

GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS EN ALGUNAS ESPECIES AMERICANAS DE FABACEAE Y BIGNONIACEAE CULTIVADAS EN SEVILLA (SO ESPAÑA)

S. ROSSINI OLIVA, B. VALDÉS, M. C. ANDRÉS, F. MÁRQUEZ
CAMPÓN & M. BUESO LÓPEZ

Departamento de Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología. Universidad
de Sevilla, Apto 1095, 41080 Sevilla
(Recibido el 24 de Marzo de 2006)

Resumen. Entre las especies que crecen en el Jardín Americano de Sevilla se encuentran varias especies americanas de *Fabaceae* y *Bignonoaceae*. Se exponen en este artículo la capacidad de germinación y la dinámica de las semillas de *Caesalpinia spinosa*, *C. barahonensis*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Haematoxylon campechanum*, *Leucaena glauca*, *Parkinsonia aculeata*, *Piptadenia macrocarpa*, *Sophora secundiflora*, *Tipuana tipu*, *Jacaranda mimosaeifolia* y *Tecoma stans*. Las especies estudiadas presentan diferencias de respuesta a los efectos de escarificación y dinámica de germinación de las semillas. *Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia macrocarpa*, *Sophora secundiflora* y *Jacaranda mimosaeifolia* presentan los mayores porcentajes de germinación (100%) sin ningún tipo de escarificación. Por el contrario *Leucaena glauca* es la que presenta el porcentaje de germinación más bajo observado, junto con una lenta velocidad de germinación.

Summary. Some American species of *Fabaceae* and *Bignoniaceae* grow at the American Garden of Seville (SW Spain). This paper includes observations on germination percentage and germination dynamics of 11 of those species: *Caesalpinia spinosa*, *C. barahonensis*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Haematoxylon campechanum*, *Leucaena glauca*, *Parkinsonia aculeata*, *Piptadenia macrocarpa*, *Sophora secundiflora*, *Tipuana tipu*, *Jacaranda mimosaeifolia* and *Tecoma stans*. Seeds of the studied species differ in response to scarification and in germination dynamics. *Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia macrocarpa*, *Sophora secundiflora* and *Jacaranda mimosaeifolia* show high germination percentages (100%) without scarification while *Leucaena glauca* has the lowest germination capacity and the lowest germination dynamics.

INTRODUCCIÓN

El jardín Americano se formó en 1991 para albergar una serie de especies llegadas a Sevilla desde los países iberoamericanos, con destino a la Exposición Universal de 1992, a través del Programa Raíces (VALDÉS & al., 1990), muchas de las cuales no habían sido cultivadas en Sevilla con anterioridad (ANDRÉS, 2004; ELÍAS, 2003). Terminada la Exposición, en Octubre de 1992 se cerró el jardín al público y ha permanecido prácticamente abandonado desde entonces. En estos 13 años muchas especies se han perdido, pero otras han ido invadiendo el jardín debido a su óptima aclimatación y a la capacidad de dispersión y germinación de sus semillas.

La germinación de las semillas depende de varios factores, algunos de ellos relacionados, tales como el ciclo biológico de las especies, el porte, el tamaño de las semillas, las variaciones diarias de la temperatura, la dormancia, etc. (THOMPSON, 1973; DÍAZ LIFANTE, 1993).

Las semillas de *Bignoniaceae* son planas, aladas, con un embrión recto y sin endospermo (HEYWOOD, 1985; DEVESA, 1997: 483). Las de *Fabaceae* presentan un embrión recto o curvado y carecen de endospermo o presentan un endospermo escaso. Su testa es normalmente gruesa, dura e impermeable, por lo que para su germinación requieren una degradación parcial o total por acción de microorganismos, por variaciones de temperatura, por rozamiento con el suelo, etc., debido a que presentan una dormición física (TEKETAY, 1996; DEVESA, 1997: 483; CASTILLO & GUENNI, 2001; MORRISON & al., 2002), lo que les permite conservar su capacidad de germinación durante más de 40 años, llegando a veces a sobrepasar los 100 (IZCO, & al., 1997: 581).

En este trabajo se presentan los resultados del estudio de la capacidad de germinación y la dinámica de la misma en las 9 especies de *Fabaceae* y las dos de *Bignoniaceae* indicadas en el cuadro 1. Estas especies presentan en el Jardín Americano una alta producción de semillas como resultado de su polinización natural, fundamentalmente por abejas. Pero así como *Leucaena glauca* ha aumentado considerablemente su presencia en el Jardín Americano por el establecimiento de nuevas plantas resultantes de la germinación de sus semillas (ROSSINI OLIVA & al., 2005), no se han observado en dicho jardín plántulas o nuevas plantas atribuibles a las demás especies.

El objetivo principal de este trabajo es conocer si una vez producidas las semillas de estas 11 especies son capaces de germinar. Para comprobarlo se han hecho una serie de tests de germinación, tanto con semillas sin tratar como con semillas escarificadas química y mecánicamente.

MATERIAL Y MÉTODOS

A lo largo del año 2003 se recolectaron en el Jardín Americano frutos maduros de las 11 especies indicadas en el Cuadro 1, de los que se separaron las semillas en el laboratorio. Hasta el momento de su siembra, las semillas se mantuvieron en el laboratorio a temperatura ambiente. Es decir, en ningún caso se sometieron a periodos de frío previos a las pruebas de germinación.

Para comprobar en que condiciones podría conseguirse un mejor resultado de germinación, una parte de las semillas fueron sometidas a escarificación mecánica por lijado de la testa, otra parte fue tratada con ácido sulfúrico concentrado durante 15 minutos y otra parte se dejó sin tratamiento para utilizarse como testigo.

Las semillas fueron sembradas a mediados de enero en placas de Petri esterilizadas, sobre una capa de papel de filtro humedecido con agua destilada. Las placas se colocaron en el invernadero de los Servicios Generales de la Universidad de Sevilla, a una temperatura constante de 23 °C en condiciones de iluminación continua

Especie	Origen	Tratamiento	Germinación (%)
Fabaceae			
<i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze	Perú	Control	10
		Escarificación	100
		Ácido sulfúrico (*)	100
<i>Caesalpinia barahonensis</i> Urb.	C. América	Control	10
		Ácido sulfúrico (*)	100
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> Morong	Brasil	Control (*)	100
		Escarificación	0
		Ácido sulfúrico	0
<i>Haematoxylon campechianum</i> L.	Méjico	Control	10
		Escarificación (*)	100
		Ácido sulfúrico	80
<i>Leucaena glauca</i> (Willd.) Benth.	América Tropical	Control	0
		Ácido sulfúrico (*)	100
<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	S. América	Control	10
		Ácido sulfúrico (*)	20
<i>Piptadenia macrocarpa</i> Benth.	Brasil	Control (*)	100
		Escarificación	100
		Ácido sulfúrico	0
<i>Sophora secundiflora</i> (Ortega) DC.	Méjico, U.S.A	Control	0
		Escarificación (*)	100
		Ácido sulfúrico	70
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze	Brasil	Control (*)	100
		Escarificación	100
		Ácido sulfúrico	0
Bignoniaceae			
<i>Jacaranda ovalifolia</i> R. Br.	S. América	Control (*)	100
		Ácido sulfúrico	30
<i>Tecoma stans</i> (L.) Humb., Bonpl. & Kunth	S. América	Control (*)	100
		Ácido sulfúrico	0

Cuadro 1. Resultados de las pruebas de distintos tratamiento para la germinación de las especies estudiadas para estudio de dinámica de la germinación. (*), tratamiento elegido para las siembras posteriores.

con luz natural durante el día y fluorescente durante la noche. Se siguió el proceso de germinación durante un mes, con el objetivo de conocer en que condiciones podría obtenerse un mayor porcentaje de germinación.

Estas primeras pruebas sirvieron para elegir el tratamiento que debía darse a las semillas de cada especie para seguir la dinámica de germinación. Para este segundo ensayo, se sembraron 100 semillas de cada especie en marzo de 2004. La siembra se realizó en placas de Petri, siguiendo la misma metodología que en las primeras pruebas. Las semillas se sembraron en cuatro placas a razón de 25 semillas en cada una, o en 10 placas a razón de 10 semillas en cada una, dependiendo del tamaño de las semillas. Los porcentajes de germinación que se indican en los resultados son los valores medios de los observados en las 4 ó 10 réplicas.

Se siguió el proceso de germinación diariamente durante los primeros 45 días, y cada tres días después, hasta completar las observaciones al cabo de 64 días en que se dio el experimento por terminado, ya que a partir del día 57 no germinó ninguna semilla de ninguna especie. Los porcentajes de germinación indicados en el cuadro 2 se refieren por tanto al alcanzado al cabo de dos meses de la siembra.

A efectos prácticos, se ha considerado que una semilla había germinado cuando la radícula emergía de la testa. La germinación de la primera semilla ha marcado el tiempo t_0 , que es el número de días transcurridos entre el momento de la siembra y el comienzo de la germinación (DÍAZ LIFANTE, 1993).

Siguiendo a DÍAZ LIFANTE (1993), el segundo parámetro utilizado para estudiar la dinámica de la germinación ha sido el valor de $t_{50\%}$, que es el tiempo transcurrido en semanas desde que se siembran las semillas hasta que se alcanza el 50% de germinación de las semillas germinadas.

Como indica DÍAZ LIFANTE (1993), ambos parámetros dan idea acerca de la dinámica de la germinación, pero el $t_{50\%}$ es más fiable al reflejar el comportamiento de un mayor número de semillas, mientras que t_0 puede ser más significativo para semillas con bajo porcentaje de germinación.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se indican los porcentajes de germinación de las semillas de las 11 especies estudiadas en los 3 tratamientos utilizados.

De acuerdo con los resultados se pueden reconocer dos grupos de especies. Uno está formado por las que alcanzan un 100% de germinación sin ningún tipo de tratamiento. Está formado por tres de las *Fabaceae*: *Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia macrocarpa* y *Tipuana tipu*, lo que resulta llamativo dado el grosor de la testa de las semillas, y por las dos *Bignoniáceas*: *Jacaranda mimosaeifolia* y *Tecoma stans*. Otro, por las especies que necesitan un tratamiento previo de escarificación para alcanzar un buen porcentaje de germinación (entre el 20 y el 100%); incluye al resto de las especies.

Cabe destacar que en el caso de *Leucaena glauca* y *Sophora secundiflora* las semillas control no han sido capaces de germinar.

En el Cuadro 1 se marca con un asterisco (*) el tipo de tratamiento con el que se ha obtenido el mejor resultado de germinación para cada especie. De manera que este es el tratamiento que se aplicó a cada una, antes de la siembra, para lograr los mejores resultados en el estudio de la dinámica de germinación, cuyos datos se resumen en el Cuadro 2.

A diferencia de los datos indicados en el Cuadro 1, del Cuadro 2 se deduce que sólo se alcanzó un 100% de germinación en tres especies de *Fabaceae* (*Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia macrocarpa* y *Sophora secundiflora*) y en una de la familia *Bignoniaceae* (*Jacaranda mimosaeifolia*). Esta aparente disminución en el porcentaje de germinación de las demás entre las pruebas de control y las siembras para estudiar la dinámica de germinación, podría quizás ser debida al tiempo transcurrido entre las primeras y las segundas, que aunque corto, puede haberse traducido en una pérdida de la capacidad de germinación.

No obstante, salvo en el caso de *Leucaena glauca* (15%) y *Parkinsonia aculeata* (25%) de las que está última también presentó un bajo porcentaje de germinación

Especie	% de germinación	t0	t50%
<i>Caesalpinia spinosa</i>	66	5	2.85
<i>C. barahonensis</i>	64	6	5.57
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	100	3	3*
<i>Haematoxylon campechanum</i>	59	6	2.14
<i>Leucaena glauca</i>	15	6	5
<i>Parkinsonia aculeata</i>	25	4	5.71
<i>Piptadenia macrocarpa</i>	100	3	3*
<i>Sophora secundiflora</i>	100	6	1.28
<i>Tipuana tipu</i>	67	5	6*
<i>Jacaranda ovalifolia</i>	100	6	1
<i>Tecoma stan</i>	82	4	5*

Cuadro 2. Porcentaje de germinación en las distintas especies estudiadas. Para t0 y t50%, vease el texto.

en los primeros ensayos, las demás especies han presentado porcentajes de germinación superiores al 50%, sobrepasándose el 60% en la mayoría de los casos.

En el Cuadro 2 se indican los valores de t0 y t50% para cada una de las especies estudiadas, mientras que en las Figs. 1 y 2 se representan gráficamente la dinámica de germinación de cada especie a lo largo de los 64 días en los que se realizaron las observaciones.

Del Cuadro 2 se deduce que las semillas inician su germinación antes de transcurrida una semana de efectuada la siembra, siendo las de *Enterolobium contortisiliquum* y las de *Piptadenia macrocarpa* las que germinan más precozmente (t0= 3), seguidas de las de *Parkinsonia aculeata* y *Tecoma stans* (t0 = 4) y *Caesalpinia spinosa* y *Tipuana tipu* (t0 = 5).

En cuanto al parámetro t50%, destacan notablemente *Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia macrocarpa*, *Tipuana tipu* y *Tecoma stans*, cuyas semillas germinan prácticamente en 3-6 días, siendo las de las dos primeras las más rápidas en germinar. Un segundo grupo de especies está formado por *Sophora secundiflora* y *Jacaranda ovalifolia*, cuyas semillas alcanzan el 50% de germinación en aproximadamente una semana. Por último, un tercer grupo está formado por el resto de las especies, cuyo proceso de germinación de sus semillas es más lento, siendo *Parkinsonia aculeata* la que necesita más tiempo para alcanzar el 50% de germinación.

De los resultados se deduce que las semillas de *Enterolobium contortisiliquum* y *Piptadenia macrocarpa* son las que tienen mayor capacidad de germinación. Las de *Leucaena glauca* y *Parkinsonia aculeata* presentan una gran inercia al comienzo de la germinación, acompañadas por un bajo porcentaje de la misma (15% y 25% respectivamente), mientras que las de *Sophora secundiflora* y *Jacaranda mimosaeifolia*, aunque presentan la misma inercia inicial, alcanzan el 100% de germinación.

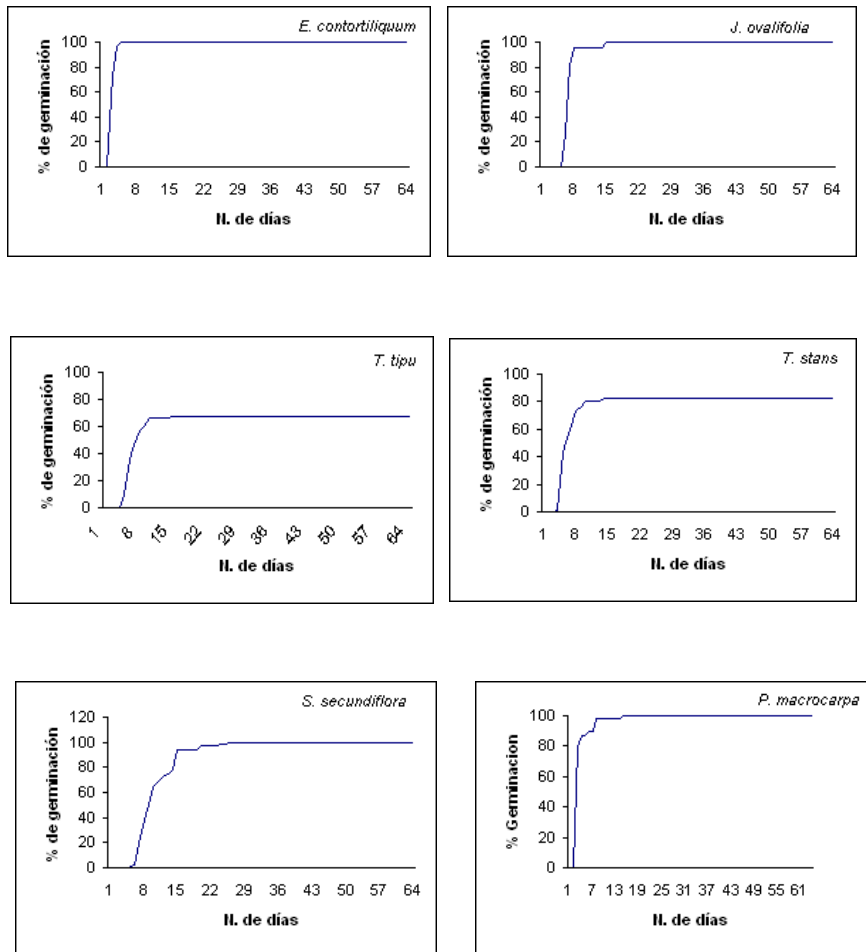


Fig.1. Porcentaje acumulado medio de germinación en *Enterolobium contortisiliquum*, *Haematoxylon*, *Jacaranda mimosaeifolia*, *Tipuana tipu*, *Tecoma stans*, *Sophora secundiflora* y *Piptadenia macrocarpa*.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos parecen indicar un efecto determinante del pretratamiento de la mayoría de las especies estudiadas sobre su capacidad de germinación, siendo la escarificación mecánica o química necesaria para obtener buenos resultados de germinación de las semillas en siete de las nueve especies de *Fabaceae* estudiadas.

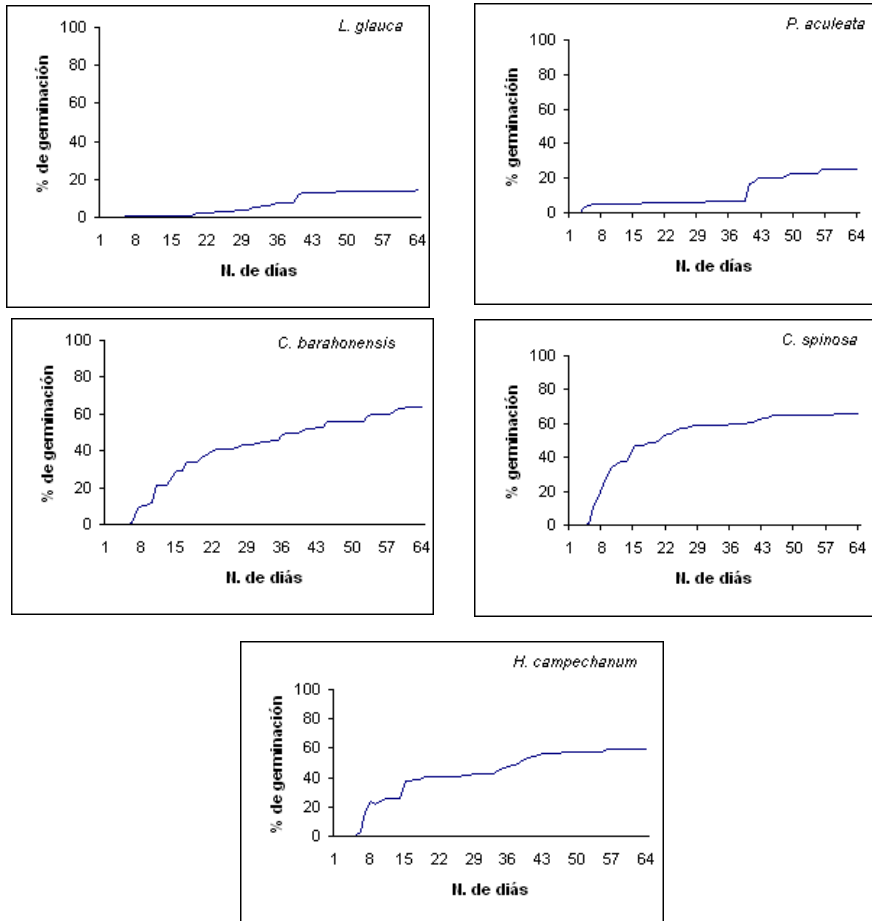


Fig.2. Porcentaje acumulado medio de germinación en *Leucaena glauca*, *Parkinsonia aculeata*, *Caesalpinia barahonensis*, *C. y Haematoxylon campechanum*.

En lo que respecta a los resultados de germinación de sus semillas, las especies estudiadas forman cuatro grupos:

1. Especies cuyas semillas responden bien a la escarificación mecánica. El 45% de las especies estudiadas pertenecen a este grupo.
2. Especies cuyas semillas no necesitan ningún tipo de tratamiento para germinar. Pertenecen a este grupo las dos especies estudiadas de Bignoniaceae, así como *Tipuana tipu* y *Piptadenia macrocarpa*.
3. Especies cuyas semillas responden bien a la escarificación química y que llegan en algunos casos a alcanzar el 100% de germinación, como en *Caesalpinia spinosa*, *C. barahonensis* y *Leucaena glauca*.

4. *Parkinsonia aculeata*, cuyas semillas no responden al tratamiento con ácido sulfúrico aplicado.

Las diferencias en la respuesta a los distintos tratamientos se deben posiblemente a diferencias en el grosor y naturaleza de la testa de las semillas. Las especies que forman el segundo grupo tienen testa delgada y semillas probablemente con escasa dormición, mientras que las que integran los otros tres grupos presentan una testa gruesa y dura. La permeabilidad de la testa hacia el agua varía de una especie a otra (EGLEY, 1989). Los tratamientos de escarificación mecánica o por agua caliente han demostrado su eficacia en varias especies de *Fabaceae*, entre las que se encuentran representantes de los mismos géneros a los que pertenecen algunas de las especies incluidas en este estudio, como en diversas especies de *Caesalpinia* (NGULUBE, 2003), *Leucaena leucocephala* (AKINOLA & al., 1999; ALEXANDER & SÁNCHEZ, 2002), *Enterolobium contortisiliquum* (BERTSCH-HERNÁNDEZ, 1985; EIBL & al., 1994; ENGEL & PARROTTA, 2001) y *Enterolobium cyclocarpum* (BERTSCH-HERNÁNDEZ, 1985). Según CAVANAGH (1987), la escarificación mediante ácido concentrado y la mecánica parecen ser en general particularmente efectivas, como demuestran los resultados del presente trabajo. En lo que se refiere a *Caesalpinia spinosa*, los efectos de la escarificación son muy parecidos a los indicados por TEKETAY (1996) para esta especie, y los del tratamiento con ácido sulfúrico prácticamente coinciden. Sin embargo, los resultados obtenidos con *Enterolobium contortisiliquum* son distintos a los descritos por BERTSCH-HERNÁNDEZ (1985) para *Enterolobium cyclocarpum*, cuyas semillas sin tratamientos previos produjeron porcentaje de germinación variable entre 1 y 5%, lo que parece indicar que la capacidad de germinación puede variar ampliamente entre especies distintas de un mismo género. Tampoco están de acuerdo los resultados obtenidos con que las semillas de *Enterolobium contortisiliquum* requieran un proceso de escarificación para mejorar su porcentaje de germinación, como afirmaron EIBL & al. (1994) y ENGEL & PARROTTA (2001).

En cuanto a *Leucaena glauca*, el comportamiento de germinación de sus semillas requiere observaciones posteriores. Según TEKETAY (1996), la respuesta de la capacidad de germinación de sus semillas depende del tiempo de tratamiento con ácido sulfúrico, con un incremento de la misma tras 9 horas de tratamiento, mientras que en el presente estudio ha bastado un tratamiento de 15 minutos para elevar el porcentaje de germinación del 0% en las semillas no tratadas al 100% en las tratadas. En cualquier caso, las semillas de esta especie requieren un tratamiento de escarificación para poder germinar, tal como habían ya indicado ALEXANDER & SÁNCHEZ (2002) estudiando la capacidad de germinación de otra especie de *Leucaena*: *L. leucocephala* cv. "Perú".

Respecto a la dinámica de germinación, los resultados indican que aunque las semillas de *Parkinsonia aculeata* presentan un bajo porcentaje de germinación, empiezan a germinar relativamente pronto, sin que en este aspecto muestre diferencias apreciables en relación con las especies cuyas semillas han presentado un elevado porcentaje de germinación.

En el caso de *Leucaena glauca*, los resultados concuerdan con los de CONTRERA & REMIGIO VIVAS (1995), que indicaron que las semillas de esta especie pasan por un periodo de latencia, debido posiblemente a que presentan una testa poco permeable.

En cuanto al comportamiento de las semillas de las dos especies de *Caesalpinia* estudiadas, parece que no existe una marcada diferencia en su capacidad de germinación, aunque en otras dos especies de este género (*Caesalpinia velutina* y *C. eriostachys*), NGULUBE (2003) encontró que el porcentaje de germinación era diferente según el tratamiento utilizado. Esta variabilidad interespecifica en la capacidad de germinación puede ser debida a diferencias en las condiciones climáticas entre las áreas en las que se han desarrollado los experimentos, puesto que los de NGULUBE tuvieron lugar en Sudáfrica. Como indicó SILVERTOWN (1981), el hábitat que ocupan las especies es el último responsable del comportamiento de la germinación de sus semillas. Un periodo largo de dormición es característico de las semillas de las especies que viven en las regiones con clima seco (TEKETAY, 1996), mientras que los clima húmedos se inicia antes la germinación (JEFFERY & al., 1988).

Las diferencias entre las dos especies de *Caesalpinia* estudiadas se han puesto de manifiesto, sin embargo, en la dinámica de germinación de sus semillas. Así, en *C. spinosa* la germinación es más rápida que en *C. barahonensis*, alcanzando t50% aproximadamente en la mitad de tiempo, diferencias que pueden estar relacionadas con el tamaño de las semillas, casi el doble de grandes en la primera que en la segunda especie y con su distinta procedencia geográfica.

En cuanto a la dinámica general de la germinación, la mayoría de las especies alcanzan pronto el umbral de t50%, salvo en el caso de *Caesalpinia barahonensis*, *Leucaena glauca*, *Parkinsonia aculeata*, *Tipuana tipu* y *Tecoma stans* en que la germinación va produciéndose de una manera gradual, necesitando en algunos casos casi un mes y medio para alcanzar el valor t50% (véanse el Cuadro 2 y las Figs. 1 y 2).

CONCLUSIONES

La barrera que impide la germinación de las semillas en las mayoría de las especies estudiadas, fundamentalmente la presencia de una testa impermeable, puede ser superada mediante una escarificación mecánica o química. En cuanto a la dinámica de germinación varía ampliamente; la mayoría de las especies alcanzan el 50% de germinación en un periodo de tiempo relativamente corto, aunque algunas de ellas necesitan más de un mes para llegar a ese umbral. Los resultados de este estudio han permitido conocer el que las semillas producidas por las 11 especies americanas estudiadas son perfectamente viables, ya que en todas se ha alcanzado un 100% de la germinación, aunque algunas lo han hecho solamente tras escarificación. Se comprueba así que el proceso de polinización fuera de su área natural de distribución tiene como resultado la producción de semillas viables.

El que sólo se hayan encontrado en el Jardín Americano nuevas plantas producidas por germinación en el caso de *Leucaena glauca* (ROSSINI OLIVA & al., 2005) se debe, al menos en parte de estas especies, posiblemente a la dormancia de las semillas, pero también deben intervenir otros factores, sean edáficos o climáticos, ya que al menos en *Enterolobium contortisiliquum*, *Piptadenia macrocarpa*, *Jacaranda mimosaefolia*, y *Tecoma stans* las semillas germinan al 100% sin tratamiento alguno, y sin embargo no se han observado en el Jardín Americano plántulas o plantas adultas producidas como resultado de la germinación de sus semillas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDER, J. & G. SANCHEZ (2002). Effects of the treatment with hot water and imbibition on the germination of seeds of *Leucaena leucocephala*. *Revista Científica, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela*.
- ANDRÉS, C. (2004). Leguminosas ornamentales de la ciudad de Sevilla. Clave para su identificación. *Lagascalía* **41**: 19-30.
- AKINOLA, J. O., P. A. IJI, S. O. BONIDEFAIYE & S. A. S. OLORUNJU (1999). Studies on seed germination and seedling emergence in *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Peru. *Seed Sci. Tech.* **27** (1): 123-129.
- BERTSCH-HERNÁNDEZ, S. C. (1985). *Germinación y crecimiento del guacanaste (Enterolobium cyclocarpum Jacq. Griseb.) en vivero y en campo*. Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad de Costa Rica, C.R., 58 p.
- CAVANAGH, T. (1987). Germination of hard-seeded species (Order Fabales). In P. LANGKAMP (ed.), *Germination of Australian native plant seed*. AMIRA, Melbourne/Sydney, pp. 58-70.
- CONTRERA, V. E. & J. REMIGIO VIVAS (1995). Comportamiento del porcentaje de germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* ecotipo San Cristobal al Porte Bajo, sometidas a dos formas de almacenamiento. *Zootecnia Trop.* **13** (1): 105-112.
- CASTILLO, R. & O. GUENNI (2001). Latencia en semillas de *Stylosanthes hamata* (Leguminosae) y su relación con la morfología de la cubierta seminal. *Rev. Biol. Trop.* **49** (1): 287-299.
- DEVESA, J. A. (1997). Plantas con semillas. In IZCO, J. & al. (Eds.) *Botánica*. McGraw- Hill- Interamericana, Madrid, pp. 483.
- DÍAZ LIFANTE, Z. (1993). Observaciones sobre el comportamiento en la germinación de las semillas de *Asphodelus* L. (Asphodelaceae). *Lagascalía* **17** (2): 329-352.
- EIBL, B. I., F. SILVA, A. CARVALLO, P. CZEREPAK, P. & J. KEHL (1994). Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R.A. *Revista Forestal Yvyrareta*. Resúmenes, **5** (5): 2-3.
- EGLEY, G. H. (1989). Water impermeable seed coverings as barriers to germination. In: R. B. TAYLORSON (ed.). *Recent advances in the development and germination of seeds*. Plenum Press, New York, pp. 207-223.
- ELÍAS, J. (2003). *Plantas y Jardines de Sevilla*. Ayuntamiento de Sevilla, Sevilla.
- ENGEL, V. L. & J. A. PARROTTA (2001). An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. *For. Ecol. Manage.* **152** (1-3): 169-181.
- IZCO, J. (1997). Jardines Botánicos. In J. IZCO, & al. (eds.). *Botánica*. McGraw-Hill- Interamericana, Madrid, pp. 581
- JEFFERY, D. J., P. M. HOLMES, A. G. REBELO (1988). Effects of dry heat on seed germination in selected indigenous and alien legume species in South Africa. *S. Afr. Tydskr. Plantkd.*, **54**: 28-34.
- HEYWOOD, V. H. (1985). *Las plantas con flores*. Editorial Reverté, S. A., Barcelona, Bogotá, Buenos Aires, Caracas, México.

- MORRISON, D. A., K. MC CLAY, C. PORTER & S. RISH, (2002). The role of the lens in controlling heat-induced breakdown of testa-imposed dormancy in native Australian legumes. *Ann. Botany* **82**: 35-40.
- NGULUBE, M. R. (2003). Seed germination, seedling growth and biomass production of eight Central-American multipurpose tree under nursery conditions in Zomba, Malawi. *For. Ecol. Manage.* **27** (1): 21-27.
- ROSSINI OLIVA, S., B. VALDÉS & M. C. ANDRÉS (2005). Dinámica natural en un área artificial. Plantas invasoras en el Jardín Americano de Sevilla (Andalucía, España). *Lagascalía* **25**: 149-168.
- SILVERTOWN, J. W. (1981). Seed size, life span and germination date as coadapted features of plant life history. *Amer. Naturalist* **118**: 860-864.
- TEKETAY, D. (1996). Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *For. Ecol. Manage.* **80** (1-3): 209-223.
- THOMPSON, P. A. (1973). Seed germination in relation to ecological and geographical distribution. In V. H. HEYWOOD (ed.). *Taxonomy and Ecology*. Academia Press. London.
- VALDÉS, B., M. MARTÍN CACAO & Z. DÍAZ (1990). *Programa Ratces*. Exposición Universal de Sevilla 1992. Sevilla.