

Lupinus elegans* KUNTH ASSISTED MIGRATION IN COMMON GARDEN FIELD TESTS*MIGRACIÓN ASISTIDA DE *Lupinus elegans* KUNTH EN ENSAYOS DE JARDÍN COMÚN EN CAMPO****José C. Soto-Correa^{1,2}, Roberto Lindig-Cisneros³ y Cuauhtémoc Sáenz-Romero^{1*}**

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (IIAF-UMSNH). Km 9.5 Carr. Morelia-Zinapécuaro. 58880, Tarímbaro, Michoacán. ²Current address: Universidad Rey Juan Carlos. Calle Tulipán s/n. 28933. Móstoles, Madrid, España. ³Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México (CIEco-UNAM). Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Colonia Ex-Hacienda de San José de La Huerta. 58190, Morelia, Michoacán.

*Corresponding author (csaenzromero@gmail.com)

SUMMARY

Lupinus elegans is a species used in ecological restoration and agroforestry programs, because it is tolerant to stress and fixes nitrogen. Genetic variation in quantitative traits was studied in six populations of *L. elegans* collected along an altitudinal gradient (2312 to 2885 m) in the Mil Cumbres region, east-central Michoacán state, México. Provenance tests were planted at 2600 and 2800 m altitude in two common garden field trials. Tests aimed to evaluate the performance at a different altitude than the site of the seed source, simulating an altitudinal-assisted migration. Survival, plant height growth and aerial biomass were measured. For each provenance and experimental sites, climatic variables were estimated for contemporary climate (average 1961-1990) and future climate (decade centered in 2030, by averaging six model scenarios). It was estimated that by the year 2030 there will be, on average, an increment of 1.4 °C in mean annual temperature, an increase of 518 degree-days > 5 °C (DD5), a 90 mm decrease in mean annual precipitation (MAP) (-7.3 % of contemporary MAP), and a 0.0077 increase in an aridity index (DD5^{0.5}/MAP). An ANOVA for each site revealed that in the higher altitude site (2800 m) populations exhibited a pronounced pattern of genetic differentiation (P = 0.0001), in which plant height and biomass are associated with the transfer distance between their place of origin and the experimental site. This distance can be expressed in difference in altitude, mean annual temperature, or aridity index. At the site at higher altitude, plants originated from populations growing at higher altitudes were taller and had more biomass than those originated grown at lower altitudes (R² ≥ 0.85, P ≤ 0.0302). In contrast, in the lower altitude site (2600 m), although there were nearly significant differences (P ≤ 0.0615) between populations for all of the variables, there was no clinal pattern. In general, the populations grew less when they were moved away from their original climate: those from the higher altitudes grew less in the 2600 m site, and those from the lower altitudes grew less in the 2800 m site. This indicates that climate change will likely induce less growth in several populations, thus it is recommended to promote gradual assisted migration.

Index words: *Lupinus elegans*, climate change, assisted migration, provenances, altitudinal shift, quantitative genetic variation.

RESUMEN

Lupinus elegans es una especie que se ha utilizado en la restauración ecológica y programas agroforestales, ya que es tolerante al estrés y fija nitrógeno. La variación genética en los rasgos cuantitativos se estudió en seis poblaciones de *L. elegans* originadas a lo largo de un gradiente altitudinal (2312-2885 m) en la región de Mil Cumbres, Estado de Michoacán, el centro-este de México. Se plantaron ensayos de procedencias a 2600 y 2800 m de altitud, en dos ensayos de jardín común en campo. Los ensayos pretendieron evaluar el rendimiento a una altitud diferente del lugar de origen de la fuente de semilla, para simular una migración asistida altitudinal. Se midió la supervivencia, crecimiento en altura de planta y biomasa aérea. Para cada procedencia y sitio experimental, se estimaron variables climáticas para el clima contemporáneo (promedio 1961-1990) y el clima futuro (década centrada en el año 2030, con un promedio de seis modelos-escenarios). Se estima que para el año 2030 habrá, en promedio, un incremento de 1.4 °C en la temperatura media anual, un aumento de 518 grados días > 5 °C (DD5), una disminución de 90 mm de precipitación anual media (MAP) (-7.3 % del MAP contemporánea), y un aumento de 0.0077 en un índice de aridez (DD5^{0.5}/MAP). Un ANOVA para cada sitio reveló que en el sitio de mayor altitud (2800 m) las poblaciones mostraron un patrón pronunciado de diferenciación genética (P = 0.0001), en el que la altura de planta y la biomasa están asociadas con la distancia de transferencia entre su lugar de origen y el sitio experimental. Esta distancia se puede expresar como diferencia en altitud, en temperatura media anual, o en índice de aridez. En el sitio de ensayo a mayor altitud, las plantas de poblaciones originadas a mayor altitud tuvieron mayor altura de planta y biomasa que las plantas de las poblaciones originadas a menor altitud (R² ≥ 0.85, P ≤ 0.0302). En contraste, en el sitio de ensayo a una altitud más baja (2600 m), aunque hubo diferencias casi significativas (P ≤ 0.0615) entre las poblaciones para todas las variables, no hubo un patrón clinal. En general, las poblaciones crecieron menos cuando se movieron lejos de su clima original: las procedentes de mayores altitudes crecieron menos en el sitio de 2600 m, y las procedentes de menores altitudes crecieron menos en el sitio de 2800 m. Esto indica que el cambio climático muy probablemente va a inducir un menor crecimiento en varias poblaciones y que conviene practicar la migración asistida gradualmente.

Palabras clave: *Lupinus elegans*, cambio climático, migración asistida, procedencias, movimiento altitudinal, variación genética cuantitativa.