

# EFFECTO DE CALIDAD DE PLANTA, EXPOSICIÓN Y MICROSITIO EN UNA PLANTACIÓN DE *Quercus rugosa*

A. Ramírez-Contreras<sup>1</sup>; D. A. Rodríguez-Trejo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. Correo-e: dantearturo@yahoo.com

## RESUMEN

En la Sierra de Guadalupe, Estado de México, fueron plantados árboles de *Quercus rugosa* Née de dos calidades (planta chica, con 8-15 cm de altura y <2 mm de diámetro en la base, y planta grande con 16-24 cm de altura y 2-4 mm de diámetro), sobre dos exposiciones (NE y SO) y en tres condiciones de micrositio (al NE y al SO de rocas y un testigo sin roca). Lo anterior para evaluar su supervivencia y crecimiento un año después de plantados. El experimento fue analizado con un procedimiento mixto. Se encontró que los tres factores fueron significativos, mas no sus interacciones. La planta grande tuvo mayor supervivencia que la chica (37 y 26 %); la exposición noreste arrojó mejor supervivencia que la suroeste (45 y 16 %); y las plantas con micrositio tuvieron mayores valores que el testigo (41 % al NE, 32 % al SO y 20 % para el testigo). El efecto aditivo de la mejor condición de cada factor (planta grande, exposición noreste, al noreste de roca) implica una supervivencia igual a 64 %. La peor condición fue para los árboles chicos, sobre exposición suroeste y sin micrositio, con 0 % de supervivencia.

**PALABRAS CLAVE:** calidad de planta, exposición, micrositio, *Quercus rugosa* Née, reforestación, restauración.

## EFFECT OF SEEDLING QUALITY, ASPECT AND MICROSITE ON A *Quercus rugosa* PLANTATION

### SUMMARY

In the Sierra de Guadalupe, Edo. de Mexico., Mexico, were planted *Quercus rugosa* Née seedlings of two qualities (small plant, with 8-15 cm in height and <2 mm in diameter, and large plant, with 16-24 cm in height and 2-4 mm in diameter), on two aspects (NE and SW), and in three microsite conditions (at NE and SW of rocks and a control without rock). The objective was to study the survival and growth one year after plantation. The experiment was analyzed using a mixed procedure. The three factors were significant, but not their interactions. The large plant had higher survival than the small plant (37 and 26%); the survival on NE aspect was higher than on SW aspect (45 and 16%); the seedlings with microsite showed higher values than the control (41% for NE, 32% for SW, and 20% for the control). The additive effect of the best levels in each factor (large plant, NE aspect and NE microsite) yielded a survival of 64%. The worst condition had 0% of survival (small plant, SW aspect, SW microsite).

**KEY WORDS:** plant quality, aspects, microsite, *Quercus rugosa* Née, reforestation, restoration.

## INTRODUCCIÓN

Año con año se llevan a cabo plantaciones, pero no siempre se tiene la supervivencia deseada, debido a que la calidad de la planta no es óptima, y a diversos factores que limitan el establecimiento y crecimiento de los árboles. Entre estos últimos están exposición y disponibilidad de micrositos en muchos casos. Por otra parte, existe una tendencia en los años recientes para establecer más plantaciones de restauración con encinos, como es el caso de *Quercus rugosa* Née, en la Sierra de Guadalupe.

Duryea (1985) define calidad de planta como aquella que reúne las características morfológicas y fisiológicas necesarias para sobrevivir y crecer, en las condiciones ambientales en las que será plantada. Ritchie (1984) menciona que la morfología significa forma y estructura. Las características morfológicas más comúnmente citadas son: altura, diámetro a la altura del cuello, peso o volumen de la planta y sus partes aérea y subterránea, además de características subjetivas como follaje vigoroso, tallo sin deformaciones, raíz fibrosa y carencia de plagas y enfermedades. Toral (1997), Cano (1998) y Prieto *et al.*

(1999), mencionan que la altura es la característica morfológica más fácil de determinar en un brinzal, y que tiene poco valor como indicador único, pero combinado con el diámetro y arquitectura del tallo adquiere mayor importancia. Sin embargo, Ritchie (1984) menciona que las plantas altas representan mayor dificultad para ser plantadas, son más susceptibles a sufrir daños mecánicos, y su proporción entre biomasa aérea y subterránea puede estar fuera de balance. Fierros *et al.* (2001) mencionan que una planta grande no siempre es mejor.

El diámetro del tallo (a la altura del cuello de la raíz), puede reflejar el tamaño del sistema radical y la resistencia del brinzal. Los brinzales que presentan mayor diámetro, usualmente tienen un abundante sistema radical (Thompson, 1984; Johnson *et al.*, 1985; Mexal y Landis, 1990). South *et al.* (1984) encontraron que hay una fuerte correlación entre las variables diámetro y supervivencia después de la plantación.

El micrositio es un área pequeña que tiene lugares que cuentan con características diferentes del área circundante<sup>1</sup>, como son temperaturas más favorables y mayor disponibilidad de humedad y/o nutrientes. Estos micrositios son aprovechados en las plantaciones de restauración. Beaufait *et al.* (1984) refieren la importancia de plantar al noreste de tocones y rocas para tomar ventaja de su sombra. Narukawa y Yamamoto (2001), estudiaron la regeneración de *Abies mariesii*, *Abies veitchii*, *Picea jezoensis* var. *hondoensis* y *Tsuga diversifolia* en claros. Estos autores observaron que los sitios más favorables para la regeneración correspondían a micrositios que se formaban por árboles caídos. Así mismo Price *et al.* (2001) mencionan que la supervivencia de la regeneración de las especies es la respuesta de éstas a las condiciones ambientales del micrositio (temperatura, luz disponible, humedad y nutrientes). Battaglia (2000) menciona que la cantidad de luz que se recibe en un micrositio genera variación en el incremento de los árboles de *Pinus palustris* Mill., y menciona que a mayor cantidad de luminosidad, mayor es el incremento que se presenta. Page-Dumroese *et al.* (2002), observaron que las semillas de *Pinus contorta* var. *latifolia* germinaba mejor en micrositios de suelo mineral, pero la supervivencia de plántulas era mejor en los micrositios donde había cobertura de materia orgánica.

La exposición, es la orientación del terreno con respecto a los puntos cardinales. En el hemisferio norte, la exposición sur es la que recibe mayor cantidad de rayos solares, por lo cual es donde se encuentra la humedad relativa más baja, y mayor temperatura. La situación inversa se encuentra en áreas con exposición norte, las cuales son más húmedas, con menores temperaturas y más

abundante vegetación. Según Colak (2003) las mejores condiciones para el establecimiento del pino escocés (*Pinus sylvestris* L.) corresponden a la exposición noreste de la montaña Anatolia (Turquía).

Los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar la utilidad de la altura y el diámetro como estimadores morfológicos de calidad de planta en brinzales de *Quercus rugosa* e investigar el efecto de la calidad de planta, exposición (NE y SO), y micrositios aledaños a rocas (al NE y SO de las mismas) en la supervivencia y crecimiento de brinzales de *Quercus rugosa*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en La Sierra de Guadalupe, que se localiza en la cuenca de México, entre las coordenadas 19° 37' norte, 99° 11' 20" oeste y 19° 37' 20" norte y 99° 03' oeste (Anónimo, 2001). El clima es C(w<sub>o</sub>)(w)(i')g, que corresponde a templado subhúmedo, siendo el más seco de los templados con lluvias en verano; la lluvia invernal es menor a 5 % del promedio anual, con poca oscilación térmica, entre 5 y 7 °C, o bien del tipo C(w<sub>1</sub>)(w)(i)g, que corresponde a templado subhúmedo intermedio, con lluvias en verano; la lluvia invernal es menor de 5 % del promedio anual, con poca oscilación térmica, entre 5 y 7 °C. La precipitación oscila entre los 600 y 700 mm (Anónimo, 2001).

Los suelos son arcillosos en general, de color café, con pH relativamente alto, cercano a ocho, los feozem háplicos y los regosoles eutrícos son abundantes (Anónimo, 2001). Los tipos de vegetación que se desarrollan son: bosque de encino (9.91 %), matorral xerófilo (23.65 %), matorral de encino (1.07 %), nopalera (9.84 %), y pastizal secundario (29.21 %). Existe también el bosque cultivado (17.38 %), preponderantemente de *Eucalyptus*. Otros usos del suelo (8.94 %), son agricultura y áreas perturbadas (Anónimo, 2001).

En esta investigación se analizó el efecto de los factores: calidad de planta (considerando altura y diámetro en la base del cuello), exposición y micrositio. Para el primer factor (calidad de planta) se tuvieron dos niveles: planta grande y planta chica. Para el segundo factor (exposición) se consideraron dos niveles: noreste y suroeste. Para el tercer factor (micrositio), se tuvieron tres niveles: control, al noreste de una roca y al suroeste de una roca.

Los brinzales fueron proporcionados por la Delegación Regional en Tultitlán, Estado de México, de la Coordinación General de Conservación Ecológica, adscrita al Gobierno del Estado de México. Estos brinzales estaban considerados dentro de su programa de reforestación, tenían un año de edad y la procedencia de la semilla con que se produjeron fue Naucalpan, Estado de México.

<sup>1</sup>Glossary of Forestry Terms. Government of British Columbia Canada. 30-07-2003. <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/library/documents/glossary/M.htm>

Se seleccionó un área donde los programas operativos han tenido pobres resultados, y que reuniera las características necesarias para el desarrollo del experimento, con las dos exposiciones aledañas entre sí. Se usaron 360 brinzales de calidad morfológica general aceptable (sin deformaciones ni plagas ni enfermedades, con follaje vigoroso y raíces laterales no escasas), que fueron divididos en dos tamaños, cada uno con 180 brinzales. El primer tamaño tenía alturas de 8 a 15 cm y diámetros en la base del cuello < 2 mm; el segundo tamaño contó con alturas de 16 a 24 cm y diámetros de 2 - 4 mm.

Los brinzales fueron marcados con etiquetas de aluminio. El establecimiento de la plantación se realizó en dos días, el 25 y 26 de julio de 2001, iniciando con la selección de los lugares donde se establecería cada brinzal. Posteriormente se prosiguió a la apertura de cepas (40 x 40 x 40 cm) y la plantación. Al momento de plantar se aprovechaban o creaban los microsítios, junto a rocas con un tamaño mínimo de 25 x 25 x 25 cm, a una distancia aproximada de 10 a 15 cm. También se plantaron testigos (sin roca aledaña).

Los datos iniciales tomados de los 360 brinzales fueron: diámetro a la base del cuello y la altura. Para medir el diámetro se utilizó un vernier graduado en milímetros y para tomar los datos de la altura se utilizó una regla de 30 cm. La supervivencia se registró un año después, por categoría de altura, exposición y microsítio. Al cabo de ese tiempo, la altura se midió nuevamente en todos los árboles supervivientes, de la base a la punta de la yema apical. El diámetro se midió al ras del piso.

Se calculó la tasa relativa de crecimiento en altura (TRCA). Esta variable fue obtenida restando al valor de la altura alcanzada a un año de la plantación (Altura 2), el valor de la altura inicial (Altura 1) y dividiéndolo entre un año. Cabe señalar que la fórmula original contiene logaritmos, dada la tendencia sigmoideal del crecimiento de las plantas. Sin embargo, en la etapa inicial de dicha curva correspondiente a plántulas y brinzales, el crecimiento es prácticamente lineal, por lo que se omitieron los logaritmos del modelo (TRCA = (altura 2 - altura 1)/1 año) (Chiariello *et al.*, 1996).

La tasa relativa de crecimiento en diámetro (TRCD), fue calculada restando al valor del diámetro alcanzado a un año de la plantación (Diámetro 2) el diámetro inicial (Diámetro 1) y dividiéndolo entre un año (TRCD = (diámetro 2 - diámetro 1)/ 1 año) (Chiariello *et al.*, 1996).

Se usó un diseño experimental en bloques completamente al azar, con los bloques anidados dentro del factor exposición. Se trató de un experimento factorial. La unidad experimental estuvo constituida por 10 brinzales, y se tuvieron tres repeticiones. Se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \alpha_i(\beta_j) + \gamma_k + \delta_l + (\alpha\gamma)_{ik} + (\alpha\delta)_{il} + (\gamma\delta)_{kl} + (\alpha\gamma\delta)_{ikl} + \alpha_i(\beta_j)\gamma_k + \alpha_i(\beta_j)\delta_l + \alpha_i(\beta_j)\gamma_k\delta_l + \epsilon_{ijklm}$$

Donde:

$\mu$  = Media general.

$\alpha_i$  = i-ésimo nivel del factor exposición.

$\alpha_i(\beta_j)$  = Efecto del j-ésimo bloque anidado dentro del i-ésimo nivel del factor exposición.

$\gamma_k$  = Efecto del k-ésimo nivel del factor calidad de planta.

$\delta_l$  = Efecto del l-ésimo nivel del factor microsítio.

Las combinaciones de letras representan las interacciones respectivas, todos los factores e interacciones se consideran con efectos fijos, excepto por los bloques y sus interacciones, que se consideran con efectos aleatorios.

$\epsilon_{ijklm}$  = Error experimental

Para el análisis de los datos se usó el paquete computacional SAS (Statistical Analysis System), versión 6.12 para microcomputadoras. Se realizó un análisis de varianza para cada una de las variables, usando el procedimiento mixto (Proc Mixed) (Littell *et al.*, 1999). También se realizó una prueba de Tukey para comparar medias a un nivel de significancia del 90 %.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los factores individuales resultaron significativos, no así sus interacciones (Cuadro 1). Con relación al factor calidad de planta, la supervivencia de brinzales grandes fue de 37.5 %, mientras que para los brinzales chicos tal valor fue de 25.2 %, posiblemente porque los primeros pueden competir mejor contra las herbáceas (Figura 1).

**CUADRO 1. Significancia de factores individuales e interacciones en la supervivencia de *Quercus rugosa*.**

Fuente de Variación	p
Calidad	0.0918*
Exposición	0.0007*
Microsítio	0.0704*
Calidad*Exposición*Microsítio	0.2457
Calidad*Microsítio	0.1685
Exposición*Microsítio	0.5165
Calidad*Exposición*Microsítio	0.4791

\*Significativa con  $\alpha \leq 0.1$ .

De manera similar, Evans (1982), encontró que a mayor altura inicial de *Eucalyptus deglupta*, había mayor supervivencia un año después de haber establecido la plantación.

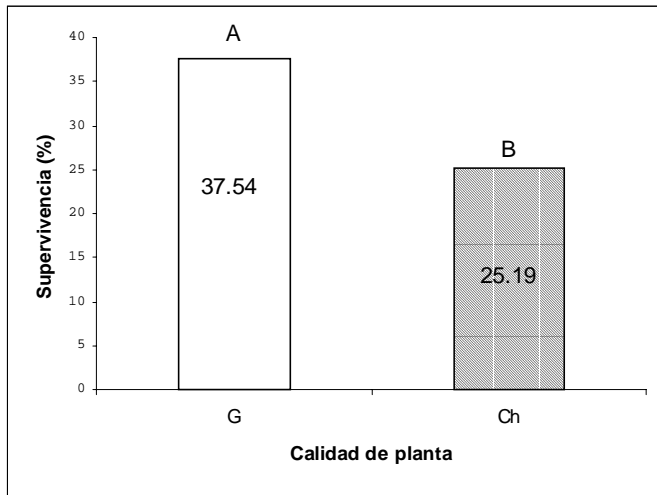


FIGURA 1. Supervivencia de los brinzales de *Quercus rugosa* por calidad de planta (G= grande, Ch = chica). Letras distintas indican diferencias significativas ( $\alpha \leq 0.10$ ).

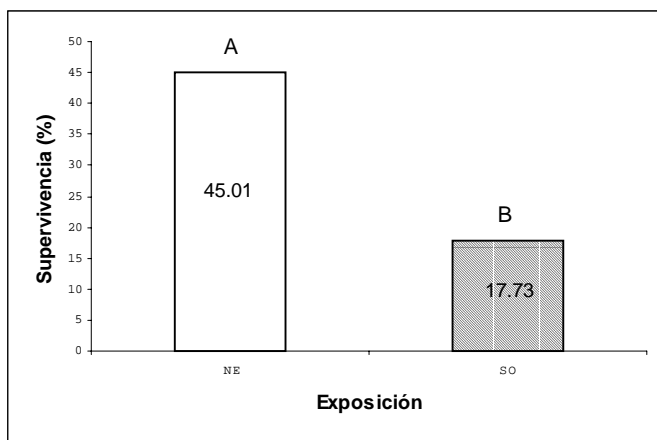


FIGURA 2. Supervivencia de brinzales de *Quercus rugosa* por exposición (Ne = noreste, So = suroeste) un año después de plantados.

En cuanto al factor exposición, se encontró que los brinzales plantados en el lado noreste tuvieron mayor supervivencia (Figura 2). La menor supervivencia en la exposición suroeste se explica por las peores condiciones de humedad. Por ejemplo, la sequía es un importante factor que afecta la supervivencia de la regeneración natural de *Quercus rugosa*. Zavala y García (1998) encontraron que el 56 % de la mortalidad de plántulas de esta especie se debió a la sequía.

Para el factor micrositio los resultados fueron los siguientes: en el micrositio noreste sobrevivieron 41.6 % de los brinzales, valor que se redujo a 31 y 20 % en el micrositio suroeste y en el control, respectivamente (Figura

3). De manera semejante, Cabrera *et al.* (1998) señalan que hubo mayor supervivencia de *Quercus rugosa* donde había rocas con cobertura arbórea de tepozanes (*Buddleia cordata*). Igualmente, Titus y Tsuyuzaki (2003) en una investigación realizada en Japón, encontraron que la mayoría de las especies (*Polygonum weyrichii*, *Salix reinii*, *Carex oxiandra*, *Agrostis scabra*) preferían los sitios que se encontraban cerca de piedras, no se hallaban en sitios sin rocas. Coincidiendo con los autores antes mencionados en el presente estudio se encontró mayor supervivencia en los micrositios que estaban formados por rocas al lado de los brinzales. Éstas pueden proporcionarles sombra parcial, mayor humedad y protección, y de esta manera aumentar la supervivencia.

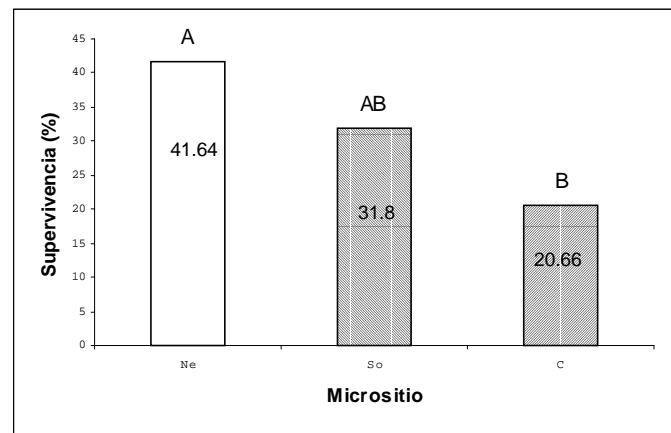


FIGURA 3. Supervivencia de brinzales de *Quercus rugosa* en diferentes micrositios (Ne = noreste, So = suroeste y C = testigo).

En plantaciones experimentales de *Quercus douglassi* establecidas en California, Estados Unidos, Callaway (1992) observó que no había supervivencia en áreas abiertas, mientras que los brinzales que eran plantados bajo la copa de dos especies de dos arbustos (*Salvia leucophylla* y *Artemisia californica*), sí presentaban supervivencia. Al respecto, algunos autores señalan la importancia de plantar los brinzales bajo la protección de plantas nodrizas o troncos que les proporcionen sombra. Por ejemplo, Castro *et al.* (2002) estudiaron el uso de arbustos como plantas nodrizas en dos coníferas, *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra*, en ecosistemas mediterráneos. Encontraron que la supervivencia era mayor cuando se plantaba debajo de arbustos que cuando se plantaba en áreas abiertas.

Si bien la interacción entre los tres factores estudiados no resultó significativa, el efecto acumulado de los factores individuales, que sí resultaron significativos, muestra que las mejores combinaciones fueron planta grande, exposición noreste y micrositio noreste, o bien los dos primeros y micrositio control, con 63.9 y 61.1 % de supervivencia, respectivamente. En contraparte, la peor



condición, con nula supervivencia, fue para la planta chica, exposición suroeste y micrositio testigo (Figura 4).

La supervivencia general (media de todos los tratamientos) de *Q. rugosa* fue igual a 23.1 %, un año después de la plantación. Cabrera *et al.* (1998) en el Ajusto D. F. y con la misma especie, obtuvieron una supervivencia cercana al 10 %, también al año. El establecimiento de plantaciones con *Q. rugosa*, no es sencillo. Zavala (2001) señala incluso que en general la supervivencia de las plántulas de encino establecidas de manera natural, es baja.

En cuanto a la altura se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los factores de calidad de planta ( $p=0.0022$ ), exposición ( $p=0.0494$ ) y micrositio ( $p=0.0851$ ). Sin embargo, en las interacciones de los factores no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. La planta grande al momento de plantar, continuó más alta un año después (Figura 5).

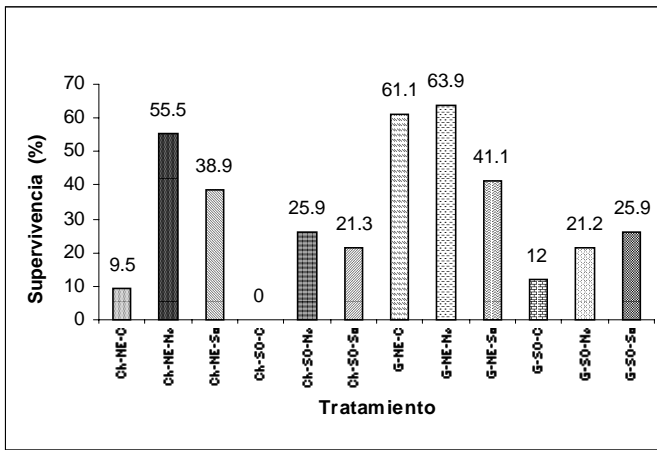


FIGURA 4. Supervivencia por efecto acumulado de las combinaciones de los tres factores individuales. Calidad de planta (Ch = planta chica, G = planta grande), exposición (NE = noreste y SO = Suroeste) y micrositio (C = testigo, Ne = noreste y So = suroeste).

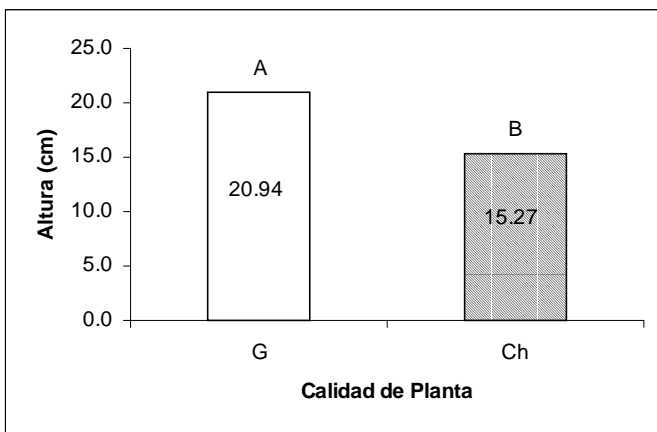


FIGURA 5. Altura de dos calidades de brinzales de *Quercus rugosa* después de un año de plantados (G= grande, Ch = chica).

Respecto al factor exposición, los brinzales presentaron una mayor altura en la exposición noreste (Figura 6). Análogamente que con la supervivencia, la mayor humedad de la exposición noreste favoreció una mayor altura, con respecto a la exposición suroeste. En cuanto al factor micrositio, no se detectaron diferencias significativas. Las plantas con mayor altura correspondieron al efecto aditivo de planta grande, exposición noreste y presencia de micrositos (Figura 7).

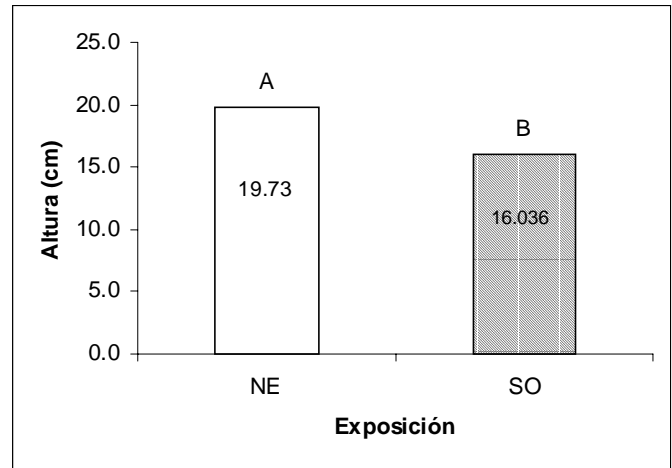


FIGURA 6. Altura de los brinzales de *Quercus rugosa* con respecto al factor exposición (NE = noreste, SO = suroeste).

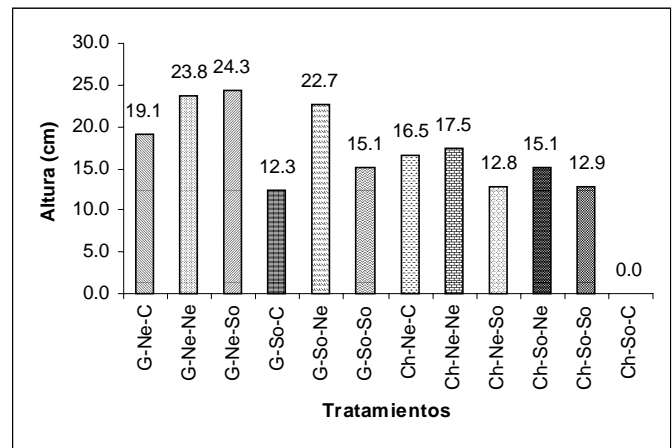


FIGURA 7. Altura por efecto acumulado de los tres factores en los brinzales de *Quercus rugosa* después de un año de la plantación. Calidad de planta (Ch = planta chica, G = planta grande), exposición (NE = noreste y SO = Suroeste) y micrositio (C = testigo, Ne = noreste y So = suroeste).

Con relación al diámetro, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para el factor calidad de planta ( $p=0.0831$ ), pero no así para los factores exposición ( $p=0.3069$ ) y micrositio ( $p=0.5437$ ), tampoco para las

interacciones (Figura 8). El efecto aditivo de la calidad de planta grande, exposición noreste, con o sin microsítio, produjo los mayores diámetros (Figura 9). Jonson *et al.* (1985), mencionan que el diámetro se relaciona con la resistencia de las plantas a factores ambientales difíciles.

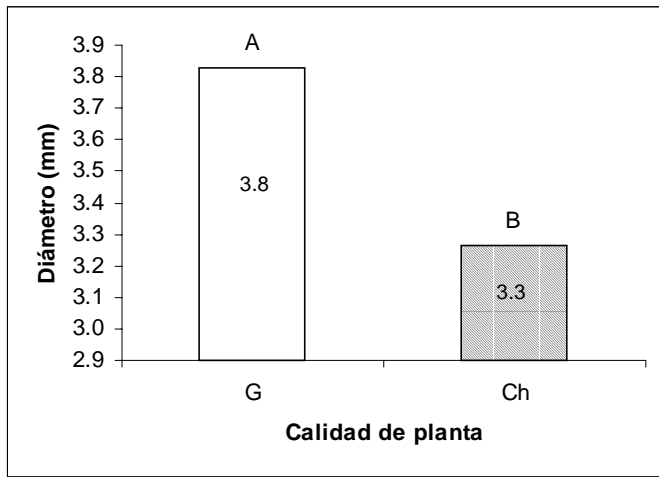


FIGURA 8. Diámetro de *Quercus rugosa* al cabo de un año de la plantación (G= grande, Ch = chica).

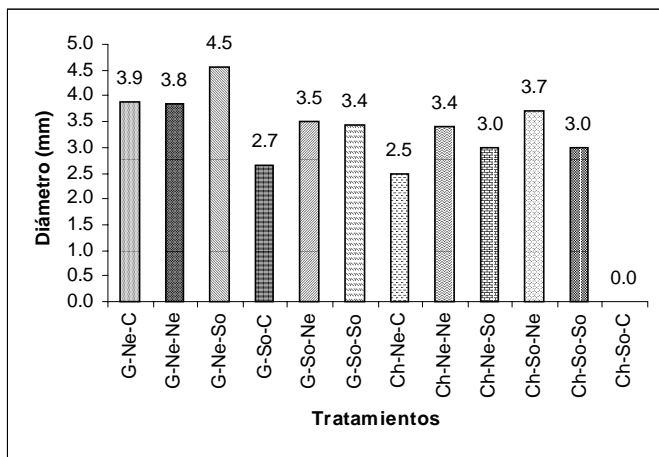


FIGURA 9. Diámetro por efecto acumulativo de los tres factores en brinzales de *Quercus rugosa* después de un año de la plantación. Calidad de planta (Ch = planta chica, G = planta grande), exposición (NE = noreste y SO = Suroeste) y microsítio (C = testigo, Ne = noreste y So = suroeste).

En la tasa relativa de crecimiento en altura, no hubo diferencias estadísticamente significativas para calidad de planta ( $p=0.1543$ ), pero para los factores exposición ( $p=0.0714$ ) y microsítio ( $p=0.0876$ ) sí. Sin embargo, en las interacciones entre estos tres factores no hubo diferencias significativas; puede observarse que la exposición noreste fue donde hubo mayor tasa de crecimiento (Figura 10). La planta chica y la combinación con exposición noreste y microsítio noreste, tuvieron la mayor tasa relativa de crecimiento en altura (Figura 11). Las plantas chicas pueden tener tasas de crecimiento mayores que las de plantas

grandes. Por ejemplo, Johnson Sosa (2002), en un estudio realizado con *Pinus patula* encontró que la planta chica presentó un mayor crecimiento en altura que la planta grande. Por cuanto toca la tasa relativa de crecimiento en diámetro, no hubo diferencias estadísticamente para calidad de planta ( $p=0.8315$ ), exposición ( $p=0.2417$ ), ni microsítio ( $p=0.5464$ ), tampoco para las interacciones entre estos tres factores.

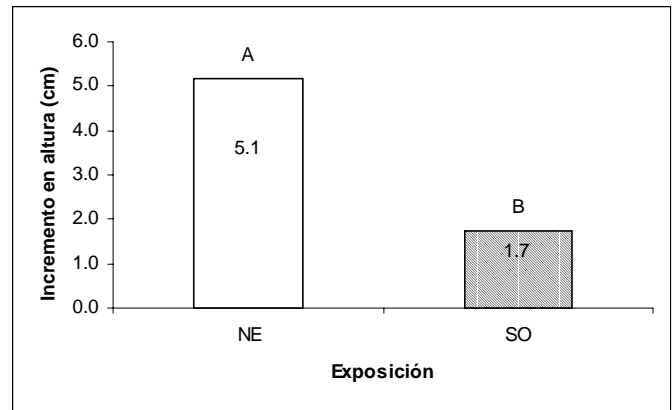


FIGURA 10. Tasa relativa de crecimiento (TRC) en altura (cm/año) de los brinzales de *Quercus rugosa* por exposición (NE = noreste, SO = suroeste).

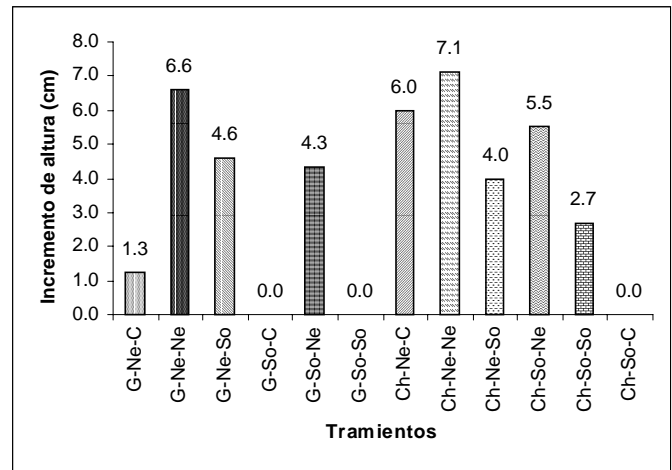


FIGURA 11. Tasa relativa de crecimiento en altura (cm/año) por calidad de planta, exposición y microsítio. Calidad de planta (Ch = planta chica, G = planta grande), exposición (NE = noreste y SO = Suroeste) y microsítio (C = testigo, Ne = noreste y So = suroeste).

### CONCLUSIONES

La supervivencia de los brinzales establecidos fue afectada por la calidad de planta. Los individuos más grandes (con mayores alturas y diámetros) fueron los que presentaron una mayor supervivencia. Por lo anterior, los valores de diámetro y altura son útiles para predecir la calidad de planta de la especie estudiada, sin descuidar atributos morfológicos generales, tanto de la parte aérea como de la subterránea.

La supervivencia también fue afectada por la exposición, ya que los brinzales tuvieron una mayor supervivencia cuando fueron plantados sobre la exposición noreste. Con respecto al micrositio, los individuos que contaban con micrositio fueron favorecidos. Las combinaciones (suma de efectos individuales acumulados) más favorables fueron planta grande, exposición NE, con micrositio NE o sin éste. La peor condición cero árboles vivos, fue para planta chica, exposición suroeste, sin micrositio.

Los brinzales grandes que se encontraban en la exposición noreste y con micrositio fueron los que mayor altura y diámetro presentaron.

### LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 2001. Cinco parques del Estado de México. Gob. del Estado de México. México, D. F. 239 p.
- BATTAGLIA, M. A., 2000. The influence of overstory structure on understory light availability in a longleaf pine (*Pinus palustris* Mill.) forest. Thesis of master of science. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute. Blacksburg, Virginia. 96 p.
- BEAUFAIT, W.; LAIRD, P. P.; NEUTON, M.; SMITH, D. M.; TUBBS, C. H.; WELLNER, C. A.; WILLISTON, H. L. 1984. Silviculture. *In*: WENGER K. F. (ed.). Forestry Handbook. 2nd ed. John Wiley. New York. pp. 413-455.
- CABRERA GARCÍA, L.; MENDOZA HERNÁNDEZ, P.; PEÑA FLORES, V.; BONFIL SANDER, C.; SOBERÓN MAINERO, J. 1998. Evaluación de una plantación de encinos (*Quercus rugosa* Née) en el Ajusco medio, Distrito Federal. *Agrociencia* 32: 149-156.
- CALLAWAY, R. M. 1992. Effect of shrubs on recruitment of *Quercus douglasii* and *Quercus lobata* in California. *Ecology* 73: 2118-2128.
- CANO P., A. 1998. Tamaño y calidad de planta de *Pinus greggii* Engelm. en dos sistemas de producción en vivero. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de Méx. 80 p.
- CASTRO, J.; ZAMORA, R.; HÓDAR, J. A; GÓMEZ, J. M. 2002. Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in mediterranean mountains. *Restoration Ecology* 10 (2): 297-305.
- CHIARIELLO, R. N.; MOONEY, A. H.; WILLIAMS, K. 1996. Growth, carbon allocation and cost of plant tissues. *In*: PEARCY, R. W.; EHLERINGER, J.; MOONEY, A. H.; RUNDEL, P. W. Plant Physiological Ecology. Chapman & Hall. London. pp. 327-365.
- COLAK, A. 2003. Effects of microsite conditions on scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Seedlings in High-Elevation Plantings. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 122(1): 36-46.
- DURYEA, M. L. 1985. Evaluating seedling quality: importance to reforestation. *In*: DURYEA, M. L. (Ed.). Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Corvallis, Oregon. USA. 143 p.
- EVANS, J. 1982. Plantation forestry in the tropics. Oxford University Press. New York. USA. 403 p.
- FIERROS G., A. M.; RODRÍGUEZ T., D. A.; LEYVA, L. A.; VARGAS C., R.; SOSA C., V. 2001. Ejecución de proyectos de plantaciones. *In*: SOSA C., V. E.; FIERROS G., A. M. (Coords.). Curso de especialización en plantaciones forestales comerciales. Consultora Forestal y Agropecuaria S. A. de C. V. (CONAFORA). México. pp. 71-245.
- JOHNSON, J. D.; ZEDAKER, S. M.; ARISTON A. B. 1985. Foliage, stem and root interrelations in young loblolly pine. *Forest Science* 31: 891-898.
- LITTELL, R. C.; MILLIKEN, G. A.; STROUP, W. W.; WOLFINGER, R. D. 1999. SAS system for mixed models. SAS Institute. Cary, N. C. 633 p.
- MEXAL, J. G.; LANDIS, T. D. 1990. Target seedling concept: height and diameter. *In*: ROBIN R., CABELL, S. J. and LANDIS T. D. (Eds.). Target Seedling Symposium. Proceedings Combined Meetings of the Western Forest Nursery Associations. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. General Technical Report RM-200. Fort Collins, Colorado, USA. pp. 17-36.
- NARUKAWA, Y.; YAMAMOTO, M. S. 2001. Gap formation, microsite variation and the conifer seedling occurrence in a subalpine old-growth forest, central Japan. *Ecological Research* 16(4) 617-625.
- PAGE-DUMROSOESE, D. S.; DUMROESE, K. R.; CARPENTER, C. M.; WENNY, D. L. 2002. Relationship of seed microsite to germination and survival of lodgepole pine on high-elevation clearcuts in Northeastern Utah. Research Note RMRS-RN 14. USDA. Forest Service, Rocky Mountain Research Station Fort Collins. Utah, U.S.A. 4 p.
- PRIETO R., J. A.; VERA, C. G.; MERLIN, E. 1999. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico No. 12. INIFAP. SAGAR. 23 p.
- PRICE, T. D.; ZIMMERMANN, E. N.; VAN DER MEER, J. P.; LEXER, J. M.; LEADLEY, P.; JORRITSMAN, T. M. I.; SCHABER, J.; CLARK, F. D.; LASCH, P.; MCNULTY, S.; WU, J.; BENJAMIN, S. 2001. Regeneration in gapmodels: Priority issues for studying forest responses to climate change. *Climatic Change* 51: 475-508.
- RITCHIE, G. A. 1984. Assessing seedling quality. *In*: DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. (Eds.). Forest Nursery Manual: production of bareroot seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Netherlands. pp. 243-259.
- SOSA P., G. 2002. Efecto de calidad de planta en la supervivencia de *Pinus patula* Schl. et Cham. en un área quemada. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 73 p.
- SOUTH, D. B.; BOYER, J. E.; BOSCH, L. 1984. Survival and growth of loblolly pine as influenced by seedling grade: 13 years results. Southern Forest Nursery Management Cooperative, Auburn University, Auburn, Ala. Rep. N°8. 12 p.
- TITUS, H. J.; TSUYUZAKI, S. 2003. Distribution of plants in relation to microsites on recent volcanic substrates on Mount Koma, Hokkaido, Japan. *Ecological Research* 18(1): 91-98.
- THOMPSON, B. E. 1984. Establishing a vigorous nursery crop: bed preparation, seed sowing, and early seedling growth. *In*: DURYEA, M. L.; LANDIS, T. D. (Eds.). Forest nursery manual: Production of bare root seedlings. Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers. The Netherlands. pp. 243-259.
- TORAL, I. M. 1997. Concepto de calidad de planta en viveros forestales. Documento Técnico No. 1. Programa de Desarrollo Forestal en Jalisco. SEDER, Fundación Chile, Consejo Agropecuario de Jalisco. México. 28 p.
- ZAVALA CH., F. 2001. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. UACH. Chapingo, Edo. de Méx. 94 p.
- ZAVALA CH., F.; GARCÍA M., E. 1998. Consideraciones sobre la dinámica de plántulas de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 4(1): 207-214.