INFLUENCIA DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN EN LA HUMEDAD DEL SUELO Y EN LA RESPUESTA EN PLANTACIÓN DE PINO CARRASCO EN EL SEMIÁRIDO ALMERIENSE

J. OLIET PALÁ* R. PLANELLES GONZÁLEZ** MANUEL LÓPEZ ARIAS** FRANCISCO ARTERO CABALLERO** M. GONZÁLEZ DE CHAVEZ FERNANDEZ

* ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRÓNOMOS Y DE MONTES. APDO. 3048. 14080 CÓRDOBA

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA DEL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRARIA Y ALIMENTARIA. APDO 8.111. 28040 MADRID

RESUMEN

Se han ensayado dos factores de protección sobre un repoblado de *Pinus halepensis* en terreno semiárido: tratamiento horizontal, con cuatro niveles (sin actuación, escarda manual, placa de mulch de tejido permeable y placa de mulch plástica); y protectores verticales, con tres niveles (sin protección, malla plástica y tubo invernadero). Sólo se ha detectado un efecto del tubo invernadero sobre la morfología del arbolado. La independencia de los tratamientos de la humedad edáfica, así como el reducido poder de colonización de la vegetación tras la preparación del terreno pueden ser las causas de esta independencia. Salvo un incremento notable de la competencia en los años siguientes a la plantación u otras interacciones, el costo que supone la utilización de estos sistemas no compensa los resultados obtenidos en las condiciones ensayadas.

P.C.: Repoblación, *Pinus halepensis*, Mulch, Tupos protectores

SUMMARY

Two protection factors on a semiarid forestation of *Pinus halepensis* have been evaluated: four horizontal protection levels(control, weeding, fiber mulch and plastic mulch); and three vertical levels (control, mesh shelter and polypropylene greenhouse shelter). Greenhouse shelter affected the morfology and growth of the trees, but horizontal protection didn't have any effect on the seedlings response. The weed competence absence and the treatment independence on the water content of the soil must justify the no effect. The medium and long-term effects may be considered to completely evaluate and compensate the cost increment of these treatments.

P.C.: Reforestation, *Pinus halepensis*, Mulch, Tree shelter

INTRODUCCIÓN

El establecimiento con éxito de un repoblado artificial está siempre sujeto a la actuación de varios factores ambientales con influencia generalmente negativa: competencia con la vegetación espontánea, déficit de nutrientes y humedad en el suelo, temperaturas extremas y predación animal. Las condiciones estacionales son variables, haciendo que la actuación conjunta o individual de estos factores resulte en una situación particular más o menos desfavorable. Por este motivo, un requisito esencial para el diseño de una repoblación es identificar los aspectos estacionales que con mayor seguridad vayan a limitar su desarrollo (Hobbs, 1984).

Entre las técnicas que se vienen empleando en zonas difíciles para mejorar el establecimiento de las repoblaciones se encuentran la utilización de mulch y de protectores individuales. Existen muchos tipos de mulch cuyo efecto beneficioso se basa en el retraso de la pérdida de agua del suelo, en la moderación de la temperatura en la zona de las raíces y en la limitación de la

colonización vegetal alrededor de la planta (Gupta, 1991; Haywood y Youngquist, 1991). El empleo de protectores individuales se ha generalizado en muchas repoblaciones con el fin primordial de evitar el daño por animales. Existen numerosas modalidades de protectores en el mercado. Los protectores tipo malla no afectan significativamente a las condiciones microambientales de la joven planta, aunque se han mostrado en ocasiones menos eficaces en su acción protectora, además de presentar problemas para su extracción cuando las ramas se extienden transcurridos los primeros años. Los protectores tipo invernadero son más eficaces en la protección, si bien su efecto sobre las condiciones microclimáticas es patente; numerosos estudios revelan sus influencias en la temperatura, el déficit de saturación de vapor y la radiación, con efectos sobre el potencial hídrico y la actividad fotosintética que modifican la supervivencia, el crecimiento y condicionan la adopción de una morfología de copa y tronco específicas (Potter, 1991; Serrada, 1993; Kjelgren et al., 1994; Kjelgren, 1994; Ponder, 1995; Oliet, 1995; Peñuelas et al., 1996; Carreras et al., 1996). Sin embargo, la mayoría de ellos han sido realizados en ámbitos estacionales diferentes a los mediterráneos.

El objetivo del presente trabajo se centra en el estudio de la acción individual y combinada de distintos tipos de mulch y de protección individual sobre la supervivencia y el crecimiento de una repoblación de *Pinus halepensis*, así como en la evaluación del comportamiento de la humedad edáfica como variable explicativa de los resultados de los sistemas de mulch ensayados.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realiza al sureste de la provincia de Almería, en el paraje de El Caballón (T.M. de Carboneras) situado en Sierra Cabrera, dentro del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar (2° W, 36°58'N, 230 m.s.n.m), con ombroclima árido-semiárido (Ruiz de la Torre, 1990). La parcela se extiende sobre una ladera de pendiente suave y orientación sureste, que contenía una repoblación en terrazas de *Pinus halepensis* de 20 años de edad incendiado en 1994. El suelo pertenece a la unidad Regosoles calcáricos, formados sobre materiales calizos (M.A.P.A., 1989), de pedregosidad abundante.

La preparación del terreno se realizó mediante la apertura mecanizada de hoyos de 0.95x0.95x0.95 m. con retroexcavadora sobre las antiguas terrazas, de 4 metros de anchura. La distancia entre los hoyos es de 2 m aproximadamente. La planta fue cultivada de la semilla de *Pinus halepensis* procedente de Sierra de Lúcar (Almería) sobre envases rígidos de 230 c.c. de capacidad en una mezcla de turba rubia, vermiculita y mantillo de pinar enriquecida con fertilizante de liberación lenta.

La plantación se realizó en noviembre de 1995. La disposición del ensayo fue en un diseño en cinco bloques completos al azar asociado a un experimento factorial 4x3 con doce tratamientos: cuatro niveles de protección horizontal (Sin actuación, Escarda manual, Placa mulch de fibra de coco y Placa mulch de plástico) y tres de protección vertical (Sin protector, Malla y Tubo invernadero). La unidad experimental está formada por una línea a lo largo de la terraza de 25 plantas de longitud, por lo que el número total de plantas utilizado en el ensayo fue de 25x4x3x5 = 1.500.

La escarda correspondiente al factor protección horizontal se realizó en mayo de 1996. Se emplearon dos tipos de placas de mulch: una compuesta de tejido de fibra de coco permeable, entramada en su parte inferior por una red de plástico, de 0.70 x 0.75 m.; otra de plástico, de color verde por la cara superior, de 0.82 x 0.82 m. Ambas se fijaron al terreno con piedras.

El protector de malla es un cilindro de 60 cm. de altura que se fija mediante dos tutores al suelo; el tubo invernadero tiene las mismas dimensiones, fabricado en polipropileno translúcido.

Se realizaron dos mediciones de altura, diámetro en la base del tallo y supervivencia: la primera tras la plantación, en enero de 1996, y la segunda en el mismo mes de 1997. El

crecimiento en altura se calculó por diferencia entre las dos mediciones. Con los datos de las mediciones se calculó el Indice supervivencia-volúmen, utilizando la expresión siguiente: Indice supervivencia-volúmen = % supervivencia x 0.26[diámetro de la base del tallo(cm)^2 x altura (cm)]; los tres factores son los valores totales (supervivencia) o medios (altura y diámetro) de cada unidad experimental. Se trata de un indicador que combina dos medidas de la respuesta de la plantación, pudiendo utilizarse para comparar tratamientos o zonas de plantación. Su significado puede interpretarse como la aptitud para el establecimiento de un repoblado (Tuttle et al., 1988).

Durante el ensayo se registró la precipitación mediante un pluviógrafo automático instalado en la parcela. Para caracterizar pluviométricamente el periodo se calculó un año medio de una serie de 32 años (1954-1986) por un modelo de correlación lineal múltiple de longitud, latitud y altitud ajustado con los datos de 16 estaciones próximas (M.A.P.A., 1989).

La medición de la humedad del suelo se realizó con un equipo de reflectometría de dominio temporal (Gray y Spies, 1995). Se dispuso una estación de varillas de medición fijas por cada bloque y nivel del factor protección horizontal, haciendo un total de 5(bloques) x 4(niveles) = 20 estaciones. Cada estación se compone de tres pares de varillas, de tres profundidades (15, 30 y 60 cm.) clavadas en el suelo y en un círculo con centro en la planta y radio de 10 cm. Se realizaró una medición al mes desde la plantación.

Los datos obtenidos (de plantación y humedad edáfica) fueron analizados con el programa SPSS 6.0 para Windows (SPSS Inc.). Se empleó el procedimiento correspondiente al análisis de un experimento factorial para factores cruzados y efectos fijos (Júdez, 1991). Las comparaciones múltiples se realizaron usando el test de Scheffé.

RESULTADOS

- *Humedad del suelo.* La Figura 2 recoge la evolución de la humedad edáfica en la parcela. Se aprecia una respuesta clara a la precipitación recibida, que fue de 177 mm en 1996 frente a los 181 mm calculados para la serie media de años (Figura 1), si bien diferenciada por profundidades: la humedad a 15 cm. está siempre por debajo de la corrrespondiente a 30 y 60, indicando una elevada evaporación; por otra parte, los contenidos hídricos a 30 y a 60 cm. de profundidad mantienen comportamientos muy similares salvo en los meses de verano, donde la evaporación seca el perfil a 30 cm, manteniendo niveles de humedad por encima del 5 % a 60 cm incluso en los meses de julio y agosto. Esto puede ser especialmente importante para la supervivencia del repoblado, condicionada a que sus raíces se extiendan en profundidad hasta estos niveles. El efecto de los tratamientos de protección horizontal puede verse en la Figura 3. A la profundidad de 15 y 30 cm. no se aprecian diferencias de comportamiento mensual entre los tratamientos. Sólo se encontraron diferencias significativas durante el mes de septiembre para los tratamientos fibra de coco y escarda. A la profundidad de 60 cm. se observa que el tratamiento de escarda manual mantuvo el suelo en niveles de humedad sistemáticamente inferiores, aunque sólo en los meses de enero y abril las diferencias fueron significaticas.

- *Efecto sobre la plantación.* De todos los ensayados, el único factor que produjo diferencias significativas al año de plantación fue la protección con tubo, que afectó a la altura, al diámetro en la base y al crecimiento (Tabla 1).El tubo estimuló el crecimiento en longitud, provocando una diferencia media en altura de 10 cm. respecto al resto de los tratamientos (Tabla 2.2.), sin inhibir el crecimiento en diámetro. Estos datos explican el mayor valor medio del Indice %SupxVol (323) para las plantas protegidas con tubo (aunque las diferencias no son significativas), pues el mayor desarrollo morfológico contrarrestó la menor supervivencia de este tratamiento (73 % frente a 80 y 81%). Resultados parecidos en supervivencia se obtuvieron en otro trabajo con la misma especie (Oliet, 1995), evidenciando un ligero efecto negativo que puede explicarse por el temperamento de luz del pino carrasco.

Los tratamientos de protección horizontal no alteraron significativamente la respuesta de la plantación. La escarda puede afectar negativamente a la supervivencia (Tabla 2.1.) por la reducción de la humedad del suelo en profundidad que provoca. No existe explicación aparente de este fenómeno. En general, la independencia de la respuesta del repoblado a estos tratamientos puede explicarse por la escasa presencia de vegetación natural desarrollada tras la plantación durante el primer año, condicionada asímismo por la pérdida generalizada de cubierta vegetal sobre la zona tras el incendio y las bajas pluviometrías. De los tipos de mulch empleados, las placas de fibra de coco se fijan mejor al suelo que las de plástico. Se ha observado con frecuencia que estas se levantaban permitiendo la circulación inferior del aire y la entrada de luz. En ninguno de los dos casos el material de las placas ha sufrido degradación en el año transcurrido.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos al primer año de plantación revelan que la utilización de estos sistemas de protección del repoblado, incluida la escarda manual, no compensa el incremento del costo que genera. La razón se encuentra en el bajo nivel de competencia a que se ve sometido el repoblado en este plazo y en que la humedad edáfica no se ve significativamente afectada por los sistemas ensasyados. El incremento de la competencia durante los años posteriores podría potenciar el efecto beneficioso de estos tratamientos (Fisher et al., 1990; Haywood et al., 1991 ; Kilchenmann et al., 1993), que resultarían más baratos que las labores manuales de escarda si el material no se degradara en ese tiempo.La protección vertical del repoblado tampoco afecta considerablemente su desarrollo. Tan sólo se ha constatado un efecto sobre el crecimiento y la morfología de los piés protegidos en tubo invernadero, cuyas consecuencias sobre el desarrollo general del árbol y las interacciones con la vegetación natural deberán observarse a medio y largo plazo.En las condiciones de semiaridez estudiadas, el mantenimiento de una cierta humedad edáfica a profundidades accesibles por el sistema radical en los meses más secos garantiza una elevada supervivencia del repoblado.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación y Desarrollo Hortícola de La Mojonera, donde se realizó el cultivo en vivero. A la Delegación Provincial de Almería de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía que ha prestado los terrenos y la colaboración para el desarrollo de los ensayos de plantación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRERAS, C.; SÁNCHEZ HOYOS, J.; RECHE , P.; HERRERO ,P.; NAVARRO, A.; NAVÍO, J. (1996). *Primeros resultados de una repoblación mediante siembra con protectores en Vélez-Rubio (Almería).* I Reunión del Grupo de Trabajo sobre Repoblaciones Foretales de la Sociedad Española de Ciencias Forestales.

FISHER, J.T.; FANCHER, G.A.; ALDON, E. (1990). *Factors affecting establishment of one seed juniper (Juniperus monosperma) on surfaced-mined lands in New Mexico.* Canadian Journal of Forestry Research. 20: 880-886

GRAY, A. & SPIES, T.A. (1995). *Water content measurement in forest soils and decayed wood using time domain reflectomtry.* Canadian Journal of Forestry Research. 25: 376-385

GUPTA, G. (1991). *Effects of mulching and fertilizer aplication on initial development of some tree species.* Forest Ecology and Management 44: 211-221.

HOBBS, S.D. (1984). *The influence of species and stocktype selection on stand establishment: an ecophysiological perspective.* En: Duryea, M.L.; Brown, G.N. (Ed.): Seedling physiology and reforestation success. Nijhoff/Junk Pub. pp 177-224

HAYWOOD, J. & YOUGQUIST, J. (1991). *Mulching effects of plant fiber and plant fiper-polyester mats combined with fertilizer on Loblolly pine seedlings*. Tree Planter's Notes 43(3): 32-35.

JUDEZ, L. (1991). *Notas sobre diseño de experimentos con aplicaciones a la investigación con cultivos protegidos*. Apuntes de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos. Madrid. 57 pp.

KILCHENMANN, J. & BRAVO, F. (1993). *Experiencias en repoblaciones con placas de mulch en la comarca del Cerrato Palentino; resultados preliminares*. Sociedad Española de Ciencias Forestales. I Congreso Forestal Español Tomo II: 427-431.

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.; FOUTCH, M. (1994). *Establishment of white oak seedlings with three post-plant handling methods on deep-tilled minesoil during reclamation*. Journal of Environmental Horticulture 12(2): 100-103.

M.A.P.A. (1989). *Mapa de Suelos. Escala 1:100.000. Carboneras 1046*. ICONA. Universidad de Granada.

OLIET, J. (1995). *Influencia de la fertilización en vivero sobre la calidad de la planta y la supervivencia en campo de varias especies forestales*. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba.

PONDER, F. (1995). *Shoot and root growth of Northern Red Oak planted in forest openings and protected by treeshelters*. Northern Journal of Applied Forestry 12(1): 36-42.

PEÑUELAS, J.; OCAÑA, L.; DOMÍNGUEZ, S.; RENILLA, Y. (1996). *Experiencias sobre el control de la competencia herbácea en repoblaciones de terrenos agrícolas abandonados. Resultados de tres años en campo*. I Reunión del Grupo de Trabajo sobre Repoblaciones Foretales de la Sociedad Española de Ciencias Forestales.

POTTER, M.J. (1991). *Treeshelter*. Forestry Commission. Handbook 7.

RUIZ DE LA TORRE, J. (1990). *Mapa forestal de España. Hoja 6-11 (Almería). Memoria*. M.A.P.A.-I.C.O.N.A. Madrid.

SERRADA , R. 1993. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*. Fundación Condel del Valle de Salazar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Madrid.

TUTTLE, C.L.; SOUTH, D.B.; GOLDEN, M.S.; MELDAHL, R.S. (1988). *Initial Pinus taeda seedling height relationships with early survival and growth*. Canadian Journal of Forestry Research 18: 867-871.

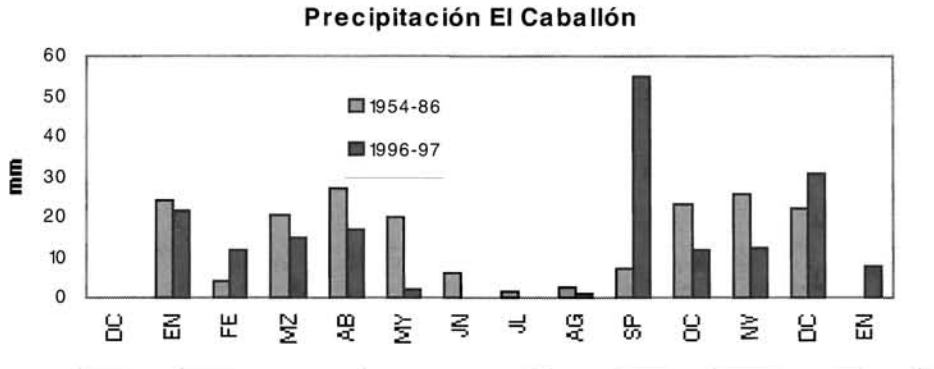

Figura 1. Series comparadas de precipitación

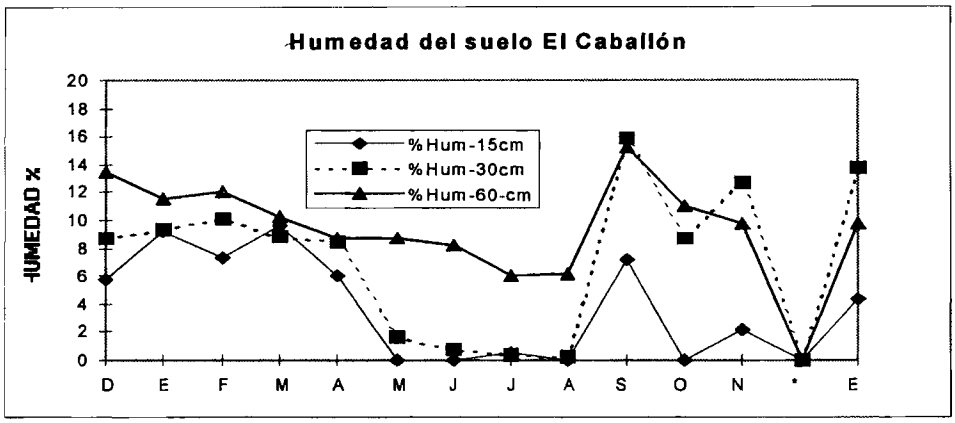

Figura 2.- Humedad en el suelo (% de volumen) a tres profundidades. (*) No se obtuvieron datos en el mes de diciembre de 1996

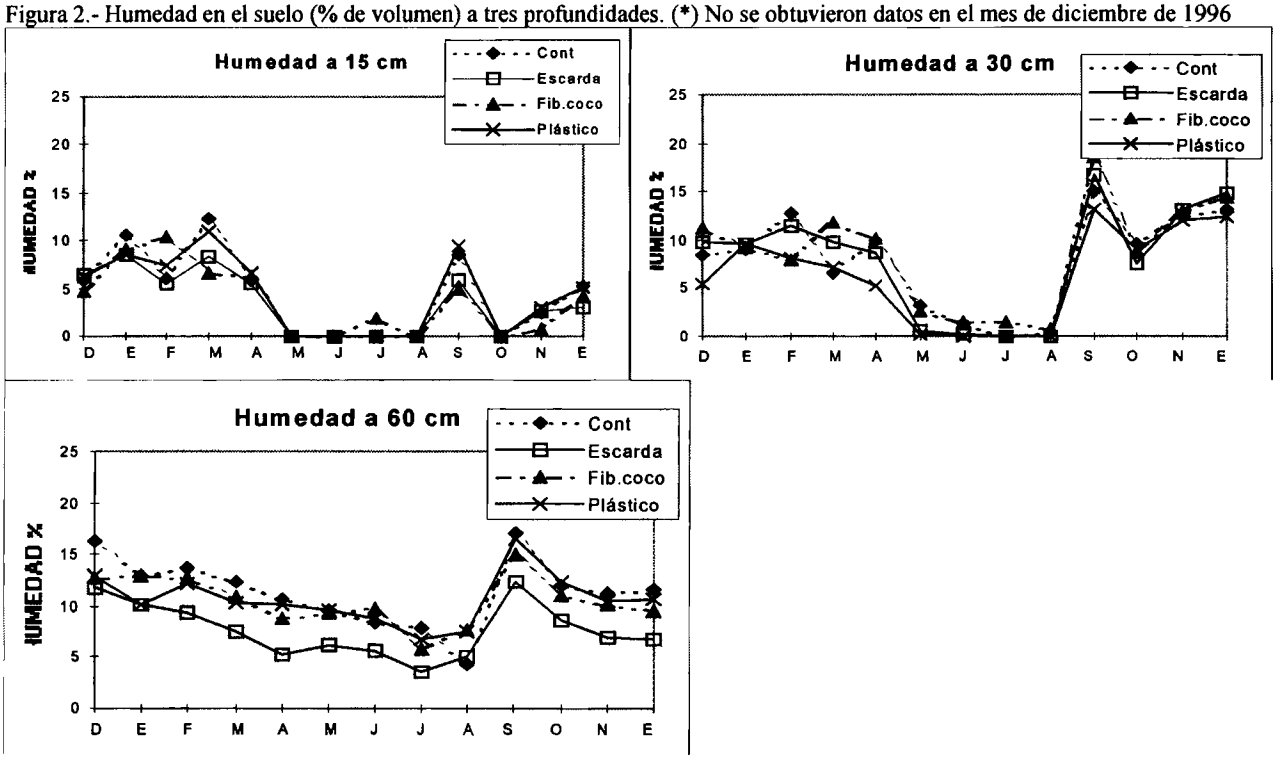

Figura 3.- Comparación de la humedad edáfica por tratamientos de mulch a las tres profundidades: 15, 30 y 60 cm (3a, 3b y 3c respectivamente)

	gl	Superv(%)	Altura(cm)	Diám.(mm)	Crecim(cm)	Sup-Vol
BLOQUE	4	8.1	34.32	2.22	30.51	74713
PROTHORIZ	3	1.8	4.43	0.202	7.93	3076
PROTVERT	2	4.2	674.91**	1.448*	436.85**	24015
PHxPV	6	1.8	14.58	0.535	10.64	11331
RESIDUAL	44	1.9	13.64	0.41	4.57	9418

Tabla 1.- Análisis de la varianza para la altura, diámetro basal, crecimiento e Indice SupervivenciaxVolumen.
Cuadrados medios. * significativo al 5 %. ** significativo al 0.01 %

	Superv(%)	Altura(cm)	Diám.(mm)	Crecim(cm)	Sup-Vol
Control	82.1	33.9	6.2	6.5	292
Escarda	73.6	34.8	6.1	7.4	267
Coco	77.9	34.2	6.3	7.2	287
Plástico	78.7	35.1	6.4	8.2	301

Tabla 2.1. Comparaciones múltiples de los niveles del factor protección horizontal

	Superv(%)	Altura(cm)	Diám.(mm)	Crecim(cm)	Sup-Vol
Control	80	30.7*a*	6.5*b*	4.2*a*	284
Malla	81	31.7*a*	6.0*a*	5.1*a*	253
Tubo	73	41.2*b*	6.3*ab*	12.7*b*	323

Tabla 2.2. Comparaciones múltiples de los niveles del factor protección vertical
En cada columna, valores seguidos de distinta letra difieren significativamente (n.s.= 0.05)