Esto se explica si se considera que tanto la copa como la raíz están involucradas en el crecimiento y desarrollo de la planta. De la misma forma, la LR resultó no significativa con

el DT y el DR, pero fue significativa ($P < 0,05$) con el NH ($r = 0,23316$). Al comparar el DR con el DT se presentó una relación significativa entre ellos ($r = 0,24696$). A pesar de que hubo correlación positiva y significativa, los valores fueron bajos.

Cuadro 5. Efecto de la presencia del artejo y tiempo de almacenamiento de la semilla en la germinación y algunas características morfológicas de plántulas de cuji. Análisis de resumen de media, desviación, valores mínimos y valores máximos, a los 32 días después de la siembra.

Tratamiento	Altura de planta(cm)		Longitud la raíz (cm)		Diámetro de del tallo (mm)		Diámetro de la raíz (mm)		Número de hojas						
	M	DE	M	DE	M	DE	M	DE							
Frescas con el artejo	5,46 ^a	2,56	1,6-14,5	5,53 ^a	2,73	1,2-11,5	5 ^b	3	1-9	2 ^b	2	1-9	2,07 ^c	1,65	1-5
Frescas sin el artejo	5,88 ^a	1,59	2,7-10,3	5,30 ^a	2,46	1,7-15,7	5 ^b	2	1-9	2 ^b	1	1-8	3,21 ^b	1,71	1-7
21 días de recolectadas sin el artejo	6,90 ^a	1,27	3,7-8,0	5,38 ^a	3,21	1,6-15,0	8 ^a	2	3-10	2 ^b	2	1-8	4,00 ^a	1,03	2-5
21 días de recolectadas con el artejo	5,48 ^a	1,61	2,0-8,7	5,53 ^a	2,90	1,6-12,2	6 ^{ab}	2	2-10	3 ^a	2	1-9	2,83 ^{bc}	1,60	1-6
CV (%)	19,02			18,98			15,85			16,37			9,63		

Medias con letras distintas dentro de columnas difieren estadísticamente (P<0,05). M: media. DE: desviación estándar. Vm: valor mínimo. VM: valor máximo. CV: Coeficiente de variación.

Cuadro 6. Correlación de altura de planta, longitud de raíz, diámetro de tallo, diámetro de raíz, número de hojas en cují a los 32 días de sembradas.

	Altura de planta	Longitud de la raíz	Diámetro de la raíz	Diámetro del tallo	Número de hojas
Altura de planta (cm)		0,21975*	-0,05433 ^{NS}	-0,08951 ^{NS}	0,48561**
Longitud de la raíz (cm)			-0,10478 ^{NS}	-0,03379 ^{NS}	0,23316**
Diámetro de la Raíz (mm)				0,24696*	-0,00880 ^{NS}
Diámetro del tallo (mm)					-0,05951 ^{NS}

**Altamente significativo (P<0,01). *Significativo (P<0,05). NS: no significativo.

Conclusiones

Los tratamientos pregerminativos incrementaron la germinación de semillas de leucaena y cují, cuando las semillas de leucaena se sumergieron durante 10 min en agua caliente a 80°C (91,5%) y al sembrar las semillas de cují frescas con el artejo (29%).

La germinación inició al cuarto día y se estabilizó a partir de los 20 días en leucaena y 16 días en cují. La tasa de germinación se ubicó entre

12,82 y 14,88 días para leucaena y entre 8,6 y 10,01 días para cují.

La exposición de las semillas de leucaena durante 10 min en agua caliente a 80°C mejoró considerablemente la germinación y el desarrollo de las plantas. Los tratamientos pregerminativos en cují, no afectaron la altura de la plántula y la longitud de la raíz.

Recomendaciones

Se recomienda continuar investigaciones que permitan aumentar el porcentaje de germinación en cují y

el desarrollo rápido de las plántulas, leucaena y cují, en su fase de vivero.

Agradecimiento

Los autores desean expresar su agradecimiento por el apoyo al Proyecto «Propagación de especies de in-

terés frutícola y ornamental» registrado en el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la

Universidad del Zulia (LUZ) como no financiado bajo el No. 0637-02.

Al vivero Universitario de LUZ

por proporcionar sus instalaciones para llevar a cabo esta investigación.

Literatura citada

- Al-Rawahy, S., K. Al-Dhafri y S. Al-Bahlany. 2003. Germination, growth and drought resistance of native and alien plant species of the genus *Prosopis* in the sultanate of Oman. *Asian J. Plant Sci.* 2:1020-1023.
- Amador, A., F. Xavier, H. Silva, H. Orlando y C. Guerra. 2004. Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. *Revista de Biologia e Ciências da Terra* 4(2). <http://www.ihendrix.br/biologia/revista/germinacao/.pdf> (05/04/2005). 8 p.
- Atencio, L., R. Colmenares, M. Ramírez y D. Marcano. 2003. Tratamientos pregerminativos en acacia San Francisco (*Peltophorum pterocarpum*) Fabaceae. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 20:63-71.
- Bernal, E. 1994. Pastos y forrajes tropicales, producción y manejo. Editorial Banco Ganadero. Tercera Edición. Santa Fe de Bogota, Colombia. 575 p.
- Buitrago, N., M. Ramírez, A. Gómez, G. Rivero y A. Perozo. 2004. Efecto del almacenamiento de las semillas y la condición postsiembra sobre la germinación y algunas características morfológicas de plantas de nispero (*Manilkara zapota* (Van Royen) (Jacq) Gill) a nivel de vivero. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 21:344-353.
- Cáceres, O. y E. González. 1996. Valor nutritivo del follaje de árboles y arbustos tropicales. II *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. *Pastos y Forrajes* 19:277-281.
- Carrete, F., J. Eguiarte y C. Rodríguez. 1984. Establecimiento de *Leucaena* en praderas de estrella de África utilizando dos métodos de siembra. *Tec. Pec. México* 46:75-78.
- Catalán, L. y R. Macchiavelli. 1991. Improving germination in *Prosopis flexuosa* D.C. and *P. alba* Griseb. with hot water treatments and scarification. *Seed Sci. & Technol.* 19:253-262.
- Clavero, T. 1998. Cuadernos técnicos. Serie: Árboles forrajeros. El cují (*Prosopis juliflora*). Centro de transferencia y tecnología. Facultad de Agronomía. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 5 p.
- Clavero, T. 1998. Alternativas para la alimentación animal. *Leucaena leucocephala*. Fundación polar. Centro de Transferencia y Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Caracas, Venezuela. 78 p.
- Cobbina, J., G. Kalawole y A. Attaran. 1990. *Leucaena* and *Gliricidia* seed viability and germination as influence by storage conditions. *Leucaena Research Reports* 11: 91.
- Comisión Nacional para el estudio de Biodiversidad (Conabio). 1996 *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*. www.conabio.gob.mx/árboles/pdf/especies/46legum44.pdf; prod.omussystem.atisnaturalisregnivegetabilis 2: 447. 1825.
- 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.
- Duguma, B., B. Kang y D. Okali. 1988. Factors affecting germination of *leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) Seed. *Seed Sci. & Technol.* 16:489-500.

15. Faria, J., A. García y B. Gonzáles. 1996. Nota técnica: métodos de escarificación para cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 13:573-579.
16. Gonzáles, Y. y F. Mendoza. 1991. Comportamiento de la germinación de *Teramus labiales* cv. semilla clara. II tratamientos antes de almacenar. *Pastos y Forrajes* 14:227-234.
17. Gonzáles, Y. y F. Mendoza. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes* 18:59-65.
18. Gray, S. 1962. Hot water seed treatment for *Leucaena glauca* (L.) Benth. *Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry* 2:178-180
19. Haggar, J., G. Uribe, J. Graniel y A. Ayala. 2000. Barbechos mejorados en la península de Yucatán, México. *Agroforestería de las Américas* 7:19-24.
20. Hartman, H. y D. Kester. 2000. Propagación de plantas. Principios prácticos. 8ª edición. Editorial continental. México. 760 p.
21. Huber, O., R. Duno, R. Riina, F. Stauffer, L. Pappaterra, A. Jiménez, S. Llamozas y G. Orsini. 1998. Estado actual del conocimiento de la flora en Venezuela. Documentos técnicos de la estrategia nacional de diversidad biológica N° 1. Ministerio del ambiente y recursos naturales (MARN). Ediciones Tamandria. Caracas, Venezuela. 153 p.
22. Lindorf, H., L. Parisca y P. Rodríguez. 1999. Botánica. Clasificación estructura reproducción. Universidad central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Segunda Edición. Caracas, Venezuela. 584 p.
23. Lulanda, L. 1981. Seed viability, germination and pretreatment of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Report* 2:59-62.
24. Machado, R. y C. Núñez. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje. II variabilidad morfología y rendimiento. *Pastos y Forrajes* 17:107-115.
25. Machado, R. y R. Roche. 1996. Variedades comerciales. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes* 19:72.
26. Machado, R., M. Milera, J. Menéndez y R. García. 1978. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pastos y Forrajes* 1:321-347.
27. Pía, M., L. Albán y R. Palacios. 2002. Análisis del complejo *Prosopis juliflora-Prosopis pallida*. Bases para superarlo. En: VIII Congreso Latinoamericano de Botánica y II Congreso Colombiano de Botánica. Cartagena de Indias, Colombia. p. 412.
28. Razz, R. y T. Clavero. 1996. Métodos de escarificación de semillas de *Humboldtiella Ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 13:73-77.
29. Robinson, P. J. 1985. Trees as fodder crops in attributes of trees as crop plants. M.G.R. Cannell y J.E. Jackson (Eds.). Institute of Terrestrial Ecology. Huntingdon, U. K. 281 p.
30. Rodríguez, C., J. Eguiarte y F. Hernández. 1985. Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación de semillas de *Leucaena leucocephala* Lam. en condiciones de trópico semiseco. *Tec. Pec. México* 48:24-29.
31. Rodríguez, I. 1988. Importancia ecológica de la *Leucaena leucocephala* en el medio tropical. Maracaibo, Venezuela. Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. 24 p.
32. Roig, J. 1974. Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. Edición Ciencia y Tecnología. 25 p.

33. Ruiz, T. y G. Febles. 1989. Estudio sobre almacenamiento de semillas y época de siembra de *Leucaena leucocephala* en Cuba. Proc. Int. Gras. Cong., Nice. 557 P.
34. Salisbury, F. y Ross, C. 2000. Fisiología de las plantas. Primera Edición. Editorial Paraninfo-Thomson Learning. 988 p.
35. Sanabria, V., S. Acuña, C. Alfaro y M. Oliveros. 1997. Nota técnica. Escarificación térmica de semillas de accesiones de *Leucaena leucocephala*. Zootecnia Tropical 15. www.ceniap.gov.ve/ztweeb/zt1_501/texto/leucaena.htm.
36. Sánchez, M. 1996. Comportamiento y selección de leñosas perennes con potencial silvopastoril en el magdalena medio. Especies forestales del valle. CVC. y Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional JICA. Lerner Ltda. 340 p.
37. SAS, Institute, INC. 1989. SAS (Statistical Analysis System) the Institute INC, Cary, NC, USA.
38. Villalobos, E., J. Flores y A. Francesa. 1987. Un procedimiento para escarificar semillas de Kudzu (*Pueraria phaseolades*). Agronomía Costarricense 11:251-253.