

GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE 32 ESPECIES DE PLANTAS DE LA COSTA DE GUERRERO: SU UTILIDAD PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Héctor Godínez- Álvarez

Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Apartado Postal 70-275, Ciudad Universitaria, C. P. 04510, Coyoacán, México, D.F.

Arturo Flores-Martínez

Departamento de Botánica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala, Col. Casco de Santo Tomás. C. P. 11340, México, D.F.

RESUMEN

Se presentan los resultados de la germinación de 32 especies de plantas que potencialmente podrían utilizarse para la recuperación de terrenos deteriorados en la costa de Guerrero. Los tratamientos experimentales consistieron en diferentes formas de escarificación y estratificación térmica para romper la posible latencia y fueron seleccionados considerando las características biológicas de las semillas de las distintas especies. Para cada tratamiento, se evaluó el porcentaje final de germinación mediante un análisis de devianza y el tiempo necesario para lograr el 50% de germinación del total de las semillas sembradas. Además, se realizó una estimación cualitativa de la facilidad de obtener semillas en campo para su propagación masiva. Las semillas con testa gruesa tuvieron altos porcentajes de germinación con escarificación mecánica y ligeramente menores con escarificación química. Para las demás semillas, la imbibición y la estratificación dieron buenos resultados. La condición de las semillas fue buena aunque las semillas de leguminosas presentaron daño por insectos. Los resultados de las diferentes pruebas se

discuten en términos de la factibilidad de su aplicación en la propagación de las especies.

Palabras clave: Asteraceae, deterioro ambiental, escarificación, estratificación, Fabaceae, latencia, Poaceae.

ABSTRACT

We present the results of different germination tests for 32 species of plants that potentially could be used for the recovery of degraded lands in the coast of Guerrero. The experimental treatments consisted in different forms of scarification and thermal stratification to break possible physiological dormancy; the treatments were chosen considering physical and biological characteristics of the seeds. For each treatment, we determined the final proportion of germinated seeds and estimated the time required to obtain the germination of the 50% of the total sown seeds, using a deviance analysis. Additionally, we made a qualitative estimation of the ease to obtain seeds in the field. We found that seeds with a thick coat reached high germination percentages with mechanical scarification treatment and slightly less after chemical scarification; other seeds showed a good

germination after inhibition and thermal stratification. Insect damage was recorded in seeds of just three species of plants.

Key Words: Asteraceae, dormancy, Fabaceae, land degradation, Poaceae, stratification, scarification.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas asociados a la ejecución de un proyecto de desarrollo es, sin duda alguna, el deterioro de los ecosistemas originales que se encuentran en esa región. Este deterioro ambiental afecta la vegetación, los animales y el suelo de los sistemas naturales, alterando las interacciones biológicas y los procesos ecológicos característicos de estos ambientes. En la actualidad, el aumento de las superficies deterioradas ha determinado que la necesidad de recuperar estos sistemas adquiera gran valor por lo que diferentes países han incorporado en sus leyes y reglamentos dicha disposición (Lippitt *et al.*, 1994).

La recuperación exitosa de un ecosistema degradado requiere de información ecológica básica que permita desarrollar estrategias útiles para revertir el deterioro de los ecosistemas. Hasta hace poco tiempo, una de las formas más comunes para la recuperación de las áreas con algún grado de deterioro consistía en la instauración de una cubierta vegetal con especies comerciales, generalmente exóticas (*e.g.*, eucaliptos y casuarinas). El uso de estas especies se debe básicamente a que son de fácil adquisición y propagación, sin embargo, su utilización generalmente

produce efectos desfavorables ya que pueden convertirse en plagas desplazando a las especies locales de plantas y animales (Espinosa-García, 1996; Vázquez-Yanes y Batis, 1996). Debido a lo anterior, la restauración de una comunidad con todos sus

procesos ecológicos internos ha sido la opción que se ha intentado con mayor frecuencia durante los últimos 15 años empleando para esto especies nativas y de preferencia ecotipos locales (Williamson *et al.*, 1982; Bradshaw, 1987; Lippitt *et al.*, 1994).

Desafortunadamente, la posibilidad de restaurar los terrenos degradados utilizando especies nativas en tiempos relativamente cortos requiere de un conocimiento profundo de los aspectos biológicos, ecológicos y de manejo de estas especies (Vázquez-Yanes y Batis, 1996), los cuales en su mayoría son desconocidos. Así, para la utilización de estas especies es necesario conocer, además de los requerimientos para la germinación de las semillas, la facilidad de colecta de las mismas, su procesamiento y las condiciones adecuadas para el almacenaje de éstas, la tolerancia de las plantas a las condiciones ambientales y las relaciones competitivas que pueden ocurrir con otras especies, entre muchos otros aspectos.

En este contexto, y como parte de un proyecto global de selección de especies potencialmente útiles para recuperar sitios deteriorados en la costa de Guerrero, se evaluó la germinación de las semillas de 28 especies nativas (o por lo menos ya presentes de manera extendida en la zona) y de cuatro especies de pastos comerciales adecuados para las condiciones climáticas de la zona. Para esto, se aplicaron diferentes tratamientos pregerminativos a las semillas para evaluar su efecto sobre la tasa de germinación y el porcentaje final de semillas germinadas.

Con esta información, complementada con evaluaciones cualitativas sobre la facilidad de obtención de las semillas, se pretende proporcionar elementos suficientes para seleccionar especies adecuadas para el

desarrollo de una vegetación protectora que permita conservar e incrementar la fertilidad del suelo. Las especies probadas fueron en su mayoría herbáceas y arbustos las cuales, además de que se ha documentado que tienen un papel funcional importante en las comunidades (West, 1989; Call y Roundy, 1991) reúnen las características de disponibilidad de propágulos y tolerancia a perturbaciones que las hacen las más indicadas para comenzar un proceso de sucesión (Williamson *et al.*, 1982),

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de semillas

Las semillas se obtuvieron directamente por medio de la recolección de frutos maduros de las diferentes especies entre septiembre de 1992 y abril de 1993 en los alrededores de Petacalco, Guerrero. Esta región, ubicada cerca de los límites con el estado de Michoacán (17° 58' N, 102° 06' W), tiene una precipitación anual total y una temperatura promedio anual de 1,300 mm y 22°C respectivamente. La temporada de lluvias inicia en junio y termina en octubre. La zona está cubierta en su mayoría con vegetación secundaria derivada de selva baja caducifolia en la que *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *Bahuinia pauletia* y *Guazuma ulmifolia* son algunas de las especies dominantes junto con diferentes especies de pastos. Para cada una de las especies estudiadas se evaluó de manera cualitativa la facilidad de colecta de las semillas (fácil, regular y difícil), la abundancia de la especie en el sitio (escasa, regular y abundante), la condición de la semilla (mala, regular y buena) y la facilidad de obtener las semillas de los frutos (fácil, regular o difícil) que son consideraciones que contribuyen a la elección de las especies útiles (Williamson *et al.*, 1982; FAO, 1989; Lippitt *et al.*, 1994). Los frutos colectados fueron guardados en

bolsas de papel y llevados al laboratorio en donde las semillas se extrajeron por medio de la disección de los frutos. Una vez obtenidas, las semillas se almacenaron temporalmente en recipientes de plástico a temperatura ambiente hasta el inicio de los experimentos (máximo dos meses). Las semillas de los pastos comerciales se adquirieron a través de un distribuidor autorizado.

Pruebas de germinación

El trabajo para evaluar la germinación se dividió en dos fases. En la primera, la cual fue extensiva, se hicieron pruebas preliminares con diferentes tratamientos pregerminativos a las 32 especies consideradas. Con base en los resultados obtenidos en esta fase, así como información sobre la abundancia de las especies en la zona de estudio, número de semillas obtenidas y tolerancia a condiciones de alto estrés, se seleccionaron 11 especies de las 32 las cuales eran buenas prospectos para usarse para la restauración. A estas 11 especies se les determinaron con más precisión algunos parámetros relacionados con la germinación.

Los tratamientos experimentales en ambas fases se seleccionaron en función del tamaño de la semilla, la dureza de la testa e información previa sobre la biología de las especies buscando, en todos los casos, romper algún tipo de latencia. Para aquellas especies con testa gruesa, los tratamientos empleados consistieron en fragmentar o debilitar la testa a través de alguno de los siguientes tratamientos: 1) frotar las semillas con lija hasta observar un adelgazamiento o fractura de la testa, 2) cortar una pequeña porción de la testa con una navaja, 3) perforar la testa con aguja; este último tratamiento sólo fue aplicado a *Dactyloctenium aegyptium* (Poaceae), 4) colocar las semillas en agua hirviendo por diferentes periodos (*i. e.*, desde 10 seg hasta

60 min, dependiendo la especie), 5) colocar las semillas en ácido sulfúrico concentrado al 98% por diferentes periodos (*i. e.*, desde 3 seg hasta 30 min, dependiendo la especie) y 6) embeber las semillas en agua por 24 horas. Para las especies con probable latencia fisiológica los tratamientos fueron: 1) estratificación a 4°C por 24, 48 y 72 horas y 2) estratificación a 8°C por 24 y 48 horas. Para todas las especies se colocó además un lote testigo sin ningún tratamiento a las semillas. Para evitar el desarrollo de hongos, las semillas se colocaron previamente en hipoclorito de sodio al 5% durante 5 minutos.

La unidad experimental para cada tratamiento consistió de una caja de Petri con agar al 1% en la que se sembraron 20 semillas. El número de réplicas por especie en la primera fase fue de 2 (40 semillas totales) mientras que en la segunda fase fue de 6 (120 semillas totales por tratamiento). Las cajas de Petri se mantuvieron en el laboratorio en condiciones ambientales de temperatura y fotoperiodo, revisándolas cada tercer día para cuantificar el número de semillas germinadas. Los experimentos fueron monitoreados durante 10 días y el criterio para considerar una semilla germinada fue la emergencia de la radícula.

Para cada una de las especies evaluadas en la primera fase se determinó el porcentaje final de germinación. Sin embargo, estos datos no fueron analizados estadísticamente debido a su carácter extensivo y preliminar por lo que sólo fueron utilizados como base para la elección de las 11 especies estudiadas en la segunda fase. Para estas últimas, el análisis de la proporción de semillas germinadas se realizó con un análisis de devianza para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos para cada una de las especies. Este análisis se realizó utilizando una función de ligamiento logit

que considera una distribución del error tipo binomial con el programa estadístico GLIM 3.77. Este análisis es análogo al análisis de varianza pero adecuado para datos acotados entre 0 y 1 (*e.g.*, proporción de semillas germinadas; McCullagh y Nelder, 1983; Healy, 1988; Crawley, 1993). Además se estimó el tiempo necesario para lograr el 50% de germinación del total de semillas sembradas (*i. e.*, puesta del punto medio; Went, (1957) en González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996). La estimación de la función de germinación a través del tiempo se realizó con un ajuste a un modelo logístico de la forma:

$$G = \frac{e^{a+bx}}{1+e^{a+bx}}$$

en donde G es la proporción de semillas germinadas, a es una constante del ajuste que está relacionada con el tiempo de retraso de la germinación y b está relacionada con la velocidad de germinación. Con esta función se estimó el tiempo necesario para el 50% de la germinación. Para el ajuste de los datos se utilizó el programa estadístico STATISTICA V.1.

RESULTADOS

Los resultados de las pruebas de germinación, facilidad de colecta, abundancia de la especie, condición y obtención de la semilla para las 32 especies se muestran en el apéndice 1. Todas estas especies pertenecen a diferentes familias como Fabaceae (18), Asteraceae (6), Poaceae (5), Bixaceae (1), Malvaceae (1) y Nyctaginaceae (1) por lo que su respuesta germinativa varió según los tratamientos aplicados.

En el caso de las leguminosas, todas las especies fueron de fácil colecta y obtención

de la semilla. La mayoría de las especies son abundantes en la zona excepto *Chamaecrista serpens*, *Crotalaria incana*, *Desmanthus virgatus* y *Senna occidentalis*. Las semillas de *Caesalpinia platyloba* presentaron una alta proporción de daño por insectos mientras que en *Gliricidia sepium*, *Bahinia pauletia*, *Mimosa bentharii* y *M. polyantha* ésta fue menor; el resto de las especies presentó semillas en buena condición. Los mejores tratamientos para promover la germinación fueron la escarificación con lija y navaja con los que se obtuvieron porcentajes mayores al 70-80%. La inmersión en ácido sulfúrico concentrado también dio buenos resultados, sin embargo, los porcentajes obtenidos fueron muy variables y siempre inferiores al 80%. La inmersión en agua hirviendo y la imbibición de las semillas no incrementaron la proporción de semillas germinadas (<6.7%) en ninguna de las especies analizadas. La menor germinación para todas las especies se obtuvo en el lote testigo (<18%), excepto en *Gliricidia sepium* en la que la proporción fue del 100%. En el apéndice 1, se muestra el tiempo estimado para alcanzar el 50% de germinación de las semillas sembradas para las 11 especies estudiadas durante la segunda fase del trabajo. En general, las velocidades de germinación fueron similares para la escarificación con navaja y lija así como para la inmersión en ácido sulfúrico. Las figuras 1 y 2 muestran las curvas de germinación de las leguminosas en las que se pueden observar los distintos comportamientos para diferentes tratamientos.

La evaluación cualitativa de la facilidad de colecta y obtención de las semillas para todas las especies de la familia Asteraceae mostró que éstas no presentan ningún problema debido a que son plantas abundantes en la región con semillas en buenas condiciones (apéndice 1). La imbibición de las semillas por un periodo de 24 horas resultó un

tratamiento adecuado para la germinación, aunque también la escarificación con navaja y la estratificación húmeda por 24 horas dieron buenos resultados. Sin embargo, en estos tratamientos nunca se alcanzaron porcentajes mayores al 80% y la efectividad varió según la especie. La respuesta germinativa de las semillas inmersas en ácido sulfúrico fue variable pero siempre inferior al 30%. Al igual que en las leguminosas, la inmersión en agua hirviendo y el lote testigo presentaron los menores porcentajes de germinación con 0 y 13.3% respectivamente. *Viguiera michoacana* fue la única especie con una proporción de germinación relativamente alta (67%) en las semillas del lote testigo. El tiempo estimado para obtener el 50% de germinación en *Dyssodia tagetiflora* fue similar entre los diferentes tratamientos ensayados. Por el contrario, en *V. michoacana* el lote testigo presentó una tasa mayor comparada con el resto de los tratamientos (apéndice 1; figura 3).

De todas las especies de pastos empleadas, *Dactyloctenium aegyptium* fue la única especie que se colectó de manera natural en la región. No obstante que esta especie es introducida, presenta una gran abundancia y sus semillas son de fácil colecta y se encuentran en buen estado (apéndice 1). El mejor tratamiento para la germinación de las 5 especies de pastos fue la escarificación con lija aunque la proporción de semillas germinadas siempre fue menor al 70%. Por el contrario, la imbibición y la estratificación sólo permitieron obtener porcentajes entre el 13 y el 47% respectivamente. Ninguna de las especies germinó después de la inmersión de las semillas en agua hirviendo. Para *D. aegyptium*, la perforación de la testa dio buenos resultados (87%). *Brachiaria decumbens* y *D. aegyptium* fueron las únicas especies que presentaron altos porcentajes de germinación en el lote testigo con 53 y 47% respectivamente (apéndice 1).

Para el resto de las especies estudiadas, la abundancia en el campo, la facilidad de obtención de las semillas y su condición no representaron ningún problema (apéndice 1). La respuesta germinativa en los diferentes tratamientos fue muy variable y en la mayoría de los casos los porcentajes de germinación obtenidos fueron bajos. En *Bixa orellana* (Bixaceae) la escarificación con navaja fue el mejor tratamiento (78%) seguido de la escarificación con lija (52%), ácido sulfúrico (50%) y finalmente el testigo (0%). Para *Malachra* spp. (Malvaceae) todos los tratamientos aplicados resultaron en bajos porcentajes de germinación (<13%), incluyendo el lote testigo (0%). En el caso de *Salpianthus arenarius* (Nyctaginaceae) las semillas no germinaron después de la inmersión en ácido sulfúrico mientras que en el testigo la proporción fue del 10% (apéndice 1).

DISCUSIÓN

En general, la mayoría de las especies probadas no tienen problemas con respecto a la abundancia en el campo, la colecta y la facilidad de obtención de las semillas, excepto algunas especies de leguminosas que fueron escasas. El daño por brúquidos y otros insectos depredadores de semillas en sistemas tropicales ha sido ampliamente documentado (Ernst *et al.*, 1989), alcanzando en algunas especies y años infestaciones de más del 90% de las semillas. Sin embargo, en las semillas examinadas para este estudio se observó una baja proporción de semillas dañadas por depredadores a excepción de algunas especies de leguminosas como *Caesalpinia platyloba* y *Gliricidia sepium* que tuvieron una proporción considerable de semillas afectadas. Lippit *et al.* (1994) recomiendan coleccionar las semillas inmediatamente después de que han madurado para disminuir la pérdida por daño; aunque se ha reportado

que el orificio dejado por los brúquidos al salir de la semilla puede favorecer una rápida germinación (Hauser, 1994), esta situación no fue evaluada en este estudio.

Los resultados obtenidos sugieren que para propagar de manera eficiente cualquiera de las especies analizadas es necesario aplicar un tratamiento pregerminativo. El mejor tratamiento depende de las características propias de las especies así como de las familias. En el caso de las leguminosas, los mejores tratamientos fueron la escarificación mecánica y química. Estos resultados sugieren que las semillas de todas las especies de esta familia presentan latencia impuesta debida a la presencia de testas duras que impiden la entrada de agua y el intercambio de gases (Harper, 1977; Bidwell, 1979; Bewley y Black, 1994). Otros trabajos realizados con diferentes especies de leguminosas han encontrado resultados similares a los obtenidos. Así, para diferentes especies de *Acacia* se ha encontrado que la escarificación con ácido y lija permite incrementar la proporción de semillas germinadas (Padma *et al.*, 1995). De la misma manera, la escarificación mecánica incrementa la germinación de *Bahuinia racemosa* obteniendo porcentajes mayores al 98% (Prasad y Nautiyal, 1996). Guerrero y Herrera (1994) reportan que la escarificación con ácido sulfúrico por 20 minutos interrumpe la latencia y favorece la germinación de las semillas de *Sesbania emerus*. En el caso de las especies del género *Senna*, los tratamientos aplicados no incrementaron sustancialmente la germinación obteniendo siempre porcentajes inferiores al 60%. Este resultado es contrario a lo reportado en otros trabajos en donde la escarificación mecánica y con ácido sulfúrico incrementa la germinación (>95%) de diferentes especies de este género (Teketay, 1996; Baskin *et al.*, 1998). Para estas especies es necesario realizar trabajos

detallados que permitan determinar condiciones específicas para los tratamientos aplicados o bien, tratamientos alternativos para incrementar la germinación. Así, por ejemplo, en el caso de la escarificación con ácido es necesario realizar experimentos con una variedad de tiempos mayor para definir el tiempo adecuado de inmersión de las semillas.

No obstante la gran variedad de tratamientos aplicados a las especies de la familia Asteraceae, éstas presentaron en general porcentajes de germinación bajos. Sin embargo, en algunas de las especies que se probaron como *D. porophyllum*, *D. tagetiflora* y *V. michoacana* fue posible encontrar un tratamiento que promoviera la germinación de las semillas (*i. e.*, imbibición en agua y escarificación con navaja). Estos resultados sugieren que probablemente la latencia de las semillas se deba a la presencia de inhibidos en el embrión que son eliminados después de la aplicación de dichos tratamientos o bien, a la presencia de tegumentos impermeables que impiden la germinación (Harper, 1977; Bewley y Black, 1994). Diversos trabajos en la literatura han reportado que la presencia de luz (Noronha *et al.*, 1997), la falta de humedad (Martínez-Ghersa *et al.*, 1997) y las bajas temperaturas (Noronha *et al.*, 1997; Walck *et al.*, 1997) pueden promover la germinación de las semillas de estas plantas. Sin embargo, de todas las especies analizadas *Viguiera michoacana* fue la única que presentó un porcentaje de germinación alto (80%) después de la estratificación de las semillas. Por el contrario, algunas especies como *Eupatorium odoratum* (20%), *Porophyllum* spp. (6.7%) y *Zinnia* spp. (20%) mostraron valores de germinación bajos los cuales quizás están relacionados con problemas en el desarrollo de las semillas (Harper, 1977; Bewley y Black, 1994).

Todas las especies de pastos probadas germinaron después de la escarificación de las semillas con lija. Este resultado sugiere que las semillas de estas especies presentan latencia impuesta debida a la presencia de tegumentos como glumas, palea y lema que impiden la entrada de agua y el intercambio gaseoso (Harper, 1977; Bewley y Black, 1994). La alta germinación de *D. aegyptium* obtenida con la perforación de las semillas apoya este resultado.

La escarificación mecánica, la inmersión en agua hirviendo y la inmersión en ácido sulfúrico son algunos de los tratamientos que rompieron la latencia de las semillas de *Iliamna corei*, una especie de la familia Malvaceae (Baskin y Baskin, 1997). Sin embargo, en la especie estudiada en este trabajo (*Malachra* spp.) ninguno de estos tratamientos dio buenos resultados por lo que es necesario probar un mayor número de tratamientos para determinar las condiciones adecuadas para la germinación.

La realización de estudios básicos que permitan obtener información sobre la facilidad de colecta de las semillas y los tratamientos para incrementar la germinación de diferentes especies de plantas representa una etapa fundamental para la recuperación de terrenos degradados. Sin embargo, para poder llevar a cabo una propagación exitosa de las especies de interés es necesario considerar diversos aspectos como la eficiencia en la germinación (proporción y velocidad), el costo asociado a ese tratamiento y el número de plantas necesarias para recuperar una superficie (Williamson *et al.*, 1982). Con base en estas consideraciones, para las especies que presentan semillas pequeñas (*i. e.*, Asteraceae y Poaceae) y que se requieren en grandes proporciones es recomendable la elección de un tratamiento práctico como la imbibición o bien, la inmersión en ácido sulfúrico

concentrado por diferentes periodos. La elección de alguno de estos tratamientos puede implicar una disminución en el porcentaje de germinación final, sin embargo el esfuerzo y el tiempo requerido disminuirán considerablemente. Para las especies con semillas de tamaño mediano o grande (*i. e.*, leguminosas), independientemente de la proporción que se necesite, no presentan ningún problema desde el punto de vista práctico por lo que cualquier tratamiento puede ser empleado.

El proceso de recuperación de zonas deterioradas no es un problema fácil, ya que requiere no sólo el lograr una producción masiva de plantas sino un establecimiento exitoso. El conocimiento de los aspectos básicos para la propagación de especies nativas nos permitirá contar con una base sólida para desarrollar una estrategia eficiente de recuperación de superficies deterioradas complementada, por supuesto, con evaluaciones de la sobrevivencia de las plantas en condiciones naturales.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora. Alma Orozco Segovia por sus valiosos comentarios los cuales permitieron mejorar el manuscrito. Alicia Callejas, Miguel Guevara y Ernesto Vega colaboraron durante la realización de las pruebas de germinación. Esta investigación fue realizada gracias al apoyo otorgado por la CFE proyecto No. 922006.

LITERATURA CITADA

Baskin, J. M. y C. C. Baskin. 1997. Methods of breaking seed dormancy in the endangered species *Iliamna corei* (Sherff) Sherff (Malvaceae), with special attention to heating. *Natural Areas Journal*, 17:313-323.

Baskin, J. M., X. Nan y C. C. Baskin. 1998. A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and a perennial species of *Senna* (Fabaceae). *Seed Science Research*, 8:501-512.

Bewley, J. D. y M. Black. 1994. *Seeds. Physiology of development and germination*. Plenum Press. London.

Bidwell, R. G. S. 1979. *Fisiología Vegetal*. AGT Editor. México.

Bradshaw, A. D. 1987. The reclamation of relict land and the ecology of ecosystems. In: Jordan III W. R., M. E. Gilpin y J. D. Aber. (eds). *Restoration Ecology: a synthetic approach to ecological research*. Cambridge University Press. Cambridge. 53-74 pp.

Call, C. A. y B. A. Roundi. 1991. Perspectives and processes in revegetation of arid and semiarid rangelands. *Journal of Range Management* 44:543-549.

Crawley, M. J. 1993. *GLIM for Ecologists*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.

Ernst, W. H. O., D. J. Tolsma y J. Decelle. 1989. Predation of seeds of *Acacia tortilis* by insects. *OIKOS* 54:294-300.

Espinosa-García, F. 1996. Revisión sobre la alelopatía de *Eucalyptus* L Herit. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 58:55-74.

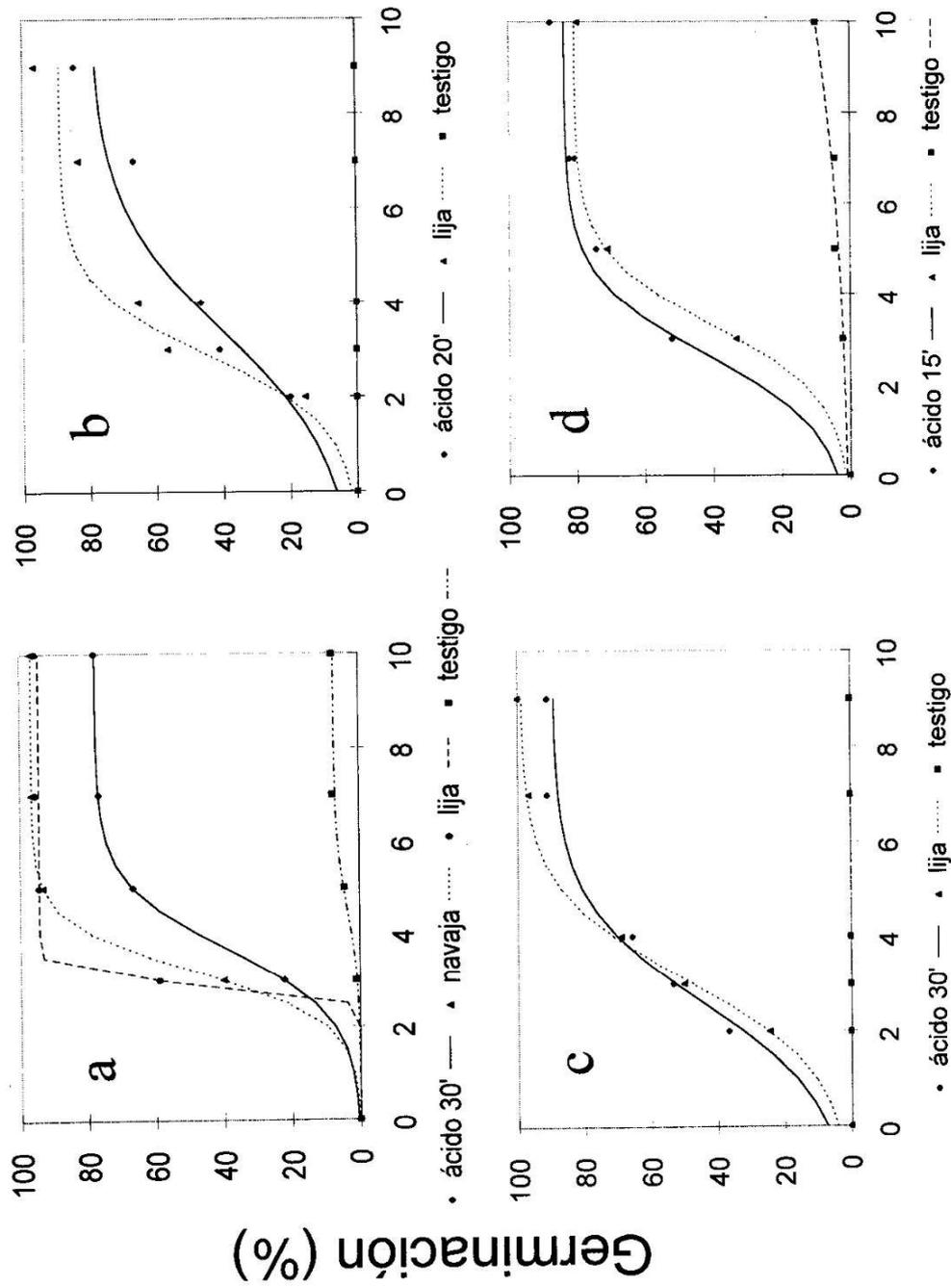
FAO. 1989. *Arid Zone Forestry*. FAO Conservation Guide No. 20. 143 p.

González-Zertuche, L. y A. Orozco

- Segovia. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda brachystachya*. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58:15-30.
- Guerrero, M. y J. Herrera. 1994. The germination of *Sesbania emerus* (Fabaceae): Effect of immersion in sulphuric acid. *Revista de Biología Tropical*, 42:461-466.
- Harper, J. L. 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press. London.
- Hauser, P.T. 1994. Germination, predation and dispersal of *Acacia albida* seeds. *OIKOS*, 71:421-426.
- Healy, M. J. 1988. *Glim an introduction*. Oxford Science Publications. Oxford University Press. Oxford.
- Lippitt, L., M. W. Fidelibus y D. A. Bainbridge. 1994. Native seed collection, processing and storage for revegetation projects in the Western United States. *Restoration Ecology*, 2:120-131.
- Martínez-Ghersa, M. A., E. H. Satorre y C. M. Ghersa. 1997. Effect of soil water content and temperature on dormancy breaking and germination of three weeds. *Weed Science*, 45:791-797.
- McCullagh, P. y J. A. Nelder. 1983. *Generalized linear models*. Chapman & Hall. London.
- Noronha, A., L. Andersson y P. Milberg. 1997. Rate of change in dormancy level and light requirement in weed seeds during stratification. *Annals of Botany* 80:795-801.
- Padma, V., B. M. Reddy y G. Satyanarayana. 1995. Breaking dormancy in certain *Acacia* spp. by pre-sowing seed treatments. *Seed Research*, 21:26-30.
- Prasad, P. y A. R. Nautiyal. 1996. Physiology of germination in *Bahuinia*: Involvement of seed coat in inhibition of germination in *B. racemosa* Lam. seeds. *Seed Science and Technology*, 24:305-308.
- Teketay, D. 1996. The effect of different pre-sowing seed treatments, temperature and light on the germination of five *Senna* species from Ethiopia. *New Forests*, 11:155-171.
- Vázquez-Yanes, C. y A. I. Batis. 1996. Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 58:75-84.
- Walck, J. L., J. M. Baskin & C. C. Baskin. 1997. A comparative study of the seed germination biology of a narrow endemic and two geographically-widespread species of *Solidago* (Asteraceae). 1. Germination phenology and effect of cold stratification on germination. *Seed Science Research* 7:47-58.

West, N. E. 1989. Spatial Patterns-Functional Interactions in Shrub-Dominated Plant Communities. In: McKell C. M. (ed.). *The Biology and Utilization of Shrubs*. Academic Press. USA. 285-305 pp.

Williamson, N. A., M. S. Johnson y A. D. Bradshaw. 1982. *Mine wastes reclamation*. Mining Journals Books. England.



Tiempo (días)

Fig. 1. Germinación de semillas de *Acacia cochiliacantha* (a), *Chamaecrista rotundifolia* (b), *Chamaecrista serpens* (c) y *Desmanthus virgatus* (d) con diferentes tratamientos pregerminativos. Las líneas y los símbolos representan los modelos ajustados y los datos observados, respectivamente. En todas las especies los símbolos son el promedio de las seis réplicas experimentales empleadas.

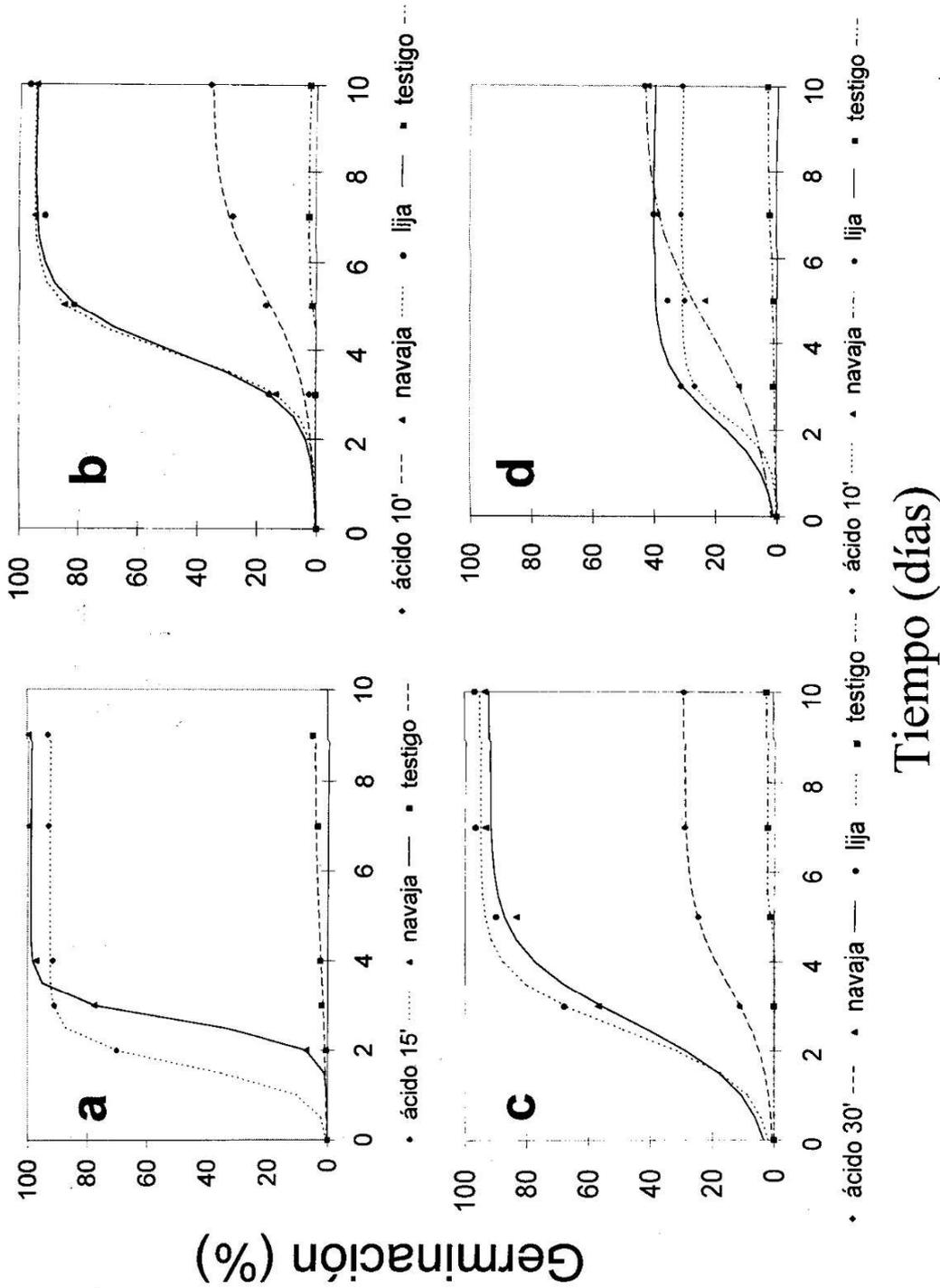


Fig. 2. Germinación de semillas de *Mimosa pigra* (a), *Mimosa polyantha* (b), *Sesbania Herbacea* (c) y *Sennauniflora* (d) con diferentes tratamientos pregerminativos. Las líneas y los símbolos representan los modelos ajustados y los datos observados, respectivamente. En todas las especies los símbolos son el promedio de las seis réplicas experimentales empleadas.

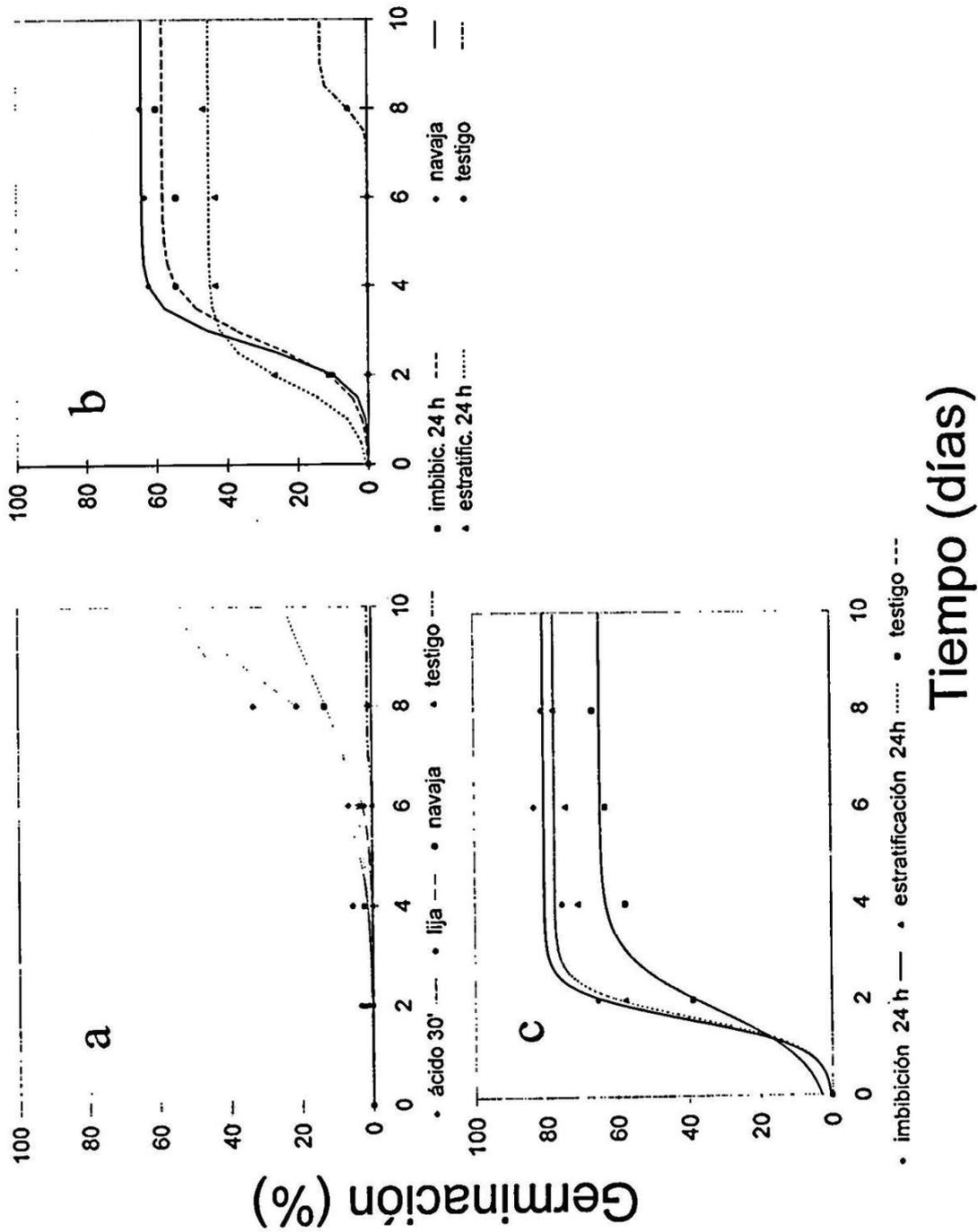


Fig. 3. Germinación de semillas de *Senna obtusifolia* (a), *Dyssodia tagetiflora* (b), y *Viguiera michoacana* (c) con diferentes tratamientos pregerminativos. Las líneas y los símbolos representan los modelos ajustados y los datos observados, respectivamente. En todas las especies los símbolos son el promedio de las seis réplicas experimentales empleadas.

Apéndice 1

Atributos biológicos y porcentaje de germinación de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero evaluadas en dos fases diferentes. En el caso de las especies de la segunda fase, Gt50 se refiere al tiempo estimado para alcanzar el 50% de germinación.

PRIMERA FASE

Especie	Forma de vida	Colecta	Abundancia	Condición ¹	Obtención ²	Tratamiento	Porcentaje
<i>Acacia farnesiana</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Abundante	B	F	Lija	86.7
						Navaja	96.6
<i>Bauhinia pauletia</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Abundante	R	F	Testigo	0
						Lija	80
<i>Bixa orellana</i> Bixaceae	Arbustiva	Fácil	Abundante	B	F	Navaja	96.6
						Imbibición 24 h	6.6
<i>Bracharia brizantha</i> Poaceae	Herbácea	-	-	B	F	Testigo	6.6
						Ac. sulfúrico 20'	52
<i>Bracharia decumbens</i> Poaceae	Herbácea	-	-	B	F	Navaja	50
						Testigo	78
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Estrat. 4°C 24h	0
						Imbibición 24h	13.3
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Imbibición 24h	20
						Lija	66.7
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Testigo	0
						Estrat. 4°C 24h	46.6
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Imbibición 24h	40
						Lija	60
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Testigo	53.3
						Ac. sulfúrico 15'	100
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Lija	0
						Navaja	30
<i>Caesalpinia platyloba</i> Fabaceae	Arbórea	Fácil	Abundante	M	F	Testigo	0
						Testigo	0

Apéndice 1 (Continuación)

<i>Chloris gayana</i> Poaceae	Herbácea	-	-	B	F	Estrat. 4°C 24h Imbibición 24h Lija Testigo	0 20 53.3 0
<i>Cracca mollis</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Abundante	B	F	Ac. sulfúrico 30' Lija Navaja Testigo	0 80 20 0
<i>Cenchrus ciliaris</i> Poaceae	Herbácea	-	-	B	F	Estrat. 4°C 24h Imbibición 24h Lija Testigo	6.7 13.3 60.0 13.3
<i>Crotalaria incata</i> Fabaceae	Herbácea	Fácil	Escasa	B	F	Ac. sulfúrico 10' Ac. sulfúrico 15' Lija Navaja Testigo	20 50 70 70 0
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> Poaceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	F	Estrat. 8°C 24h Estrat. 4°C 24h Estrat. 8°C 48h Estrat. 4°C 48h Estrat. 4°C 72h Imbibición 24h Perforación Testigo	6.7 33.3 0 6.7 33.3 46.7 86.6 46.7
<i>Dalea cliffortiana</i> Fabaceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	R	Ac. sulfúrico 30' Agua hirviendo 10' Lija Testigo	0 0 90 6.7

Apéndice 1 (Continuación)

	Herbácea	Fácil	Regular	B	F	Ac. sulfúrico 5'	33.3
<i>Dyssodia porophyllum</i> Asteraceae						Agua hirviendo 3'	0
						Imbibición 24h	6.7
						Navaja	80
						Testigo	13.3
<i>Eupatorium odoratum</i> Asteraceae	Arbustiva	Fácil	Escasa	R	F	Ac. sulfúrico 5'	13.3
						Agua hirviendo 3'	0
						Navaja	20
						Testigo	0
<i>Gliricidia sepium</i> Fabaceae	Arborea	Fácil	Abundante	R	F	Ac. sulfúrico 15'	80
						Lija	60
						Testigo	100
<i>Malachra sp.</i> Malvaceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	F	Ac. sulfúrico 10'	13.3
						Ac. sulfúrico 20'	10
						Lija	6.7
						Testigo	0
<i>Mimosa benthamii</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Abundante	R	F	Ac. sulfúrico 10'	60
						Lija	20
						Navaja	80
						Testigo	0
<i>Porophyllum sp.</i> Asteraceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	F	Ac. sulfúrico 5'	0
						Agua hirviendo 2'	0
						Navaja	6.7
						Testigo	0
<i>Salpianthus arenarius</i> Nyctaginaceae	Arbustiva	Fácil	Regular	B	F	Ac. sulfúrico 15'	0
						Testigo	10

Apéndice 1 (Continuación)

<i>Senna occidentalis</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Escasa	B	F	Ac. sulfúrico 5' Ac. sulfúrico 10' Ac. sulfúrico 15' Ac. sulfúrico 20' Lija Navaja Testigo	33.3 26.7 26.7 10 20 53.3 10
<i>Zinnia</i> sp.	Herbácea	Fácil	Regular	B	R	Ac. sulfúrico 1'	20
Asteraceae						Navaja Testigo	20 6.7

¹ M: Mala, R: Regular, B: Buena
² F: Fácil, R: Regular, D: Difícil

SEGUNDA FASE

Especie	Forma de vida	Colecta	Abundancia	Condición	Obtención ²	Tratamiento	Porcentaje ³	Gt50
<i>Acacia cochliacantha</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Abundante	B	D	Ac. sulfúrico 30' Agua hirviendo 10' Lija Navaja Testigo	77.8 ^b 0 ^c 93.3 ^a 96.6 ^a 6.7 ^c	3.0 - 4.1 3.3 -
<i>Chamecrisia rotundifolia</i> Fabaceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	F	Ac. sulfúrico 20' Agua hirviendo 10' Lija Navaja Testigo	73.3 ^a 0 96.7 ^a 46.7 ^b 0 ^c	4.1 - 3.1 - -

Apéndice 1 (Continuación)

Chamaecrista serpens Fabaceae	Herbácea	Fácil	Escasa	B	F	Ac. sulfúrico 10'	0 ^d	-
						Ac. sulfúrico 20'	27 ^c	-
						Ac. sulfúrico 30'	88 ^b	2.9
Desmanthus virgatus Fabaceae						Lija	100 ^a	3.1
						Navaja	27 ^c	-
						Testigo	0.17 ^d	-
	Herbácea	Fácil	Escasa	B	F	Ac. sulfúrico 10'	0 ^c	-
						Ac. sulfúrico 15'	88 ^a	3.0
Dyssodia tagetiflora Asteraceae						Agua hirviendo 5'	6.7 ^b	-
						Lija	80 ^a	3.7
						Testigo	10 ^b	-
	Herbácea	Fácil	Abundante	B	R	Estrat. 4°C 24h	46.7 ^a	-
						Imbibición 24h	60 ^a	3.6
Mimosa pigra Fabaceae						Navaja	64.4 ^a	3.2
						Testigo	13.3 ^b	-
	Arbustiva	Fácil	Abundante	B	F	Ac. sulfúrico 15'	97.7 ^a	1.7
						Navaja	100 ^a	2.7
Mimosa polyantha Fabaceae						Testigo	17.7 ^b	-
	Arbustiva	Fácil	Abundante	R	F	Ac. sulfúrico 10'	35.5 ^b	-
						Agua hirviendo 5'	6.7 ^c	-
						Lija	96.6 ^a	4.1
						Navaja	94.4 ^a	4.0
Senna obtusifolia Fabaceae						Testigo	2 ^c	-
	Arbustiva	Fácil	Regular	B	F	Ac. sulfúrico 30'	59 ^a	9.4
						Lija	60 ^a	9.7
						Navaja	29 ^b	-
					Testigo	0 ^c	-	

Apéndice 1 (Continuación)

<i>Senna uniflora</i> Fabaceae	Arbustiva	Fácil	Regular	B	F	Ac. sulfúrico 10'	31.1 ^a	-
						Lija	43.3 ^a	-
						Navaja	42.0 ^a	-
<i>Sesbania herbacea</i> Fabaceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	F	Testigo	3.3 ^b	-
						Ac. sulfúrico 5'	6.7 ^c	-
						Ac. sulfúrico 15'	6.7 ^c	-
						Ac. sulfúrico 30'	28.6 ^b	-
						Agua hirviendo 5'	0 ^c	-
<i>Viguiera michoacana</i> Asteraceae	Herbácea	Fácil	Abundante	B	R	Lija	96.6 ^a	2.5
						Navaja	93.3 ^a	2.8
						Testigo	2.0 ^c	-
						Estrat. 4°C 24h	80 ^a	1.9
						Imbibición 24h	82 ^a	1.6
					Testigo	67 ^b	2.5	

¹ M: Mala, R: Regular, B: Buena

² F: Fácil, R: Regular, D: Difícil

³ Letras diferentes denotan diferencias significativas p<0.05