



U. M. S. N. H.

Efecto de la Escarificación y la Calidad de la Luz en la Germinación de *Lupinus elegans*

Adriana Corona Mora¹, Mariela Gómez Romero¹ y Roberto A. Lindig Cisneros^{1,2}

¹Laboratorio de Ecología de Restauración, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ²Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.

RESUMEN

Se determinó el efecto de la escarificación y la calidad de la luz sobre la germinación de semillas de *Lupinus elegans*, mismas que fueron sometidas a cinco tratamientos diferentes de calidad de la luz bajo un fotoperiodo de 12 horas, las diferentes calidades fueron: luz blanca, azul, verde, rojo y rojo lejano. En un primer experimento, todas las semillas se sometieron a un proceso de escarificación previa al experimento por 30 minutos con ácido sulfúrico concentrado, mostrando a la segunda semana un porcentaje entre el 88 y 91% de germinación, no observándose diferencias significativas entre los tratamientos de luz. En un segundo experimento, las semillas se sometieron a los mismos tratamientos de calidad de la luz, solo que esta vez, sin un tratamiento previo de escarificación. La germinación varió entre 6 y un 19% sin presentar diferencias significativas entre los tratamientos del tipo de luz. Estos resultados nos indican la poca permeabilidad que presenta esta semilla para que se lleve a cabo la germinación. Cuando no es sometida a un tratamiento previo de escarificación los resultados de germinación son significativamente más bajos. Por lo tanto, la escarificación aumenta considerablemente la permeabilidad de las semillas, siendo ésta un factor determinante para la germinación de las semillas de *L. elegans*, mientras que la calidad de la luz no tiene un efecto significativo en la germinación de esta especie.

Palabras clave: *L. elegans*, escarificación, luz.

ABSTRAC

In this study the effect of the scarification and light quality on germination of *Lupinus elegans* seeds was determined, the seeds were subjected to five different light quality treatments with a 12 hour photoperiod. The different light qualities tested were: white light, blue, green, red and far-red. In the first experiment, all seeds underwent scarification for 30 minutes with concentrated sulfuric acid, showing two weeks later a percentage of germination between 89 and 91%, but no significant differences were detected among light quality treatments. In a second experiment, seeds underwent the same light quality treatments without previous scarification. Results from this experiment showed germination percentages between 6 and 19% without showing significant differences among light quality treatments. These results indicate that *L. elegans* seeds have low permeability that prevent germination. When seeds were not previously scarified, germination percentages were significantly lower. Therefore, scarification increases seed permeability considerably, being a decisive factor for the germination of the seeds of *L. elegans*, while the quality of the light doesn't intervene in the germination of this species.

Key words: *L. elegans*, scarification, light.

INTRODUCCIÓN

La reforestación es una de las principales estrategias que se proponen para recuperar las zonas que han sido modificadas por el hombre para sus actividades productivas (González-Zertuche *et al* 2000). Un área al ser deforestada para su explotación agrícola y/o ganadera experimenta cambios severos, tanto en el microclima como en el suelo (Barradas, 2000). Es por ello que una de las propuestas para la recuperación de estos sitios es el uso de especies nativas para la restauración, ya que las plantas que sobreviven en una localidad son descendientes de poblaciones que han habitado la región por largos periodos de tiempo y están adaptadas al ambiente en que se encuentran, pues poseen las características (estructura, fisiología, crecimiento y procesos reproductivos) que les permiten responder a esas condiciones ambientales (González-Zertuche *et al* 2000).

Lupinus elegans es una leguminosa arbustiva perteneciente a la familia Fabaceae, distribuida en todas las regiones templadas y frías de la región central de México, que encontramos en bosques de encino, pino-encino y bosques de pino, desde los 2000 hasta los 3000 msnm. (Rzedowski y Rzedowski 2001). La importancia de esta especie radica principalmente en que es capaz de ayudar a la restauración al reducir la erosión del suelo causada por la deforestación (Aureoles-Celso 2006) y fijar nitrógeno en áreas perturbadas, además de tener la capacidad de generar altas cantidades de hojarasca que ayudan a mejorar las condiciones del suelo para permitir el establecimiento de otro tipo de vegetación (Gómez-Romero 2004) y es posible encontrarla desarrollándose en suelos arenosos de origen volcánico y suelos ricos en materia orgánica de bosques adyacentes de pino (Lindig-Cisneros *et al*, 2002). Además es una especie con potencial para ser utilizada en sistemas agroforestales (Vázquez-Yanes *et al*, 1996).

Especies del género han probado su capacidad de establecerse bajo condiciones muy adversas. Por ejemplo, en el estado de Washington, en los Estados Unidos de América, la erupción del volcán Santa Helena, provocó que la profundidad de la arena volcánica depositada afectara de

manera directa el establecimiento de la vegetación natural, a pesar de ello, especies del género *Lupinus* son dominantes en el sitio, ya que poseen adaptaciones que le permitieron establecerse en esos sitios tan perturbados (Del Moral, 1983, Atos y Zabel, 1986, Word y del Moral, 1988, Braatne y Bliss).

Las semillas de *Lupinus elegans* presentan mecanismos y estructuras sensibles a las condiciones ambientales que regulan la imbibición y aseguran que la germinación se presente bajo condiciones favorables, por lo que presentan tegumentos impermeables al agua (Baskin y Baskin 1998). La germinación es un proceso que requiere de muchas reacciones fisiológicas. Cuatro factores afectan la germinación de las semillas; humedad, temperatura, oxígeno y luz (Medina-Sánchez 2003). La luz es un factor de germinación sólo para algunas especies, ya que algunas semillas retardan su germinación cuando son expuestas a la luz (Miller, 1981), y otras requieren de ambientes luminosos para germinar (Baskin y Baskin 1998). Para inducir la germinación en las semillas de muchas especies de plantas es necesario utilizar la técnica de escarificación que consiste en volver permeable la cubierta (testa) de la semilla para que entre el agua y estimule al embrión (Medina-Sánchez 2003). Existen numerosos tratamientos para vencer la latencia de la semilla, entre ellos se encuentran: escarificación mecánica, la cual fue utilizada por Teketay en 1996, que consiste en remover la testa de la semilla por medio de navajas o pinzas; escarificación con ácido: en 1987 Acuña y Garwood, realizaron una investigación para determinar el efecto de la escarificación de la testa en la germinación de las semillas. Medina-Sánchez en 2003 realizó un estudio para determinar los requerimientos necesarios para la germinación de especies nativas del estado de Michoacán tratadas con ácido sulfúrico, una de las especies probadas fue *L. elegans*. Otras técnicas es reduciendo el grosor de la testa calentando la semilla con agua hirviendo y por tratamiento con sustancias químicas como giberelina, tiourea e hipoclorito de sodio (Adams 1971). Las semillas que son sometidas a alguno de estos tratamientos presentan un porcentaje de germi-

CUADRO 1. Germinación de las semillas de *Lupinus elegans* con un tratamiento previo de escarificación, en diferentes tratamientos de calidad de luz.

Germinación de <i>Lupinus elegans</i> (semillas escarificadas)						
Tipo de luz	Réplica No. 1	Réplica No. 2	Réplica No. 3	X	% Germinación	Desv. Est.
Blanca	27	29	23	26.33	88	3.05
Azul	28	27	25	26.66	89	1.52
Verde	24	27	29	26.66	89	2.51
Rojo	27	26	29	27.33	91	1.53
Rojo lejano	28	25	27	26.66	89	1.53

nación mayor que cuando no reciben algún tratamiento previo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *Lupinus elegans* fueron colectadas en Octubre del 2002 de dos grandes poblaciones creciendo bajo condiciones contrastantes de suelo, en suelos arenosos de origen volcánico y suelos ricos en materia orgánica de bosques adyacentes de pino (Lindig-Cisneros *et al.*, 2002) en la región de Nuevo San Juan Parangaricutiro del estado de Michoacán, México. Este trabajo fue realizado con la finalidad de observar el efecto de la calidad de la luz sobre la germinación de *L. elegans* para entender como afecta en campo la luz que estas reciben cuando se encuentran en asociación con otro tipo de vegetación, además del efecto de la escarificación en las mismas condiciones.

Se utilizaron cinco tratamientos de calidad de la luz: blanca, azul (máxima a 450 nm), verde (máxima a 550 nm), rojo (máxima a 650 nm) y rojo lejano (máxima a 700 nm) con un fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad a temperatura ambiente. Se colocaron treinta semillas en cada caja de Petri, utilizándose tres cajas para cada tratamiento, de modo que se utilizaron 90 semillas por tratamiento en cada experimento. Se utilizó papel filtro como sustrato que se humedeció con 2 ml de agua destilada. Las cajas de Petri fueron selladas con Parafilm® para evitar la pérdida de humedad. Para el primer experimento, se realizó una escarificación previa de las semillas utilizando ácido sulfúrico concentrado durante treinta minutos. Para el

segundo experimento las semillas no tuvieron un tratamiento previo de escarificación. Las cajas de Petri fueron colocadas dentro de cajas con un dispositivo de filtros para lograr cada tratamiento de calidad de la luz, el fotoperiodo se mantuvo por medio de un temporizador que controlaba todas las cajas. (FIGURA 1).

Cada semana se llevó a cabo el conteo de semillas germinadas en cada tratamiento a todo lo largo de la duración de los experimentos. Los datos obtenidos se analizaron por medio del paquete estadístico S-PLUS 2000. Con los datos de germinación de cada tratamiento se realizó un análisis de varianza para comparar la germinación entre los tratamientos. Se realizó también un análisis de supervivencia y un análisis de medidas repetidas para el segundo experimento con el objetivo de conocer la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. En el primer experimento, de las semillas escarificadas, solo se realizó un análisis de varianza, para detectar diferencias entre tratamientos. Los datos obtenidos de ambos experimentos fueron analizados por medio de una χ^2 para conocer la

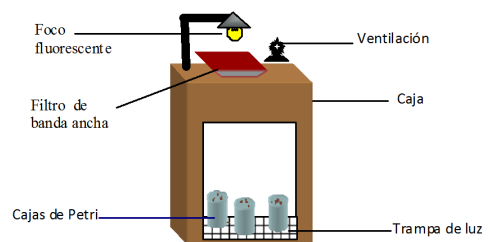


FIGURA 1. Caja de madera utilizada para la caracterización del fotoperiodo con diferentes longitudes de onda.

CUADRO 2. Germinación de las semillas de *Lupinus elegans* sin un tratamiento previo de escarificación, en diferentes tratamientos de calidad de luz.

Germinación de <i>Lupinus elegans</i> (semillas sin escarificación)						
Tipo de luz	Replica No. 1	Replica No. 2	Replica No. 3	X	% Germinación	Desv.est
Blanca	7	5	4	5.33	19	1.5
Azul	2	2	1	1.66	6	0.6
Verde	5	4	2	3.66	12	1.5
Rojo	6	3	3	4.00	13	1.7
Rojo lejano	5	3	3	3.66	12	1.5

diferencia entre los parámetros evaluados con escarificación previa y sin escarificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La germinación de las semillas de *Lupinus elegans* con escarificación previa fue monitoreada por dos semanas ya que desde finales de la primera semana no se observaron cambios. Los porcentajes de germinación fueron muy homogéneos en todos los tratamientos. En este experimento se presentó una germinación entre el 88 y el 91% (CUADRO 1 Y FIGURA 2). Los resultados del análisis de varianza, no fueron significativos con un valor de P=0.705.

La germinación de las semillas de *Lupinus elegans* sin escarificación previa fue monitoreada durante 12 semanas, pues nuevas semillas germinaban con el paso del tiempo. Los resultados obtenidos nos muestran que en la segunda y tercera semana se presenta el mayor número de semillas germinadas en todos los tratamientos y a partir de estas semanas prácticamente no hay cambios (FIGURA 3). Los porcentajes de germinación fueron bajos en la mayoría de los trata-

mientos, entre el 6 y el 19% (CUADRO 2). Los resultados del análisis de varianza, no fueron significativos con un valor de P = 0.697. (El mismo análisis aplicado por semana (ver CUADRO 1 en ANEXO 1), nos muestran que a partir de la octava semana, existe una diferencia marginalmente significativa, el blanco con la germinación más alta, y en menor cantidad en la longitud que ocupa el color azul). En el tratamiento que se presentó un mayor porcentaje de germinación fue en el de luz blanca con un porcentaje de un 19%, mientras que en el tratamiento que se presentó menor porcentaje fue el de luz azul, con un 6%, mientras que en el tratamiento de luz roja presentó un porcentaje de 13% y la luz rojo lejano y verde de 12% (FIGURA 4). En la FIGURA 5 se muestran los promedios de germinación y desviación estándar.

El análisis de supervivencia no mostró diferencia estadísticamente significativa en la germinación de las semillas entre los diferentes tratamientos P = 0.186. En el análisis de medidas repetidas tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas en la germinación de las semillas entre los diferentes tratamientos P = 165.

En cuanto a los tratamientos probados, los resultados obtenidos nos muestran que el tipo de luz al cual está expuesta la semilla no es un factor determinante que afecte positiva o negativamente la germinación de las semillas de *Lupinus elegans*. En cambio, la prueba de $\chi^2=262.53$ con un valor de P<0.001, indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre la germinación de las semillas que fueron escarificadas con ácido sulfúrico por 30 minutos contra las no fueron escarificadas.

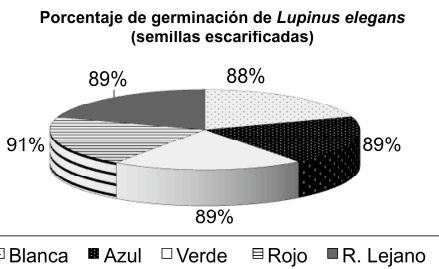


FIGURA 2. Porcentaje de germinación de las semillas de *Lupinus elegans* con una escarificación previa.

Porcentaje de germinación de *Lupinus elegans* (sin escarificación)

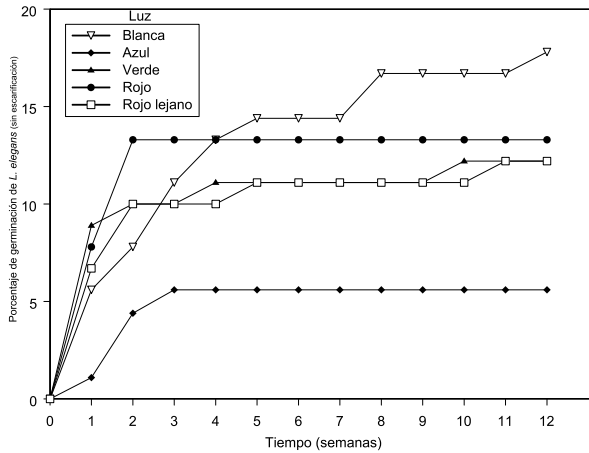


FIGURA 3. Curvas de germinación de *Lupinus elegans* en los cinco diferentes tratamientos.

Lupinus elegans es una especie con semillas que presentan como muchas leguminosas, una testa dura e impermeable (Baskin y Baskin 1998). La germinación entre tratamientos es muy homogénea, ya sea con semillas escarificadas o no escarificadas. Existe diferencia estadísticamente significativa sólo comparando con o sin escarificación.

Con los resultados obtenidos se corrobora lo planteado por Miller (1981), pues dice que la luz es un factor determinante solo para algunas especies, nuestros resultados sugieren que para el caso de *Lupinus elegans*, no es un factor determinante, es mucho más importante volver permeable a la semilla para inducir su germinación como lo afirma Medina-Sánchez (2003), mediante la escarificación con ácido sulfúrico.

Además, esto representa ventajas para su futuro establecimiento, ya que de acuerdo con Vázquez-Yanes y colaboradores (1996), *Lupinus elegans* es una especie con potencial para ser utilizada en sistemas agroforestales.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos muestran que la germinación en cada tipo luz fue muy homogénea, lo cual indica que el tipo de luz al cual estén expuestas las semillas no determinara con cual

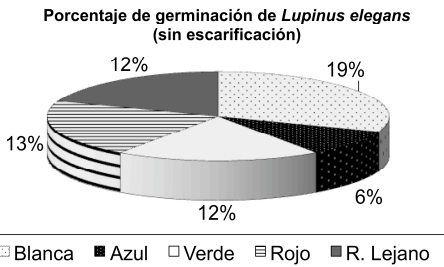


FIGURA 4. Porcentaje de germinación de las semillas de *Lupinus elegans* sin escarificación previa.

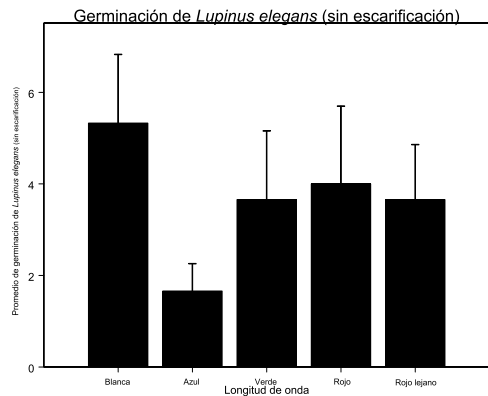


FIGURA 5. Promedio de la germinación de las semillas de *Lupinus elegans* sin escarificación.

germinará más rápido o que tenga un mayor éxito en la germinación. El mayor porcentaje de las semillas no escarificadas se presentará durante la segunda y tercera semana, posterior a este tiempo, prácticamente no se presentan cambios. Por el contrario, si comparamos la germinación de las semillas de *Lupinus elegans* escarificadas es notablemente mayor que la de las semillas no escarificadas, ya que el ácido sulfúrico adelgaza la testa de las semillas haciéndola más permeable y como consecuencia una germinación en menor tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al proyecto CONACYT (SEMARNAT-2002-C01-0760) por el financiamiento otorgado para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Acuña, P. y N. C. Garwood. 1987. Efecto de la luz y de la escarificación en la germinación de las semillas de cinco especies de árboles tropicales secundarios. *Rev. Biología Tropical*, 35: 203-207.
- Adamas, L. 1971. "Ruptura de la latencia en las semillas". En problemas de investigación botánica. Limusa-Wiley. México. 193-196pp.
- Antos, J. A. y C. B. Zobel. 1986. Seedling establishment in forests affected by *Thephra* From Mount St. Helens. *American Journal of Botany* 73: 495-499.
- Aureoles-Celso, E. 2006. Efecto de la riqueza de especies de leguminosas sobre la capacidad de retener el suelo, bajo condiciones de restauración ecológica. Tesis de maestría. Fac. de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México. 88 pp.
- Barrandas, L. V. 2003. Modificación del microclima con énfasis en la conservación y la restauración ecológica. *Bol. Soc. Bot.* 65:83-88. pp. 83-88.
- Baskin, C. y J. M. Baskin. 1998. *Seeds Ecology. Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination* Academic Press San Diego California USA.
- Braatne, J. H. y L. C. Bilss. 1999. Comparative physiological ecology of lupines colonizing early successional habitats on Mount St. Helens. *Ecology* 80: 891-907.
- Del Moral, R. 1983. Initial recovery of subalpine vegetation in Mount St. Helens, Washington. *American Midland Naturalist* 109: 72-80.
- Gómez-Romero, M. 2004. Estudio del establecimiento de *Lupinus elegans* y *Eupatorium glabratum* especies nativas para restauración ecológica de Nuevo San Juan Parangaricutiro Michoacán, México. Tesis profesional. Fac. de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México. 89 pp.
- Gonzalez-Zertuche, L., Orozco-Segovia A. y Vázquez Yanes, C., 2000. El ambiente de la semilla en suelo: su efecto en la germinación y en la sobrevivencia de la plántula. 73-81 pp.
- Lindig-Cisneros, R., C. Sáenz-Romero, N. Alejandre-Melena, E. Aureoles-Celso, S. Galindo Vallejo, M. Gómez-Romero, R. Martínez-Maldonado, y E. I. Medina-Sánchez. 2002. Efecto de la profundidad de los depósitos de arena volcánica en el establecimiento de vegetación nativa en las inmediaciones del Volcán Parícutin. México. Facultad de Biología. Ciencia Nicolaita. 31: 47-52.
- Medina-Sánchez, E. I. 2003. Determinación de los requerimientos de germinación de semillas de tres especies de leguminosas del estado de Michoacán, con potencial para restauración. Tesis profesional. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia Michoacán, México. 40 pp.
- Medina-Sánchez, E. y R. Lindig-Cisneros. 2005. Effect of scarification and growing media on seed germination of *Lupinus elegans* H.B.K. *Seed Sci. & Technol.*, 33: 237-241.
- Rzedowski, G. y J. Rzedowski. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2º edición. Instituto de Ecología, A.C.- Centro Regional del Bajío Comisión Nacional del Conoci-

- miento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F. 1406 pp.
- Salisbury, F. B. y C. W. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. 4° edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 654 pp.
- Teketay Demel. 1996. The effect of different pre-sowing seed treatments, temperature and Light on the germination on five Senna species from Etiopía. *New Forest*. 155-171
- Vázquez-Yanes, C., A. I. Batis-Muñoz, M. I. Alcocer Silva, M. Gual Díaz y C. Sánchez-Dirzo. 1999. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y reforestación. Reporte técnico del proyecto 1084 CONABIO. Instituto de Ecología UNAM. México. 38 pp.
- Wood, D. M. y R. Del Moral. 1988. Colonizing plants of the pumice plains, Mount St. Hel-

ANEXO 1

CUADRO 1. Resultado del Análisis de Varianza aplicado por semana para la germinación de las semillas de *Lupinus elegans* con un tratamiento previo de escarificación.

		g. l.	SC	CM	Valor de F	P
Semana 1	Tipo de luz	4	9.73	2.43	0.986	0.457
	residuales	10	24.66	2.46		
Semana 2	Tipo de luz	4	11.6	2.9	1.89	0.188
	residuales	10	15.33	1.53		
Semana 3	Tipo de luz	4	8.66	2.16	1.12	0.399
	residuales	10	19.33	1.93		
Semana 4	Tipo de luz	4	11.06	2.76	1.8	0.204
	residuales	10	15.33	1.53		
Semana 5	Tipo de luz	4	12.66	3.16	2.15	0.147
	residuales	10	14.66	1.46		
Semana 6	Tipo de luz	4	12.66	3.16	2.15	0.147
	residuales	10	14.66	1.46		
Semana 7	Tipo de luz	4	12.66	3.16	2.15	0.147
	residuales	10	14.66	1.46		
Semana 8	Tipo de luz	4	17.73	4.43	3.16	0.063
	residuales	10	14	1.4		
Semana 9	Tipo de luz	4	14.4	3.6	2.7	0.092
	residuales	10	13.33	1.33		
Semana 10	Tipo de luz	4	17.73	4.43	3.16	0.063
	residuales	10	14	1.4		
Semana 11	Tipo de luz	4	17.6	4.4	2.75	0.086
	residuales	10	16	1.6		
Semana 12	Tipo de luz	4	20.66	5.16	2.76	0.087
	residuales	10	18.66	1.86		