

# Lluvia de semillas de *Lupinus elegans* Kunth. en un proyecto de restauración ecológica

Salvador Ruiz Reyes<sup>1</sup>, Mariela Gómez Romero<sup>2</sup> y Roberto Lindig Cisneros<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Programa de Doctorado Institucional en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Morelia, Michoacán, México.

## Resumen

Entender la naturaleza de los patrones espaciales de dispersión de semillas es importante ya que de ellos dependen a su vez los patrones temporales y espaciales de las poblaciones de plantas. Lo anterior es particularmente relevante para especies como *Lupinus elegans* Khunt. (Fabaceae) que crece en ambientes perturbados de los bosques templados de México y que posee potencial para la restauración ecológica de este tipo de ecosistemas. Este estudio se realizó para evaluar el patrón de dispersión de semillas de esta especie en un paisaje fragmentado en la Meseta Purépecha, Michoacán, en los meses de abril y mayo del 2007. Se colocaron nueve trampas de semillas en 11 manchones de *L. elegans*, una trampa al centro de cada manchón, cuatro en el borde y cuatro más a un metro de distancia del borde. La lluvia de semillas fue evaluada colectando mensualmente las semillas capturadas en las trampas y contabilizada al final del experimento. Los resultados muestran que la lluvia de semillas declina conforme aumenta la distancia al centro del parche, ocurriendo la mayor captura en el centro de los manchones ( $136 \pm 67$  semillas),  $67 \pm 50$  semillas en los bordes y  $26 \pm 24$  semillas en las trampas a un metro de distancia de los manchones ( $P < 0.000001$ ). Estos resultados indican que esta especie está limitada en términos de su dispersión de semillas y que es recomendable sembrarla en aquellos lugares en donde se desee su presencia como parte de esfuerzos de restauración ecológica.

**Palabras clave:** restauración ecológica, ladera, diásporas, propágulos, Fabaceae.

## Abstract

Understanding the nature of seed dispersal spatial patterns is important because temporal and spatial patterns of plant population depend on them. This is of particular importance for species like *Lupinus elegans* H.B.K. (Fabaceae), that grows in disturbed sites in temperate forests in México and that can be used for ecological restoration of these ecosystems. A study to evaluate this species seed dispersal trends in a fragmented landscape in the Purepecha plateau, Michoacán, México, was carried out during the months of April and May of 2007. Nine seed traps were placed in 11 *L. elegans* clumps, one at the center of each clump, four in the border and 4 one meter from the border. Seed rain was evaluated every month by collecting all seeds present in the traps. Results show that seed rain decreases as distance from the center of the clump increases, with the largest seed capture occurring at the center of the clumps ( $136 \pm 67$  seeds),  $67 \pm 50$  seeds in the borders and  $26 \pm 24$  seeds in traps one meter from the clumps ( $P < 0.000001$ ). These results show that this species is dispersal limited and that seeding is recommended in sites where its presence is desirable as part of ecological restoration efforts.

**Key words:** ecological restoration, slope, propagules, diaspores, Fabaceae

## Introducción

La semilla es la estructura fundamental de dispersión en las plantas de reproducción sexual y es considerada como uno de los rasgos vegetales de mayor relevancia ecológica, y por lo tanto ha sido uno de los más estudiados. La dispersión de semillas es un proceso activo y dinámico de transporte que puede ubicar la unidad de dispersión en sitios seguros desde el punto de vista físico y competitivo (Lindorf *et al.*, 1985).

Desde el punto de vista ecológico, la dispersión de las semillas puede conferir numerosas ventajas: **i)** reduce los riesgos de mortalidad que la progenie puede experimentar en la vecindad de la planta materna (sensu Janzen, 1970; Howe & Desteven, 1979; Augspurger, 1983), **ii)** aumenta la probabilidad que tiene la progenie de colonizar sitios donde la disponibilidad de recursos es elevada (Green, 1983) y **iii)** reduce la posibilidad de interacciones competitivas madre-hijo y entre plantas hermanas (Dirzo & Domínguez, 1986).

La lluvia de semillas juega un papel relevante en la

restauración y rehabilitación de suelos degradados al ser un mecanismo importante de establecimiento de las plantas en este tipo de situaciones (Pérez-Fernández & Gómez Gutiérrez, 2000). Por lo anterior la cantidad de semillas que cae temporalmente en un sitio determinado (producción o lluvia de semillas) ha sido considerada una fuente importante de propágulos para la regeneración de bosques, más importante incluso que el propio banco de semillas, sobre todo en áreas que han sido sometidas a perturbaciones constantes (Aide *et al.*, 1995).

Los estudios sobre los patrones espaciales de la lluvia de semillas en especies de leguminosas son escasos (Li *et al.*, 2009, Shaukat & Siddiqui 2007, Cintra 1997), por ello es necesario efectuar estudios de los patrones de la dispersión, en particular de especies clave. Las especies clave son aquellas que a pesar de que su biomasa representa una proporción pequeña de la biomasa total de la comunidad, ejercen fuertes efectos en la dinámica y estructura de las comunidades (Molles, 2006). Este es el caso de *Lupinus elegans* Khunt, particularmente en el contexto de la

✉ Autor de correspondencia: Mariela Gómez Romero, margrbio13@hotmail.com

restauración ecológica. Como en otras especies de leguminosas, *L. elegans*, presenta un mecanismo en donde la propia planta está encargada de la dispersión de semillas (S. Bravo *et al.*, 2002) los frutos de este grupo explotan y lanzan las semillas, por ello se les denomina balócoras. En este estudio se determinó el patrón de dispersión de semillas a partir de plantas de *L. elegans* en manchones naturales de esta especie para entender los patrones espaciales y sus posibles consecuencias para la restauración ecológica.

## Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en el paraje conocido como El Tepamal aledaño a el poblado de San Nicolás, en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Este sitio se caracteriza por ser un mosaico de remanentes de bosque de pino-oyamel-encino (*Pinus* spp., *Abies religiosa*, *Quercus* spp.) y campos agrícolas, muchos de ellos reforestados y, los menos, aun utilizados para el cultivo de maíz de temporal. Para cuantificar la lluvia de semillas en función de la distancia al manchón de *L. elegans*, se construyeron trampas de semillas cuadradas con un área de 250 cm<sup>2</sup> con tela de organza sostenida por cuatro estacas de alambre galvanizado de 25 cm de longitud clavadas en el suelo, de tal manera que cada trampa quedó al ras del suelo. Las trampas se cubrieron con hojarasca para que presentaran las mismas condiciones que el suelo circundante. La variación en la lluvia de semillas fue evaluada colocando en cada manchón nueve trampas colectoras de semillas, una trampa al centro, cuatro trampas en el borde del manchón, dos paralelas y dos perpendiculares a la pendiente de la ladera en la que se encontraba el manchón, y cuatro más a un metro del borde en línea recta con cada una de las anteriores. Las semillas capturadas en las trampas fueron colectadas mensualmente para evitar pérdidas, se colocaron en bolsas de papel indicando la fecha de colecta, número del manchón, número de semillas y número de la trampa y fueron almacenadas para la contabilización total al final del experimento. De cada manchón se midió la pendiente de la ladera en la que se encontraba. Los datos de la lluvia de semillas obtenidas en los 11 manchones de *L. elegans* se analizaron por medio de análisis de varianza (ANOVA), análisis de regresión y regresión múltiple aplicado a la captura total de semillas con respecto a la orientación y pendiente, los datos se analizaron con el paquete estadístico R (R Development Core Team, 2010). Los datos presentados son medias y desviaciones estándar al menos que se indique de otra manera.

## Resultados

El número de semillas dispersadas declinó conforme aumentó la distancia a partir del centro del manchón, creando patrones contagiosos de lluvia de semillas. En total se capturaron 5608 semillas de las cuales en promedio por trampa,  $136 \pm 67$  se encontraron en las trampas al centro de los manchones,  $67 \pm 50$  en los bordes y  $26 \pm 24$  en las trampas a un metro de distancia de los manchones, las diferencias entre las distancias al centro de los manchones son significativas ( $F_{(2,96)} = 30.8$ ,  $P < 0.000001$ ). En términos de la posición de la trampa con respecto a la pendiente, también se detectó un patrón en cuanto al número de semillas capturadas, de nuevo en el centro de los manchones se capturaron

$136 \pm 67$ , en las trampas que se encontraban perpendiculares a la pendiente se encontraron  $50 \pm 45$  semillas, en las trampas que se encontraron paralelas a la pendiente pero arriba de los manchones  $40 \pm 25$  semillas y abajo de los manchones  $46 \pm 56$  semillas, las diferencias son estadísticamente significativas ( $F_{(2,96)} = 11.8$ ,  $P < 0.000001$ ).

Para determinar el efecto de la pendiente se ajustó una curva de regresión al número de semillas capturadas por manchón en función de esta variable (**Figura 1**), resultando el ajuste significativo aunque explica solamente el 10% de la variación ( $R^2 = 0.10$ , ( $F_{(1,97)} = 11.8$ ,  $P < 0.0009$ ). Como las semillas pueden ser arrastradas a los largo de las pendientes, se llevó a cabo un análisis de regresión para determinar si a mayor pendiente es mayor la captura en las trampas que se encontraban ladera abajo de los manchones. Este análisis arrojó un resultado significativo para un ajuste lineal ( $R^2 = 0.24$ ,  $F_{(1,18)} = 7.8$ ,  $P = 0.012$ ), debido a que mayor pendiente más semillas se capturan en las trampas que se encuentran pendiente abajo de los manchones (**Figura 2**).

## Discusión

Son pocos los trabajos que han estudiado la lluvia de semillas de leguminosas (Li *et al.* 2009, Shaukat & Siddiqui 2007, Cintra 1997). Aunque este tipo de estudios son mucho más abundantes en especies de otros grupos, en particular de semillas de especies forestales cuando es importante evaluar la capacidad de regeneración natural (Velasco-García *et al.* 2007), o cuando hay eventos de mortalidad temprana que pueden afectar severamente la demografía de las especies (Godínez-Ibarra *et al.* 2007). Para el caso de *L. elegans*, los resultados de este estudio indican que la dispersión primaria está limitada al área cercana a los manchones que esta especie forma de manera natural, aunque procesos post-dispersión, como el arrastre de las semillas por factores físicos, podrían alejar las semillas más de las plantas madre. Las semillas de esta especie poseen latencia debida a la

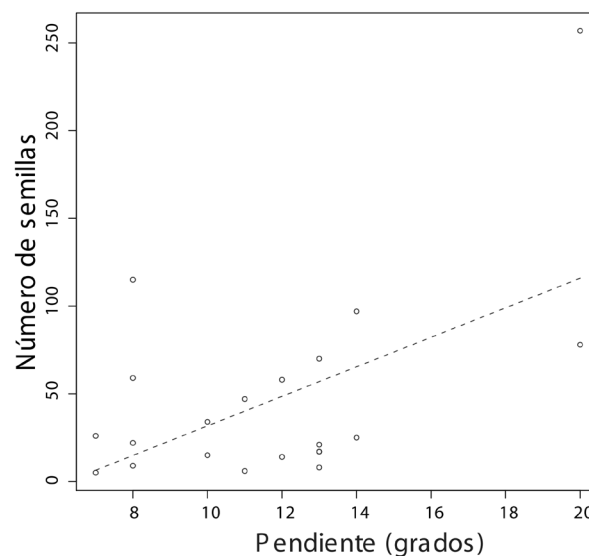


Figura 2. Número de semillas de *L. elegans* en trampas que se encontraban pendiente abajo y a un metro de distancia de las parcelas, en función de la pendiente de la ladera. La relación es significativa ( $R^2 = 0.24$ ,  $F_{(1,18)} = 7.8$ ,  $P = 0.012$ ).

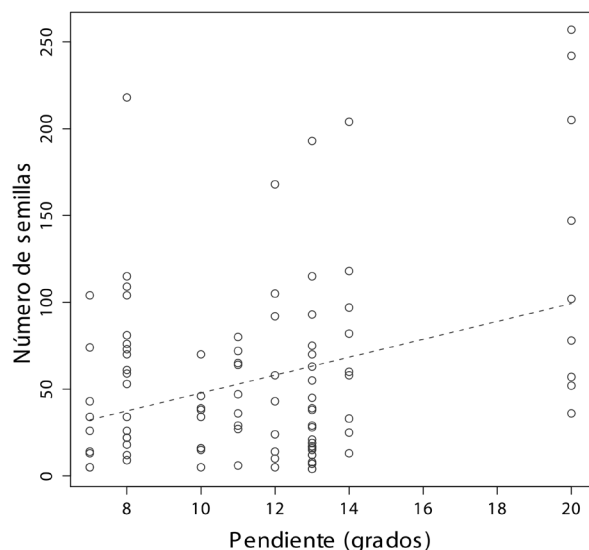


Figura 1. Número de semillas de *L. elegans* en función de la pendiente en la que se encontraban las parcelas. La relación es significativa ( $R^2 = 0.10$ ,  $F_{(1,97)} = 11.8$ ,  $P < 0.0009$ ).

dureza de la testa (Medina-Sánchez & Lindig-Cisneros 2005), lo que las hace persistentes en el banco de semillas y por lo tanto susceptibles a este tipo de post-dispersión, además de que no se puede descartar la dispersión por animales, en particular mamíferos dado que semillas de otras especies de leguminosas pueden sobrevivir al paso por el tracto digestivo de mamíferos silvestres (Malo & Suárez 1995) y del ganado (Gardener et al. 1993). Esta dispersión restringida sumada al mecanismo de polinización por parte de abejas y abejorros posiblemente influye en la composición genética de las poblaciones, que para esta especie se caracteriza por una diferenciación considerable entre poblaciones aun cuando se encuentren geográficamente cercanas unas de otras (Lara-Cabrera et al. 2009). Esto último debe considerarse cuando se pretenda utilizar a esta especie para fines de restauración ecológica pues la dispersión restringida que se presenta de manera natural puede resultar en un agrupamiento de individuos genéticamente emparentados (Premoli & Kitzberger, 2005) por lo que al momento de coleccionar las semillas se debe de evitar coleccionar de pocos manchones.

## Agradecimientos

Deseamos agradecer a la Dirección Técnica Forestal de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro por todas las facilidades prestadas para llevar a cabo la presente investigación. También deseamos agradecer a los revisores cuyos comentarios mejoraron significativamente la versión final de este manuscrito.

## Referencias

Aide TM, Zimmerman JK, Herrera L, Rosario M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest*

*Ecology and Management*, 77: 77-86.

Augspurger CK. 1983. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, the escape of its seedlings from fungal pathogens. *Journal of Ecology*, 71: 759-771.

Cintra R. 1997. A test of the Janzen-Connell model with two common tree species in Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 13: 641-658.

Dirzo R, Dominguez C. 1986. Fruits rhinoceros eat: dispersal of *Trewia nudiflora* (Euphorbiaceae) in lowland Nepal. *Ecology*, 69: 1769-1774.

Gardener CJ, McIvor JG, Jansen A. 1993. Passage of legume and grass seeds through the digestive tract of cattle and their survival in faeces. *Journal of Applied Ecology*, 30: 63-74.

Green A. 1983. The efficacy of dispersal in relation to safe site density. *Oecologia*, 56: 356-358.

Howe HF, Desteven D. 1979. Fruit production, migrant bird visitation, and seed dispersal of *Guarea glabra* in Panama. *Oecologia*, 39: 185-196.

Janzen DH. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist*, 104: 501-528.

Lara-Cabrera S, Alejandre-Melena N, Medina-Sánchez E, Lindig-Cisneros R. 2009. Genetic diversity in populations of *Lupinus elegans* Kunth, implications for ecological restoration. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 32: 79-86.

Li RB, Yu SX, Wang YF, Stachelin C, Zang RG. 2009. Distance-dependent effects of soil-derived biota on seedling survival of the tropical tree legume *Ormosia semicastrata*. *Journal of Vegetation Science*, 20: 527-534.

Lindorf H, Parisca L, Rodríguez P. 1985. *Botánica: clasificación, estructura y reproducción*. Universidad Central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Caracas.

Malo JE, Suárez F. 1995. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean Dehesa. *Oecologia*, 104: 246-255.

Medina-Sánchez E, Lindig-Cisneros R. 2005. Effect of scarification and growing media on seed germination of *Lupinus elegans* H. B. K. *Seed Science and Technology*, 33: 237-241.

Molles MC. 2006. *Ecología, conceptos y aplicaciones*. 3ª Edición. McGraw Hill Interamericana.

Pérez-Fernández MA, Gómez-Gutiérrez JM. 2000. Cycles of dormancy and germination in seeds of six leguminous Mediterranean shrubs. *Journal of Mediterranean Ecology*, 1: 227-236.

Premoli AC, Kitzberger T. 2005. Regeneration mode affects spatial genetic structure of *Nothofagus dombeyi* forests. *Molecular Ecology*, 14: 2319-2329.

R development core team. 2010. *R: a Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL: <http://www.R-project.org>.

Shaukat SS, Siddiqui IA. 2007. Comparative population ecology of *Senna occidentalis* (L) Link, a monsoon desert annual, in two different habitats. *Journal of Arid Environments*, 63: 223-236.