

INFLUENCIA DEL TUBO INVERNADERO EN UNA FORESTACIÓN CON ESPECIES DEL GÉNERO *JUNIPERUS* L.

Jiménez, M. N.; Navarro, F. B.; Ripoll, M. A.; Gallego, E. & De Simón, E.

Grupo de Sistemas Forestales. Área de Recursos Naturales. Centro de Investigación y Formación Agraria. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (C.I.C.E., Junta de Andalucía). Camino Purchil s/n. Apdo. 2027. 18080 Granada (Spain).

E-mail: noelia.jimenez.ext@juntadeandalucia.es

Resumen Este trabajo evalúa la respuesta en campo de plántulas de *Juniperus thurifera* L., *J. oxycedrus* L. y *J. phoenicea* L. protegidas por tubos invernadero con doble capa de polipropileno (Tubex®), en condiciones mediterráneas semiáridas (Pp<350mm). Para ello, se diseñaron 6 parcelas en las que se plantaron 25 plantas en cada una, con y sin tubos protectores, en campos de cultivo abandonados situados en el Altiplano del Conejo (Guadix, SE España). La plantación se realizó en febrero de 2001 y se tomaron datos hasta octubre de 2005. Al final del período de muestreo, la supervivencia registrada fue superior al 75% en todos los casos, y no se encontraron diferencias significativas por la utilización del tubo protector. Los valores más elevados se obtuvieron en *J. thurifera*. Las tres especies presentaron una mayor altura con tubo protector que sin él, pero esta diferencia sólo fue significativa en el caso de *J. thurifera* y *J. oxycedrus*. Sin embargo, el diámetro del cuello de la raíz fue significativamente mayor en las plantas desprotegidas, independientemente de la especie utilizada. Igualmente, el índice de esbeltez fue significativamente mayor en las plantas con protector. La cantidad de superficie foliar en *J. thurifera*, no mostró diferencias significativas respecto a la presencia o ausencia de tubos protectores. Debido a que estos efectos provocan una desproporción de la biomasa aérea y pueden causar problemas de desestabilización, unido a las escasas diferencias en cuanto a supervivencia, parece desaconsejable el uso del tubo protector Tubex®, al menos en este ambiente y con especies de estas características.

Palabras clave: tubo protector, semiárido, *Juniperus thurifera* L., *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L., terrenos agrícolas abandonados, SE España.

SHELTER TUBES INFLUENCE ON AFFORESTATIONS WITH *JUNIPERUS* L. SPECIES.

Abstract This study evaluates the field performance of *Juniperus thurifera* L., *J. oxycedrus* L. and *J. phoenicea* L. seedlings planted using or not the shelter tube Tubex® with a double layer of polypropylene, in Mediterranean semi-arid conditions (Pp<350mm). For that, 6 plots of 25 seedlings were planted in each one, shelter with and without, in abandoned agricultural lands located in the Altiplano del Conejo (Guadix, SE Spain). The planting was made in February 2001 and data have been recorded until October 2005. At the end of the sampling period, the survival was very high (> 75 %), appearing the highest value in *J. thurifera* with and without shelter. The three species showed larger heights shelter with that without it, but this difference only was significant in the case of *J. thurifera* and *J. oxycedrus*. However, the diameter was significantly highest in shelter without seedlings of the three species. The index of narrowness was significantly highest in shelter with seedlings which may cause problems of morphological disproportion and destabilization. *J. thurifera* with and without shelter, not showed significant difference respect to leaf area. Therefore, the use of the shelter tube Tubex® seems inadvisable, at least in these environments and for species with these characteristics.

Key words: shelter tube, semi-arid, *Juniperus thurifera* L., *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L., abandoned agricultural lands, SE Spain.

INFLUENCE DU TUBE-ABRI SUR LA FORESTATION AVEC DES ESPECES DU GENRE *JUNIPERUS* L.

Résumé Cette étude analyse la réponse sur le terrain d'une forestation, *Juniperus thurifera* L., *J. oxycedrus* L. et *J. phoenicea* L. étant soumises à au tube-abri avec double couche de polypropylène (Tubex®), en conditions méditerranéennes semi-arides (Pp< 350 mm). Pour cela, nous avons mis en place 6 parcelles de 25 plantes chacune, situées sur le Haut Plateau *Altiplano del Conejo* (Guadix, Grenade, Espagne), avec et sans protecteur, sur des terrains agricoles abandonnés. La plantation a été réalisée en février 2001 et des relevés ont été effectués jusqu'en octobre 2005. Après cette période d'échantillonnage, la survivance a été très importante (>75%), et on a relevé les valeurs les plus hautes en ce qui concerne le Genévrier thurifère, avec et sans protecteur. Les trois espèces ont présenté des hauteurs plus importantes avec protecteur, mais la différence n'a été significative que dans les cas de *J. thurifera*, et de *J. oxycedrus*. Cependant, pour les trois espèces, le diamètre a été nettement plus important sans tube -abri. Par conséquent, la sveltesse fut plus importante pour les plantes avec protecteur, ce qui peut causer des problèmes de disproportion et de déstabilisation. Le Genévrier thurifère, avec et sans

protecteur, n'a pas présenté de différences significatives concernant la superficie foliaire. Nous déconseillons l'utilisation du tube protecteur Tubex® dans ces environnements et avec des espèces possédant ces caractéristiques.

Mots-clefs : Tube protecteur, forestation, semi-aride, *Juniperus thurifera* L., *J. oxycedrus* L., *J. phoenicea* L., terrains agricoles abandonnés, SE Spain.

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la utilización de tubos protectores de plantas se ha convertido en una práctica generalizada en el ámbito forestal, agrícola e incluso en jardinería. Uno de los modelos más utilizados ha sido el tubo invernadero con doble capa de polipropileno (Tubex®).

Trabajos previos con estos tipos de tubos protectores (KJELGREN *et al.*, 1997), han demostrado reducir las pérdidas por herbivoría (POTTER, 1988), aumentar la elongación del tallo principal (BURGER *et al.*, 1992; KJELGREN, 1994), incrementar la supervivencia (KJELGREN & CLEVELAND, 1994; CONNER *et al.*, 2000; SHARROW, 2001) y reducir el uso del agua (KJELGREN, 1994). También se han encontrado respuestas positivas frente a la aplicación de herbicidas y frente a la ramificación excesiva (ZACZEK *et al.*, 1996; BENDFELDT *et al.*, 2001).

Por otro lado, también se ha demostrado que estos tubos protectores reducen el crecimiento del diámetro del cuello de la raíz de las plantas y el crecimiento de la biomasa de raíces, provocando un aumento del índice de esbeltez, y por tanto una desproporción y ahilamiento de la biomasa aérea y descompensación entre biomasa aérea y biomasa radical (BERGEZ & DUPRAZ, 1997; WARD *et al.*, 2000; JIMÉNEZ *et al.*, 2005). Incluso algunos autores proponen que estos tubos protectores provocan una disminución del endurecimiento de las plantas frente al invierno (KJELGREN & RUPP, 1997).

La mayoría de estos estudios han sido realizados en climas templados y lluviosos, y con especies deciduas o coníferas productoras de madera, tales como *Prunus avium* L. (BERGEZ & DUPRAZ, 2000), *Acer platanoides* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh (KJELGREN & RUPP, 1997), *Juglans nigra* L., *Gleditsia triacanthos* L. (BENDFELDT *et al.*, 2001), *Quercus rubra* L. (ZACZEK *et al.*, 1996), etc... Sin embargo, son muy escasos los estudios realizados con este tipo de protectores en clima mediterráneo, sobre todo en ambientes semiáridos, y menos aún con especies del género *Juniperus* L.

JIMÉNEZ *et al.* (2005) realizaron un seguimiento de una forestación con plántulas de *J. thurifera* protegidas con tubos invernadero en ambiente semiárido. Estos autores señalaron la fuerte descompensación entre la altura de las plantas y el diámetro del cuello de la raíz, y entre la biomasa aérea y la biomasa radical debido a una disminución de la radiación y a un aumento de la temperatura máxima dentro del tubo protector Tubex®.

Continuando en este sentido, en este estudio se plantearon dos objetivos: -Evaluar la viabilidad y la respuesta en campo de una forestación con *J. thurifera*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea*; -Analizar los efectos de la colocación de tubos protectores (Tubex®) sobre plantas de estas especies en condiciones mediterráneas semiáridas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio está situada en el "Altiplano del Conejo" (depresión de Guadix-Baza, Granada), en el SE de la península Ibérica. Se trata de una zona agrícola abandonada desde 1993, de bioclima xérico-oceánico, termotipo mesomediterráneo y ombrotipo semiárido (RIVAS-MARTÍNEZ & LOIDI, 1999), de topografía llana y homogénea, con precipitación media anual de 304 mm. El suelo es muy homogéneo en la superficie de ensayo. Se trata de un calcisol pétrico (FAO, 1998) con pH de 7.5, textura franco arcillo-arenosa y gran capacidad de retención (RIPOLL, 2004).

En febrero de 2001, se instalaron 6 parcelas de 20 x 20m (400m²), donde se plantaron 25 plantas en cada una (=150 plantas), a 5x5 m de distancia y con marco regular. En total se plantaron 50 *J. thurifera* (25 x 2), 50 *J. oxycedrus* (25 x 2) y 50 *J. phoenicea* (25 x 2), de dos savias. Según un diseño completamente aleatorizado, en tres de estas parcelas a las plantas se les colocó protector invernadero tipo Tubex® de 80 cm de altura, con doble capa de polipropileno, sin ventilación lateral y anclados al suelo por una estaca. El procedimiento de preparación del suelo fue un ahoyado con retroexcavadora de 80 H.P., con cucharón de 50 x 80 cm. A estas plantas se les midió altura (H), diámetro del cuello de la raíz (DCR), e índice de esbeltez (E) en febrero, julio y octubre de 2001, en febrero, julio y octubre de 2002 (en este último período sólo se midió *J. thurifera*), en julio de 2003 y en octubre de 2005. Además, a *J. thurifera* se les estimó la superficie foliar (SF) en octubre de 2002, en julio de 2003 y octubre de 2005. La H se midió con una regla milimetrada, el DCR con un calibre digital y la SF se calculó con un estimador no destructivo de área foliar basado en los mismos principios usados en teledetección (CASADESUS *et al.*, 2000). Estos principios están basados en la selectiva absorción de luz por parte de la clorofila. El dispositivo usado para la estimación de SF fue un tubo cerrado con paredes reflectantes e iluminación procedente de una fuente de luz artificial difusa. La reflectancia para cada planta fue calculada con la radiación reflejada con la planta dentro del tubo dividido por la radiación incidente en el interior del tubo sin la planta. El NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) fue calculado a partir de la reflectancia como $NDVI = (R_{770} - R_{680}) / (R_{770} + R_{680})$, donde R770 y R680 son las reflectancias a 770 y 680nm. Asumiendo una relación lineal entre NDVI y el área de la planta verde, previamente calculado en laboratorio para *J. thurifera*, estimamos la superficie foliar a través de la ecuación: $SF = 66.375 + (699.613 * NDVI)$, $r = 0.98$, $R^2 = 97.8\%$, Error estándar = 2.89, $P = 0.000$ (n=25).

Durante el período de muestreo, se realizó un seguimiento del clima a través de la estación meteorológica marca THIES mod. DL-15, situada en la zona de estudio. Esta estación registra datos cada 30 minutos de precipitación y temperatura del aire, entre otras variables.

Los datos obtenidos de las mediciones de campo fueron analizados con los programas Microsoft Excel 2000 y Statistix 8.0 para Windows XP, con el que se realizaron distintos análisis de la varianza de una vía (one-way ANOVA), para los factores “tiempo” y “especie-protector” a un nivel de confianza del 95%. Al final del período de muestreo se realizó un análisis de la varianza de dos vías (two-way ANOVA) para conocer la existencia de interacción entre los factores especie y protector. Fue aplicado el test de Tukey para comparar los valores medios de los diferentes tratamientos. Se hizo una transformación logarítmica de los datos cuando fue necesario, para obtener la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza. La supervivencia se analizó mediante el producto límite de Kaplan & Meier (Test de Logrank).

RESULTADOS

Variables climáticas

Los datos del clima registrados en la estación meteorológica durante el desarrollo de este trabajo aparecen en la Tabla 1. De éstos hay que destacar un período de altas precipitaciones en relación a la media anual acontecido en el año meteorológico Oct. 2002-Sept. 2003, en el que se registraron 350.8 mm (un 12 % más de lo esperado para la precipitación histórica), y períodos de escasas precipitaciones como el acontecido en el año Oct. 2004-Sept. 2005, en el que se registraron 168.5 mm (un 44.5 % menos de lo esperado). Las temperaturas máximas y mínimas absolutas también fueron muy variables y extremas, registrándose una temperatura mínima absoluta de -19.3°C en enero de 2005 (corresponde al

mínimo valor alcanzado en los últimos 10 años en la zona), y una temperatura máxima absoluta de 39.1°C en julio del mismo año (Figura 1).

Análisis de la respuesta en campo

La Figura 2 muestra la evolución de la supervivencia de *J. thurifera*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea* con y sin tubo protector, con respecto al tiempo. Al final del período de muestreo, *J. thurifera* con y sin tubo protector, mostró los valores más altos de supervivencia (100% y 96%, respectivamente); *J. oxycedrus* con protector mostró una supervivencia menor (76%) que sin protector (84%) y *J. phoenicea* presentó la misma supervivencia con y sin protector (84%). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a supervivencia entre ninguna de las tres especies respecto a la presencia o ausencia de tubo protector (Tabla 2).

En la Tabla 3 se muestran los valores medios \pm SE de las variables medidas en campo (H, DCR, E y SF) con respecto a los factores “tiempo” y “especie-protector”:

a) Factor “tiempo”

Las tres especies aumentaron la altura con el tiempo. Sin embargo, no aparecieron diferencias significativas hasta después del segundo verano (Oct02) en el caso de *J. thurifera*, hasta la tercera primavera (Jul03) para *J. oxycedrus*, y hasta después del quinto verano en el caso de *J. phoenicea*. *J. thurifera* y *J. oxycedrus* mostraron un aumento significativo del diámetro a partir de la segunda primavera (Jul02), mientras que *J. phoenicea* no mostró este aumento hasta la tercera primavera (Jul03). Las tres especies sin tubo protector disminuyeron significativamente el índice de esbeltez con el tiempo. Al contrario, las tres especies con tubo protector aumentaron el valor de este índice con el tiempo, no siendo significativo para *J. phoenicea*. La superficie foliar en *J. thurifera* con y sin tubo protector (Tabla 4), aumentó significativamente sólo a partir del quinto verano (Oct05).

b) Factor “especie-tubo protector”

Las tres especies presentaron mayor altura con tubo protector que sin él. *J. thurifera* y *J. oxycedrus* con tubo protector presentaron alturas significativamente mayores que el resto. No hubo diferencias significativas respecto al diámetro entre especies con y sin tubo protector hasta después del quinto verano (Oct05), excepto *J. thurifera* que mostró diferencias a partir del segundo verano (Oct02). Las tres especies presentaron un índice de esbeltez significativamente mayor con protector que sin él. En cuanto a la superficie foliar, al final del período de muestreo no aparecieron diferencias significativas entre *J. thurifera* con tubo protector y sin él (Tabla 4).

c) Interacción “especie” x “tubo protector”

Al final del período de estudio, no se encontró interacción significativa entre el factor especie y el factor tubo protector (two-way ANOVA) para ninguna de las variables estudiadas (Figuras 3, 4 y 5). Es decir, el efecto del tubo protector sobre la altura ($F_{(2, 119)}=2.70$; $P=0.07$), el diámetro ($F_{(2, 119)}=0.07$; $P=0.93$) y la esbeltez ($F_{(2, 119)}=1.43$; $P=0.24$) fue el mismo independientemente de la especie utilizada.

DISCUSIÓN

La precipitación caída fue muy variable de unos años a otros, hubo períodos de altas precipitaciones (año 2003) en relación a la media anual, en el que se registraron 350.8 mm, y períodos como el acontecido durante el año 2005 de tan sólo 168.5 mm. Las temperaturas máximas y mínimas sufrieron fuertes fructuaciones estacionales. Es de destacar que el período de bajas precipitaciones coincidió también con el más frío. A pesar de estas

condiciones tan extremas y fluctuantes, las plantas fueron capaces de sobrevivir. La presencia de tubo protector Tubex® debió provocar un aumento de la temperatura máxima de aproximadamente 10 °C y una reducción de la radiación en un 78% tal y como constatan JIMÉNEZ *et al.* (2005). Otros autores también señalaron estos efectos dentro del tubo protector (KJELGREN & RUPP, 1997; WARD *et al.*, 2000).

Al final del período de muestreo, el porcentaje de supervivencia se puede considerar muy elevado para las tres especies (> 75 %) en relación a las condiciones semiáridas de la zona de estudio, pero teniendo en cuenta que las plantas utilizadas fueron de dos savias. En este sentido, NAVARRO *et al.* (2000) obtuvieron una supervivencia muy baja para *J. oxycedrus* de una savia en condiciones similares. El efecto del tubo protector sobre la supervivencia no fue estadísticamente significativo para ninguna especie, lo que contrasta fuertemente con el efecto positivo señalado por otros autores, aunque para otras especies y en otras condiciones (CONNER *et al.*, 2000; SHARROW, 2001; DUBOIS *et al.*, 2000).

Las tres especies aumentaron la altura con el tiempo, siendo *J. thurifera* la que mostró antes diferencias significativas, a partir del segundo verano post-plantación (Oct02). Las plantas con protector presentaron mayor altura que sin él. El mayor diámetro lo mostraron las tres especies sin protector. BURGER *et al.* (1992) también señalaron que la altura de las plantas con tubo protector era mayor, y que el diámetro o no se ve afectado o es menor dentro del protector.

El índice de esbeltez fue disminuyendo significativamente con el tiempo en las tres especies sin tubo protector, mientras que en *J. thurifera* y *J. oxycedrus* con protector, aumentó significativamente. La esbeltez fue significativamente mayor en las plantas con tubo protector que sin él. Este índice es útil para entender la capacidad de la planta para hacer frente al estrés y para competir con la vegetación existente (ROSE & HAASE, 1995). Cuanto mayor es el valor más desequilibrada se encuentra la planta. Por tanto, la presencia de tubo protector hace que las plantas estén más desproporcionadas y conduce al fenómeno de ahilamiento.

No aparecieron diferencias significativas de superficie foliar entre *J. thurifera* con y sin tubo protector al final del período de estudio. Sin embargo, KJELGREN (1994) y JIMÉNEZ *et al.* (2004) señalaron que las plantas con protector presentan mayor superficie foliar, probablemente debido a la compensación que provoca la disminución de la radiación incidente dentro del tubo protector.

No existió interacción entre especie y tubo protector, es decir el protector afectó a las plantas independientemente de la tres especies empleadas.

CONCLUSIONES

J. thurifera, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea* son especies autóctonas con gran capacidad adaptativa en ambientes mediterráneos semiáridos adversos, donde la precipitación y la temperatura sufren grandes fluctuaciones tanto diarias como estacionales. Prueba de ello es el porcentaje de supervivencia obtenido en este estudio (>75%). La utilización del tubo protector no provocó diferencias estadísticamente significativas en este aspecto.

Sin embargo, la presencia del tubo protector Tubex® provocó un aumento significativo de la altura con respecto a las plantas desprotegidas, un menor diámetro, y por consiguiente excesiva esbeltez, lo que puede acarrear problemas de desproporción y desestabilización. De hecho, el índice de esbeltez fue significativamente mayor en las plantas con tubo protector. Estos efectos sobre las plantas fueron independientes del tipo de especie empleada.

J. thurifera fue la especie que presentó la mayor supervivencia y los mayores crecimientos en altura y diámetro y el menor índice de esbeltez.

Para estas condiciones ambientales y para las especies empleadas, se desaconseja el uso de este tipo de tubos protectores.

BIBLIOGRAFÍA

- BENFELDT, E. S., FELDHAKKE, C. M. & BURGER, A.; 2001. Establishing trees in an Appalachian silvopasture; response to shelters, grass control, mulch and fertilization. *Agroforest. Syst.* 53: 291-295.
- BERGEZ, J.-E. & DUPRAZ, C.; 1997. Transpiración rate of *Prunus avium* L. seedlings inside an unventilate treeshelter. *For. Ecol. Manage.* 97: 255-264.
- BURGER, D. W., SVIHRA, P. & HARRIS, R.; 1992. Treeshelter use in producing container-grown trees. *HortScience* 27 (1): 30-32.
- CASADESUS, J., TAMBUSSI, E., ROYO, C. & ARAUS, J. L.; 2000. Growth assessment of individual plants by an adapted remote sensing technique. *Options Méditerranéennes* 40: 129-132.
- CONNER, W. H., INABINETTE, L. W. & BRANTLEY, E. F.; 2000. The use of tree shelters in restoring forest species to a floodplain delta: 5-year results. *Ecol. Eng.* 15: S47-S56.
- DUBOIS, M. R., CHAPPELKA, A. H., ROBBINS, E., SOMERS, G. & BAKER, K.; 2000. Tree shelters and weed control: Effects on protection, survival and growth of cherrybark oak seedlings planted on a cutover site. *New Forests* 20: 105-118.
- FAO-ISRIC. 1998. Base Referencial Mundial del recurso del suelo. FAO. Roma. 91 pp.
- JIMÉNEZ, M. N., NAVARRO, F. B., RIPOLL, M. A., BOCIO, I. & DE SIMÓN, E.; 2005. Effect of shelter tubes on establishment and growth of *Juniperus thurifera* L. (*Cupressaceae*) seedlings in Mediterranean semi-arid environment. *Annals of Forest Science* 62: 717-725.
- JIMÉNEZ, M. N., NAVARRO, F. B., RIPOLL, M. A. & DE SIMÓN, E.; 2004. Restauración de la vegetación con especies de matorral en terrenos agrícolas de ambientes semiáridos. In: J. Peñas & L. Gutiérrez (eds.), *Biología de la Conservación: Reflexiones, propuestas y estudios desde el S.E. ibérico*:177-190. Instituto de Estudios Almerienses. Almería.
- KJELGREN, R.; 1994. Growth and water relations of kentucky coffee tree in protective shelters during establishment. *HortScience* 29 (7): 777-780.
- KJELGREN, R. & CLEVELAND, B.; 1994. Establishment of white oak seedlings with three post-plant handling methods on deep-tilled minesoil. *J. Environ. Hort.* 12: 100-103.
- KJELGREN, R. & RUPP, L. A.; 1997. Establishment in Treshelters I: Shelters reduce growth, water use, and hardiness, but not drought avoidance. *HortScience* 32 (7): 1281-1283.
- KJELGREN, R., MONTAGUE, D. T. & RUPP, L. A.; 1997. Establishment in Treshelters II: Effect of shelter color on gas exchange and hardiness. *HortScience* 32 (7): 1284-1287.
- NAVARRO, F. B., BOCIO, I., RIPOLL, M. A. & DE SIMÓN E.; 2000. Ensayo preliminar de forestación con especies arbustivas en terrenos agrícolas semiáridos. *Monogr. Fl. Veg. Béticas* 12: 155-161.
- POTTER, J.; 1988. Treeshelters improve survival and increase early growth rates. *J. For.* 86: 39-41.
- RIPOLL, M. A.; 2004. Aprovechamiento de escorrentías superficiales mediante la construcción de microcuencas: aplicación a la forestación en ambientes mediterráneos. *Tesis doctoral* (inérita). Universidad de Granada.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. & LOIDI, J.; 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobot.* 13: 41-47.
- ROSE, R. D. & HAASE, L.; 1995. The target seedling concept: implementing a program. In: T. D. Landis & B. Cregg (eds.), *Forest and Conservation Nursery Associations*: 124-130. USDA. Portland.
- SHARROW, S. H.; 2001. Effects of shelter tubes on hardwood tree establishment in western Oregon silvopastures. *Agroforestry Systems* 53: 282-290.
- WARD, J. S., GENT, M. P. N. & STEPHENS, G. R.; 2000. Effects of planting stock quality and browse protection-type on height growth of northern red oak and eastern white pine. *For. Ecol. Manage.* 127: 205-216.

ZACZEK, J. J., STEINER, K. C. & BOWERSOX, T. W.; 1996. Northern red oak planting stock: 6-year results. *New Forests* 13: 175-189.

TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Datos de precipitación mensual y temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales durante el período Octubre de 2000-Septiembre de 2005, registrados en la estación meteorológica situada en el área de estudio.

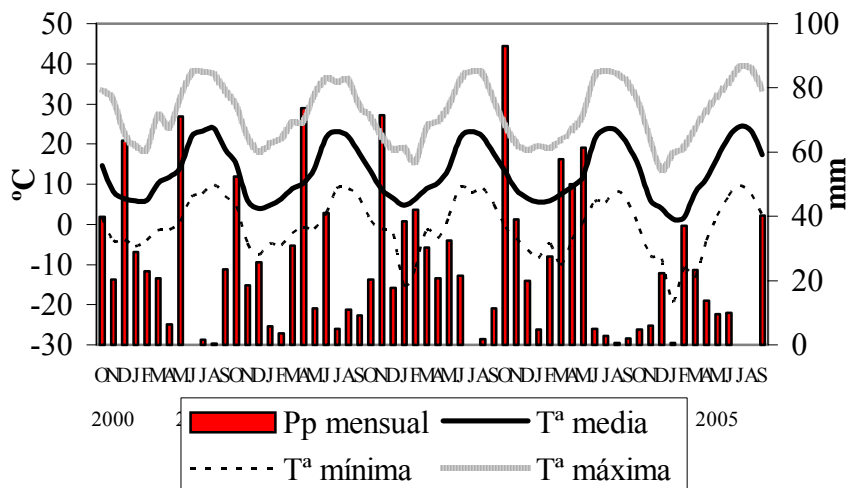


Figura 2. Evolución de la supervivencia (%) de *J. thurifera*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea* con tubo protector (con) y sin protector (sin).

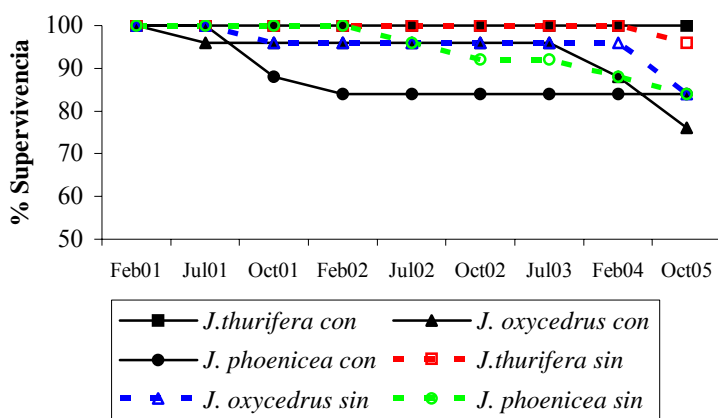


Figura 3. Altura media \pm SE de las tres especies estudiadas y efecto del tubo protector al final del período de estudio (Oct05).

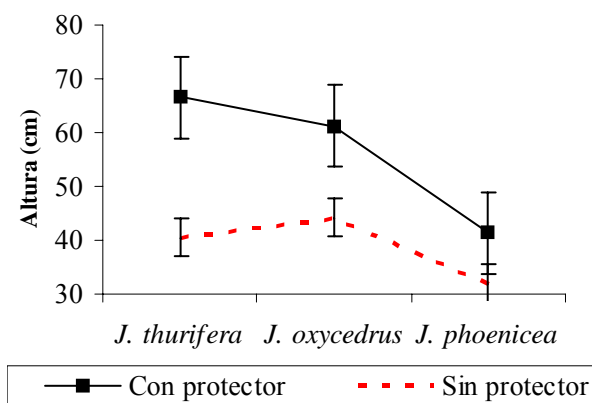


Figura 4. Diámetro medio \pm SE de las tres especies estudiadas y efecto del tubo protector al final del período de estudio (Oct05).

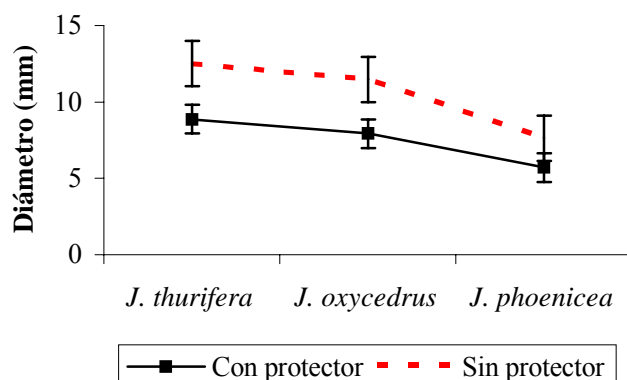


Figura 5. Índice de esbeltez medio \pm SE para las tres especies estudiadas y efecto del tubo protector al final del período de estudio (Oct05).

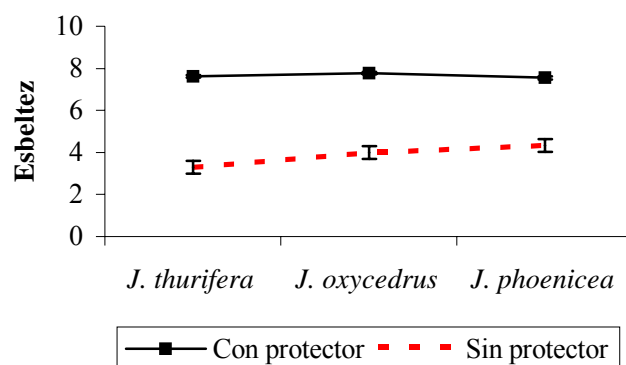


Tabla 1. Datos de temperatura máxima y mínima absoluta anual, temperatura media y precipitación anual, registrados durante los años de desarrollo del experimento en la estación meteorológica situada en el área de estudio.

	2001	2002	2003	2004	2005
T ^o máx. abs. (°C)	38.1	36.3	38.1	38.2	39.1
T ^o mín. abs. (°C)	-7.6	-5.1	-15.2	-10.3	-19.3
T ^o m. anual (°C)	13.4	13.1	13	12.7	12.4
Pp. anual (mm)	271.8	301.1	350.8	244.4	168.5

Tabla 2. Resultados del análisis estadístico realizado con los datos de supervivencia mediante el producto límite de Kaplan & Meier, para *J. thurifera*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea* con y sin protector.

Test de Logrank	
<i>J. thurifera</i>	$\chi^2=1.0$; $P=0.31$
<i>J. oxycedrus</i>	$\chi^2=0.56$; $P=0.45$
<i>J. phoenicea</i>	$\chi^2=0.01$; $P=0.91$

Tabla 4. Respuesta en campo de *J. thurifera*, con tubo protector y sin él. Se presenta el valor medio \pm SE obtenido mediante ANOVA de una vía para la variable superficie foliar. Letras minúsculas distintas muestran diferencias significativas con respecto al factor especie-protector, y letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas con respecto al factor tiempo. Sac=*J. thurifera* con tubo protector, Sas=*J. thurifera* sin tubo protector.

	SF (cm ²)			p-valor
	Oct02	Jul03	Oct05	
Sac	146.3 \pm 5.80Aa	144.6 \pm 39.7Aa	297.6 \pm 8.24Ba	0.000
Sas	116.8 \pm 3.92Ab	109.5 \pm 6.23Aa	304.0 \pm 12.66Ba	0.000
p-valor	0.000	0.389	0.668	

Tabla 3. Respuesta en campo de *J. thurifera*, *J. oxycedrus* y *J. phoenicea* con protector y sin protector. Se presenta el valor medio \pm SE obtenido mediante ANOVA de una vía para cada parámetro analizado. Letras minúsculas distintas muestran diferencias significativas con respecto al factor especie-protector, y letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas con respecto al factor tiempo. H=altura, DCR=diámetro del cuello de la raíz, E=índice de esbeltez; Sac=*J. thurifera* con protector, Sas=*J. thurifera* sin protector, Ec=*J. oxycedrus* con protector, Es=*J. oxycedrus* sin protector, Smc=*J. phoenicea* con protector y Sms=*J. phoenicea* sin protector.

	Feb01	Jul01	Oct01	Feb02	Jul02	Oct02	Jul03	Oct05	p-valor
H (cm)									
Sac	18.2 \pm 0.40Abc	20.9 \pm 0.51ABa	21.5 \pm 0.57ABa	21.9 \pm 0.59ABa	25.3 \pm 0.85BCa	29.6 \pm 1.05Ca	41.9 \pm 1.92Da	66.5 \pm 3.39Ea	0.000
Sas	16.4 \pm 0.68Ac	17.7 \pm 0.65ABb	18.1 \pm 0.68ABb	18.4 \pm 0.68ABb	19.9 \pm 0.75ABb	21.6 \pm 0.82BCb	26.3 \pm 1.57Cbc	40.5 \pm 2.93Dbc	0.000
Ec	20.5 \pm 0.48Aab	18.9 \pm 0.67Aab	19.2 \pm 0.50Aab	19.7 \pm 0.59Aab	24.5 \pm 0.80Aa		42.0 \pm 1.70Ba	61.2 \pm 3.49Ca	0.000
Es	20.7 \pm 0.70Aa	17.6 \pm 0.80Ab	18.1 \pm 0.69Ab	18.1 \pm 0.70Ab	20.4 \pm 0.77Ab		28.8 \pm 1.56Bbc	44.2 \pm 2.18Cb	0.000
Smc	22.3 \pm 0.61Aa	19.3 \pm 0.64Aab	18.9 \pm 0.61Ab	19.0 \pm 0.64Ab	20.3 \pm 0.71Ab		30.9 \pm 1.24Bb	41.4 \pm 2.62Cbc	0.000
Sms	22.9 \pm 0.73BCa	18.7 \pm 0.71Aab	19.0 \pm 0.67ABab	18.9 \pm 0.72Ab	19.3 \pm 0.74ABb		25.1 \pm 1.13Cc	32.0 \pm 1.76Dc	0.000
p-valor	0.000	0.008	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	
DCR (mm)									
Sac	2.87 \pm 0.08Aab	3.17 \pm 0.09Aa	3.34 \pm 0.08Aa	3.61 \pm 0.10ABa	4.19 \pm 0.15BCa	4.59 \pm 0.13Cb	5.43 \pm 0.23Dbc	8.87 \pm 0.44Ebc	0.000
Sas	2.87 \pm 0.10Aab	3.05 \pm 0.12Aab	3.28 \pm 0.13ABab	3.56 \pm 0.16ABa	4.43 \pm 0.22Ba	5.33 \pm 0.25Ca	7.20 \pm 0.40Da	12.5 \pm 0.86Ea	0.000
Ec	2.66 \pm 0.07Ab	2.62 \pm 0.10Ab	2.92 \pm 0.09Aab	2.72 \pm 0.09Ab	3.88 \pm 0.17Bab		5.12 \pm 0.20Cbcd	7.93 \pm 0.32Dc	0.000
Es	2.54 \pm 0.07Ab	2.73 \pm 0.09Aab	2.96 \pm 0.10ABab	2.95 \pm 0.08ABb	3.99 \pm 0.14Bab		5.77 \pm 0.27Cb	11.47 \pm 0.78Dab	0.000
Smc	3.11 \pm 0.13Aa	2.83 \pm 0.12Aab	2.87 \pm 0.12Ab	2.78 \pm 0.10Ab	3.18 \pm 0.16Ac		4.30 \pm 0.15Bd	5.71 \pm 0.32Cd	0.000
Sms	3.10 \pm 0.10Aa	2.88 \pm 0.10Aab	2.97 \pm 0.10Aab	2.80 \pm 0.10Ab	3.51 \pm 0.18Abc		4.79 \pm 0.20Bcd	7.63 \pm 0.41Cc	0.000
p-valor	0.000	0.006	0.006	0.000	0.000	0.028	0.000	0.000	
E									
Sac	6.40 \pm 0.13Ab	6.66 \pm 0.18Aab	6.49 \pm 0.17Aab	6.16 \pm 0.20Ab	6.16 \pm 0.25Aa	6.50 \pm 0.23Aa	7.84 \pm 0.36Ba	7.62 \pm 0.32Ba	0.000
Sas	5.81 \pm 0.21Ab	5.87 \pm 0.16Ab	5.61 \pm 0.19Ab	5.26 \pm 0.18ABc	4.62 \pm 0.16BCc	4.14 \pm 0.14CDb	3.83 \pm 0.33CDc	3.28 \pm 0.15Db	0.000
Ec	7.84 \pm 0.24Aa	7.47 \pm 0.40ABa	6.66 \pm 0.19Ba	7.38 \pm 0.26ABa	6.54 \pm 0.28Ba		8.31 \pm 0.28Aa	7.78 \pm 0.38ABa	0.000
Es	8.15 \pm 0.21Aa	6.62 \pm 0.32Bab	6.24 \pm 0.26Bab	6.17 \pm 0.21Bb	5.20 \pm 0.19Cbc		5.05 \pm 0.23Cb	3.99 \pm 0.16Db	0.493
Smc	7.35 \pm 0.26Aa	7.02 \pm 0.28Aa	6.82 \pm 0.34Aa	6.91 \pm 0.23Aab	6.57 \pm 0.25Aa		7.25 \pm 0.28Aa	7.55 \pm 0.53Aa	0.000
Sms	7.50 \pm 0.23Aa	6.60 \pm 0.24ABab	6.53 \pm 0.23ABab	6.86 \pm 0.24Aab	5.70 \pm 0.24BCab		5.31 \pm 0.21CDb	4.32 \pm 0.23Db	0.000
p-valor	0.000	0.005	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	