

**Efectos del uso de contenedor profundo en *quercus suber*. Resultados preliminares de un proyecto de transferencia de tecnología (sierra calderona, españa).
Effects of deep containers use in *quercus suber*. Preliminary results from a technology transfer project (sierra calderona, spain).**

Julio César Muñoz^{1,4} Esteban Chirino Miranda², Julio César Vargas Burgos,¹
Pedro Ríos,¹ Vicent Cerda Martínez,³ Jesús Martínez Llisto,³ Ronald Oswaldo
Villamar Torres ⁴

¹ Universidad Estatal Amazónica- Pastaza Ecuador

² Unidad mixta de Investigación Universidad de Alicante-Fundación CEAM –
Alicante, España

³ Investigadores del Centro para la Investigación y Experimentación Forestal
(CIEF) –Valencia, España

⁴ Becario SENESCYT (Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia y
Tecnología e Innovación) Ecuador
jmunioz@uea.edu.ec

Resumen

El contenedor forestal determina las características morfo-funcionales de los brinzales y en general, la calidad de las plantas producida. Disponer de una larga raíz principal en los brinzales producidos puede determinar su supervivencia en campo en regiones con fuertes limitaciones hídricas. La transferencia de tecnología constituye una vía para llevar a la sociedad los resultados de las investigaciones. Este estudio muestra los resultados preliminares de un proyecto de transferencia de tecnología en el Parque Natural Sierra Calderona (Castellón, España). El objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos de la utilización de un contenedor profundo sobre el crecimiento y distribución de biomasa de *Quercus suber* durante su cultivo en vivero; así como evaluar durante el primer año su adaptación al campo en alcornoques degradados del Parque Natural. Durante un año, brinzales de *Quercus suber* L. fueron cultivados en vivero en dos tipos de contenedores CCS-18 (corto, 18 cm profundidad) y CCL-30 (largo, 30 cm profundidad). Posteriormente fueron trasplantados a tres parcelas experimentales de matorral degradado. Los resultados al finalizar el cultivo en vivero indicaron diferencias morfológicas (altura del tallo y biomasa) entre los

brinzales cultivados en contenedor profundo (CCL-30) y en contenedor de profundidad estándar (CCS-18). Tras un primer año en plantación (resultado preliminar), la supervivencia fue alta (87,5%), aunque no se observaron diferencias entre tratamientos.

Palabras clave: Contenedores, brinzales, transferencia, alcornoque.

Abstract

The forest container determines the morph-functional characteristics of saplings in general, the quality of plants produced. Dispose of a long main root in plants produced can determine its survival in regions with strong hydric constrains. Technology transfer is a way to bring society the investigations result. This study shows the preliminary results of a project on technology transfer

Natural Park Sierra Calderona (Castellón, Spain). The aim of this study was to determine the effects of the utilization of a deep container on growth and biomass distribution of *Quercus Suber* during cultivation in vivarium; as well as to evaluate during the first year its adaptation to the field in alcornocales degraded of the Nature Reserve. For a year, saplings of *Quercus Suber* L were grown in greenhouse in two types of containers CCS-18 (short, 18 cm depth) and CCL-30 (length, 30 cm depth). They were then transplanted into three experimental plots of degraded scrub. The results at the end of nursery crop indicated morphological differences (stem height and biomass) among the saplings grown in deep container (CCL-30) and container of standard depth (CCS-18). After a first year planting (preliminary result), survival was high (87.5%), although no differences were observed between treatments.

Keywords: Containers, seedlings, transfer, cork oak.

Introducción

La producción de plantas en vivero depende de múltiples factores, entre los que se destacan el origen y conservación de la semilla, el tipo de substrato y contenedor, el riego y la fertilización, la micorrización de las plantas, el control de plagas y enferme-

Introduction

The production of nursery plants depends on several factors, among which there stand out origin and seed conservation, substrate type and container, irrigation and fertilization, the mycorrhization of plants, pest and disease control , and

dades, y las condiciones climáticas del año de cultivo, entre otros. El contenedor constituye uno de los principales factores a considerar. La materia prima utilizada en su fabricación limita su durabilidad y reutilización. En cambio, su diseño determina las características morfológicas y funcionales de los brinzales y en general, la calidad de las plantas producida (Landis, 1990). En ese sentido la selección del contenedor deberá estar acorde con las características morfológicas de la especie.

En España, el marco de los programas de reforestación o restauración de ecosistemas mediterráneos subhúmedos, secos y semiáridos, las quercíneas ocupan un lugar relevante. Entre ellas, el alcornoque (*Quercus suber* L.) es una típica especie mediterránea rebrotadora de gran interés para la restauración de ecosistemas propensos a los incendios (Pausas, 2004; Vallejo *et al.*, 2006; WWF, 2006). Al igual que otras Quercíneas (Pemán *et al.*, 2006), el alcornoque desarrolla una importante raíz pivotante desde su etapa en vivero (Tsakaldimi *et al.*, 2005; Chirino *et al.*, 2005), por lo que su cultivo en contenedores poco profundos y de pequeño volumen pueden restringir la disponibilidad de agua y nutrientes e imponer limitaciones físicas al crecimiento del sistema radical (Aphalo y Rikala, 2003; Domínguez *et al.*, 2006).

weather conditions of crop year, among other. The container constitutes one of the main factors to consider. The raw material used in its manufacture limits its durability and reuse. On the other hand, its design determines the morphological functional characteristics of seedling, in general, the quality of the plants produced (Landis, 1990). In that sense the container selection should be according to the morphological characteristics of species.

In Spain, the reforestation or restoration programs of ecosystems, Mediterranean sub-humid, dry and semi-arid, the oaks figure prominently.

Among them, cork oak (*Quercus suber* L.) is a typical resprouted Mediterranean species of great interest for the restoration of ecosystems prone to fires (Pausas, 2004; Vallejo *et al.*, 2006; WWF, 2006). Like other Oaks (Pemán *et al.*, 2006), develops an important pivoting root form its stage in vivarium (Tsakaldimi *et al.*, 2005; Chirino *et al.*, 2005), therefore its cultivation in slightly deep containers and small volume can restrict the availability of water and nutrients and impose physical limitations to the growth of the radical system (Aphalo y Rikala, 2003;

Actualmente existe en el mercado una gran variedad de tipos de contenedores. La forma, volumen, profundidad, abertura de las celdas superior e inferior, la densidad de plantas/m², la presencia de costillas interiores antiespiralizantes, definen las características de los contenedores y la calidad de la planta obtenida. En general, las bandejas forestales más comúnmente utilizadas en el cultivo de quercíneas tienen volúmenes de alvéolo entre 300 y 350 cm³, y una profundidad máxima de 18 cm (Peñuelas y Ocaña, 1996). Los contenedores y bandejas forestales con mayor profundidad (~ 30 cm) presentan volúmenes muy grandes (~1000 cm³), siendo necesario en estos casos prolongar el tiempo de cultivo (Howell y Harrington, 2004). Sin embargo, estudios previos han demostrado las ventajas del cultivo de brinzales de *Q. suber* en contenedores profundos paperpot de 30 cm de profundidad (Chirino *et al.*, 2005) y en el prototipo CCL-30 (Chirino *et al.*, 2008), en relación con brinzales cultivados en un contenedor de profundidad estándar. En general se ha observado una mejora en las características morfológicas, lo que se ha reflejado en un mejoramiento de los atributos fisiológicos de los plantones.

Otro de los problemas en el marco de los programas de reforestación o restauración es la transferencia de tecnología. Considerado una etapa muy importante en el desarrollo tecnológico

Domínguez *et al.*, 2006).

Currently, exists variety types of containers on the market. The shape, volume, depth opening of upper and low cells, the plant density/m², the presence of antiespiralizantes inner ribs, they define the containers characteristics and the quality of plant obtained. In general, forest trays most commonly used in the cultivation of Oaks have volumes of alveolus between 300 and 350 cm³, a maximum depth 18 cm (Peñuelas y Ocaña, 1996). Containers and trays deeper forest (~ 30 cm) they present very big volumes (~1000 cm³), in these cases be necessary to prolong the growing (Howell y Harrington, 2004). However, previous studies have shown the advantages of growing saplings *Q. suber* in deep containers paperpot of 30 cm of deep (Chirino *et al.*, 2005) and prototype CCL-30 (Chirino *et al.*, 2008), in relation to seedlings grown in a container of standard depth. In general there has been progress on morphological characteristics, which have been reflected in an improvement in the physiological attributes of seedlings.

Another problem into forestation programs is the technology transfer. Considered a very important stage in the technological development of countries, of great inter-

de los países, de gran interés para los gobiernos, gestores, entidades del sector privado, entidades financieras, ONGs, y comunidad la académico-científica en general. La definición más comúnmente utilizada, se refiere al conjunto de acciones que tienen como objetivo principal obtener un rendimiento (comercial, técnico, financiero, etc.) de aquellos conocimientos y resultados de I+D+i que han sido generados en las universidades (Kirschbaum, 2013) y en los centros de investigación públicos o privados a través de proyectos de investigación (Torres, 2005). Los programas o proyectos de transferencia tecnológica son el instrumento por el que los resultados de la investigación fundamental o aplicada son llevados desde el laboratorio a la vida práctica en general (Rhoades y Slaughter, 1991); constituyéndose en una vía para el desarrollo continuo de la sociedad y de la economía. Según Siegel y Hin (2005) una de las causas de lo expresado es la motivación de la utilidad financiera y que esto es una razón de peso para involucrarse en procesos informales de transferencia de tecnología, que muchas organizaciones realizan directamente con los académicos (Albors y Hidalgo, 2010). Considerando las ventajas observadas en investigaciones previas por el uso de contenedor profundo en el cultivo de *Quercus suber*, se realizó un proyecto de transferencia de tecnología en el Parque Natural Sierra Calderona (Castellón, España).

est to governments, managers, private sector entities, financial institutions, ONGs, community, scientific-academic, in general. The most used definition, it refers to the set of actions that have as main objective a performance (commercial, technical and financial, etc.) those knowledges and results I+D+I generated in universities (Kirschbaum, 2013) and research centers as public and private through research projects (Torres, 2005). Programs or projects of technology transfer are the instrument whereby the results of fundamental and applied research are taken from laboratory to practical life in general (Rhoades y Slaughter, 1991); becoming a route for the continuous development of society and the economy. According Siegel and Hin (2005) a of causes is the motivation of financial utility and is a compelling reason to engage informal technology transfer processes, many organizations made with academics directly. (Albors y Hidalgo, 2010).

Considering the advantages observed in previous investigations, by the use of deep container in the crop of *Quercus suber*, a technology transfer project took place in the Sierra Calderona Natural Park (Castellón, Spain).

The objective of present

El objetivo del presente trabajo fue determinar los efectos de la utilización de un contenedor profundo sobre el crecimiento y distribución de biomasa de *Quercus suber* L. durante su cultivo en vivero; así como evaluar durante el primer año su adaptación al campo en alcornoques degradados del Parque Natural.

Materiales y métodos

Tipo de contenedor y cultivo en vivero

Brinzales de *Quercus suber* L. fueron cultivados durante un año en dos tipos de contenedores: CCS-18 (contenedor estándar), con una profundidad de 18 cm (diámetro: 5 cm, volumen: 353 cm³) y CCL-30 (contenedor profundo; Figura 1) con una profundidad de 30 cm (diámetro: 5 cm, volumen: 589 cm³). El contenedor CCS-18 representa el contenedor comúnmente utilizado para el cultivo en vivero de las especies del género *Quercus*, mientras en contenedor CCL-30 (Figuras 2 y 3) representa una innovación tecnológica (Chirino *et al.*, 2008). El contenedor CCL-30 es un prototipo de contenedor profundo patentado por la Empresa CETAP Antonio Matos S.L (Patente n° 9976, Boletín de la Propiedad Industrial 11/2004, Portugal.). Ambos contenedores fueron diseñados y desarrollados por la colaboración entre la empresa CETAP Antonio Matos S.L. y la Fundación CEAM.

study was to determine the effects of use deep container on growth and distribution of biomass *Quercus suber* L. during its cultivation in vivarium; as well as evaluating during first year, its adaptation to the field in alcornoques degraded of Natural Park.

Materials and methods

Container Type, crop in nursery

Saplings of *Quercus suber* L. were grown for one year in two types of containers: CCS-18 (standar container), with a depth of 18 cm (diameter: 5 cm, volume: 353 cm³) and CCL-30 (deep container; Figure 1) with a depth of 30 cm (diameter: 5 cm, volume: 589 cm³). The container CCS-18 represents³ the commonly container used to crop in saplings species of the genre *Quercus*, while in container CCL-30 (Figures 2 and 3) represents a technological innovation (Chirino *et al.*, 2008). The container CCL-30 is a prototype of deep container patented by CETAP Antonio Matos S.L Company (Patent n° 9976, Bulletin of Industrial Property 11/2004, Portugal). Both containers were designed and developed by the collaboration between CETAP Antonio Matos S.L. Company and CEAM. Foundation.

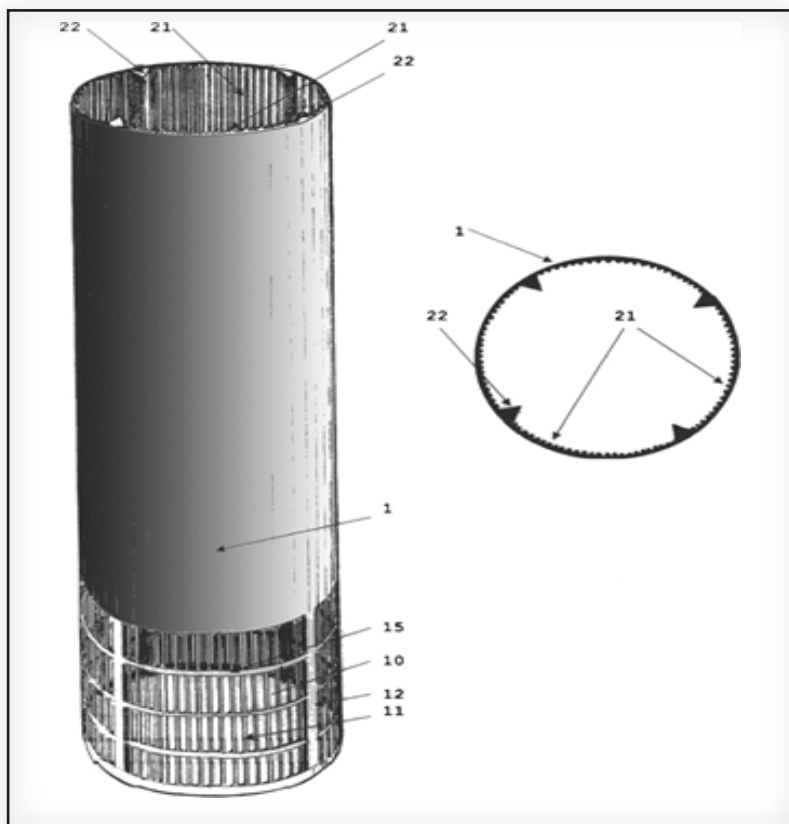


Figura. 1. Dibujo del contenedor profundo CCL-30 (sección frontal y transversal). Leyenda: 1: forma cilíndrica, 21: costillas verticales de sección más pequeña, 22: costillas verticales de mayor sección, 10: Malla en la parte inferior compuesta por aros horizontales (15) y extensiones de las costillas verticales (11 y 12). Tomado de Chirino et al. (2008).

El cultivo se realizó en el Centro de Investigación y Experimentación Forestal (CIEF) en Quart de Poblet, Valencia (39°28'30"N, 0°31'12"W; 70 m.s.n.m.). La precipitación media anual es 462 mm y la temperatura media de 16,90 °C (Pérez Cueva, 1994). Las bellotas suministradas por el Banco de Semillas de la Comunidad Valenciana fueron sembradas en enero de 2010. Se utilizó como sustrato una mezcla de turba rubia (60%) y fibra de coco (40%) con fertilización adicional de 1 g/l de ferti-

The crop was performed in the research center and forest experimentation (CIEF) in Quart of Poblet, Valencia (39 ° 28'30 "N, 0 ° 31'12" W; 70 meters above sea level). The average annual precipitation is 462 mm and the average temperature of 16,90 °C (Pérez Cueva, 1994). The acorns provided by the seed bank of Valencian Community were sown in January 2010. A mixture of peat (60%) and coconut (40%) with additional fertilization of 1 g/l of slow release fertilizer (Plantacote®), was

lizante de liberación lenta (Plantacote®, N-P-K; 14-8-14; longevidad aproximada de 12 meses a temperatura media de 21°C). El riego se realizó semanalmente (2 días/semana) con una dosis de 15 mm, la cual se incrementó en los meses de verano a 25 mm.

used as substrate, N-P-K; 14-8-14; Approximate longevity of 12 months average temperature of 21 °C). Irrigation was performed weekly (2 days/week) in a dose of 15 mm, which increased in the summer months to 25 mm.



Figura 2. Vista de los brinzales producidos y detalle de los contenedores utilizados. A la izquierda brinzal cultivado en el contenedor CCS-18 y a la derecha brinzal cultivado en el contenedor CCL-30.

Crecimiento y caracterización morfológica de los brinzales en vivero

Durante la fase de vivero y con el fin de evaluar el desarrollo del cultivo, se midió la altura del tallo y diámetro en el cuello de la raíz a 30 brinzales/tratamiento seleccionados al azar. De la muestra anterior, al finalizar la fase de vivero se seleccionaron al azar 15 brinzales/tratamiento para

Growth and morphological characterization of saplings in greenhouse

During the nursery stage, in order to evaluate the crop development, stem height and diameter was measured at the root collar to 30 saplings/treatment selected at random., at the end of the nursery phase 15 saplings were selected randomly/treatment for morphologi-

realizar la caracterización morfológica. A los brinzales seleccionados se les midió la altura del tallo y diámetro en el cuello de la raíz. Posteriormente fueron cortados por el punto de inserción del cotiledón y separados en cuatro fracciones: hojas, tallo, raíz principal (diámetro > 2 mm) y raíces finas (diámetro < 2 mm). Seguidamente se determinó el peso seco de las diferentes fracciones mediante el secado en estufa a 70°C durante 48 horas. Además se calcularon variables como la biomasa aérea (BA), biomasa subterránea (BS), biomasa total (BT), relación BS/BA, BS/BT, e Índice de Calidad de Dickson [DQI = BT/(IE + (BA/BS))], donde IE (índice de esbeltez) se estimó mediante el cociente entre la altura del brinzal y el diámetro del cuello de la raíz.

Parcelas experimentales en campo. Condiciones climáticas y variables monitoreadas

Con el fin de evaluar la adaptación en campo de los brinzales se establecieron en el Parque Natural Sierra Calderona (Castellón, España), tres parcelas experimentales denominadas Puntal de la Bella, El Sapo y Tristán, las cuales forman un gradiente altitudinal (576 – 727 m s.n.m.) en una línea imaginaria desde la costa mediterránea hacia el interior (Figura 3; Tabla 1). La pendiente varía entre 13 – 40%, con predominio de orienta-

cal characterization. The selected seedlings were measured for height and stem diameter at the root collar. Subsequently were cut by cotyledon insertion point and separated into four fractions: leaves, stem, tap root (diameter>2 mm) and fine roots (diameter<2 mm). Next, the dry weight of the different fractions was determined by drying in an oven at 70°C for 48 hours. In addition were calculated aerial biomass (BA), below-ground biomass (BS), total biomass (BT), ratio BS/BA, BS/BT, and Dickson Quality Index [DQI = BT / (IE + (BA / BS))], where IE (slenderness ratio) was estimated by the ratio between the height and diameter of the seedling root collar.

Experimental plots in field. Weather conditions and monitored variables.

In order to evaluate the adaptation in field of seedlings were established in Natural Park Sierra Calderona (Castellón, Spain), three experimental plots called Puntal de la Bella, El Sapo and Tristán, which form an altitudinal gradient (576 – 727 m s.n.m.) an imaginary line from the Mediterranean coast to the interior (Figura 3; Tabla 1). The slope varies between 13-40%, with west orientation predominantly (Tabla 1). The lithologic material corresponds

ción oeste (Tabla 1). El material litológico corresponde a arenisca silíceo sobre la que se ha desarrollado suelo silíceo (rodano) de carácter ácido. La vegetación dominante corresponde a matorral bajo degradado formado principalmente por jaras (*Cistus monspeliensis* L., *Cistus salvifolius* L.) y aliagas (*Ulex parviflorus* Pourr.). En las áreas menos degradadas encontramos además individuos de coscoja (*Quercus coccifera* L.), aladierno (*Rhamnus alaternus* L.), el lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) y el madroño (*Arbutus unedo* L.). En el estrato arbóreo se observan algunos individuos aislados de pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller.) y de alcornoque (*Quercus suber* L.). En el estrato herbáceo predomina el lastón (*Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv.).

En enero de 2011, se plantaron en cada parcela 96 brinzales de *Q. suber*. Los hoyos se realizaron con la ayuda de un martillo neumático con pala y sin extraer el suelo del hoyo para evitar la mezcla de horizontes superficiales y profundos. En plantación fue monitoreado la supervivencia y el crecimiento (altura y diámetro en la base del tallo) de los brinzales. Las mediciones se realizaron en el 100% de los individuos en los meses de junio y noviembre de 2011.

siliceous sand stone on which soil has developed siliceo (rodano) acid character. The dominant vegetation corresponds a low scrub degraded consisting mainly of jugs (*Cistus monspeliensis* L., *Cistus salvifolius* L.) and aliagas (*Ulex parviflorus* Pourr.). In less degraded areas also we found individuals of coscoja (*Quercus coccifera* L.), aladierno (*Rhamnus alaternus* L.), the lentisco (*Pistacia lentiscus* L.) and madroño (*Arbutus unedo* L.). In the tree layer are observed some isolated individual of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Miller.) and corkoak (*Quercus suber* L.). In the herbaceous layer predominates the laston (*Brachypodium retusum* (Pers.) Beauv.).

January 2011, were planted in each plot 96 seedlings of *Q. suber*. The holes were made with help of a pneumatic hammer with shovel without removing the soil from the hole to avoid mixing the surface and deep horizons. In plantation was monitored survival and growth (height and diameter at the base of the stem) of seedlings. Measurements were made in 100% of individuals in months of June and November 2011.

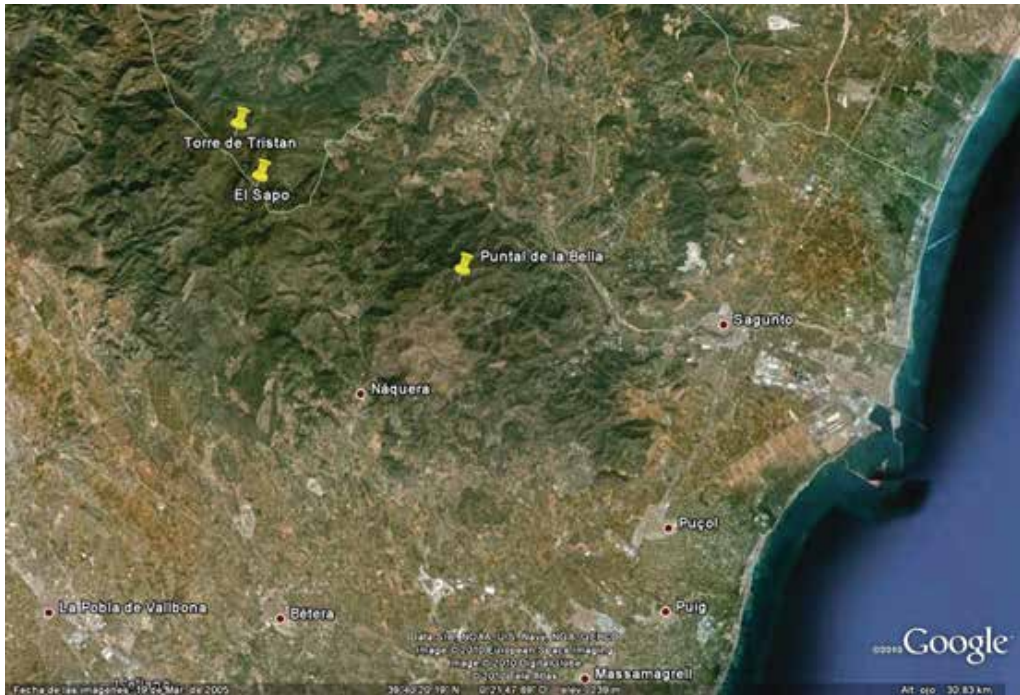


Figura 3. Localización de las parcelas experimentales en la Sierra Calderona (Castellón). Forman un gradiente altitudinal en una línea imaginaria desde la costa mediterránea hacia el interior. Fuente: Google Earth.

Tabla 1. Coordenadas, altitud, pendiente y orientación de las parcelas.

		Puntal de la Bella	El Sapo	Tristán
Latitud	°	39° 41,575' N	39° 43,320' N	39° 44,263' N
Longitud	°	0° 23,247' O	0° 27,950' O	0° 28,476' O
Altitud	m	576	722	727
Pendiente	%	13	40	20
Orientación	°	270° O	340° NO	210° SO

En el año 2011 la precipitación anual fue 528,5mm ligeramente superior a la media anual de la localidad. La media de la temperatura y de la humedad relativa fueron 16,0°C y 68.8% respectivamente (Datos CEAMET, Estación meteorológica de Alturas, Castellón). Los meses más lluviosos

In 2011 the annual precipitation was 528,5mm. slightly higher than the annual average of the locality. The average temperature and relative humidity were 16,0°C and 68.8% respectively (data CEAMET, weather station Alturas, Castellón). The wettest months were April (105,4mm), March

fueron abril (105,4mm), marzo (101,2mm) y noviembre (85,7mm). El mes más seco fue agosto (4mm). En el verano la precipitación acumulada fue 49,8mm, hubo 16 eventos de lluvia de los cuales 4 fueron > 5mm (7,9-11,7mm).

Análisis estadístico

Las comparación de las medias de crecimiento (altura y diámetro) en vivero y en parcelas experimentales; así como de las características morfológicas de los brinzales al finalizar el periodo de cultivo en vivero, se realizaron mediante análisis de varianza (ANOVA de un factor). En los casos necesarios se realizó la transformación de los datos para cumplir las asunciones del ANOVA. En el análisis de la supervivencia se utilizó la prueba de Kaplan Meier (Log Rank). Para los análisis, se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS v.20.0.

Resultados y Discusión

Crecimiento en altura y diámetro en vivero

Los brinzales cultivados en el contenedor profundo (CCL-30) mostraron mayor altura ($67,6 \pm 3,23$ cm; $p < 0,001$; Figura 4 izqda.) que los brinzales cultivados en el contenedor de profundidad tradicional ($49,9 \pm 3,18$ cm). El uso de recipientes profundos

(101,2mm) and November (85.7mm). The driest month was August (4mm). In the summer the accumulated rainfall was 49,8mm, there were 16 rainfall events of which 4 were > 5mm (7.9-11,7mm).

Statistical Analysis

The average of growth (height and diameter) in nursery and experimental plots; as well as morphological characteristics of seedlings at the end of the growing season in nursery, were performed by analysis of variance (one-way ANOVA). In necessary cases were performed the data transformation to comply the ANOVA assumptions.

The Kaplan Meier (log rank) For the analysis, was used the statistical package SPSS v.20.0

Results and discussion

Growth in height and nurseries diameter

Saplings grown in deep container (CCL-30) showed greater height (67.6 ± 3.23 cm, $P < 0.001$; Figure 4 left) that seedlings grown in traditional container depth ($49.9 \pm 3,18$ cm). Using deep containers in vivarium does not necessarily produce greater growth in height. According Landis et al. (1990), adequate control of irrigation

en el vivero no necesariamente debe producir un crecimiento mayor en la altura. Según Landis et al. (1990), un control adecuado del riego y la fertilización pueden modular el crecimiento en altura y diámetro de los brinzales. En cuanto al diámetro en el cuello de la raíz no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$; Figura 4 drcha.); indicando valores en torno a $6,37 \pm 0,31$ en CCS-18 y $6,51 \pm 0,26$ en CCL-30.

Estudios previos, utilizando un contenedor de similar profundidad en *Quercus coccifera*, *Quercus ilex* (Chirino et al., 2005) y *Quercus suber* (Chirino et al., 2008); y aplicando un riego moderado en función de la demanda del cultivo, se observaron diferencias significativas en altura y diámetro respecto al contenedor de profundidad estándar. Además, los brinzales de *Q. suber* producidos en el contenedor profundo mostraron una relación BS/BA más favorable (Chirino et al., 2005; 2008). Esto evidentemente, favorece una mejor relación entre la biomasa destinada a la captación de recursos (agua y nutrientes) y la biomasa destinada a la transpiración (pérdida de agua) y la fotosíntesis (producción de biomasa).

and fertilization can modulate the growth in height and diameter of seedlings. As the diameter at the root collar, no significant differences (; Figure 4 drcha. $P > 0.05$) were observed; indicating values around 6.37 ± 0.31 in CCS-18 and 6.51 ± 0.26 in CCL-30.

Previous studies using a similar depth in container *Quercus coccifera*, *Quercus ilex* (Chirino et al., 2005.) and *Quercus suber* (Chirino et al., 2008.) and applying a moderate irrigation based on crop demand, significant differences in height and diameter compared to standard container depth were observed. Additionally, *Q. suber* seedlings produced in deep container showed a more favorable BS / BA ratio (Chirino et al., 2005; 2008). This obviously favors a better relationship between biomass intended for the collection of resources (water and nutrients) and biomass for transpiration (loss of water) and photosynthesis (biomass production).

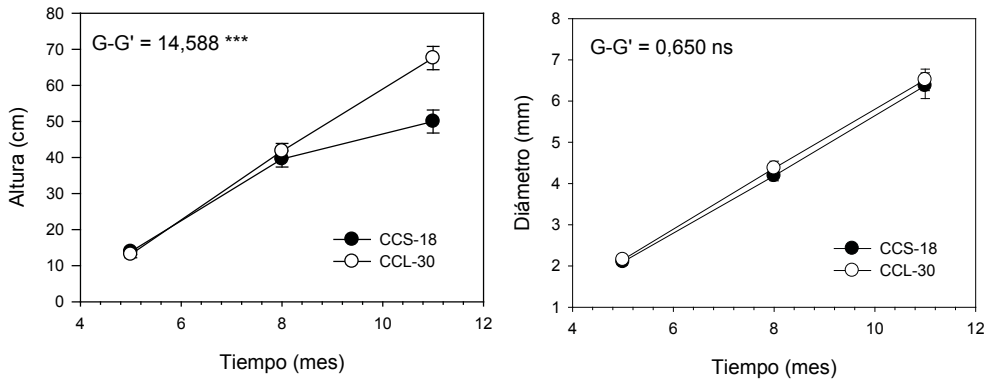


Figura 4: Crecimiento en altura del tallo (izquierda) y diámetro en la base (derecha) durante el periodo de cultivo en vivero. Resultados del ANOVA de un factor. Media \pm error típico, N= 30, *** significación $p < 0,001$; ns: significación $p > 0,05$).

Características morfológicas de los brinzales al finalizar el periodo de cultivo en vivero.

El efecto del incremento del volumen del contenedor sobre un mayor desarrollo en la morfología de los brinzales ha sido demostrado ampliamente (Landis *et al.*, 1990; Domínguez, 1997; Aphalo y Rikala, 2003; Domínguez *et al.*, 2006; Prieto *et al.*, 2007; Faure *et al.*, 2013). En el presente estudio el análisis de las características morfológicas de los brinzales al finalizar el período de cultivo en vivero (Tabla 2), indicó que los brinzales cultivados en el contenedor CCL-30 presentaron mayor altura ($p=0,019$), mayor longitud de la raíz principal ($p < 0,001$; Figura 5), mayor peso seco de tallo ($p=0,011$), mayor peso seco de hojas ($p=0,025$), y en consecuencia, mayor biomasa aérea ($p=0,014$) y mayor biomasa total

Morphological characteristics of saplings at the end of the crop period in nurseries.

The effect of increasing the volume of container on a major development in the morphology of seedlings has been amply demonstrated (Landis *et al.*, 1990; Domínguez, 1997; Aphalo y Rikala, 2003; Domínguez *et al.*, 2006; Prieto *et al.*, 2007; Faure *et al.*, 2013). In the present study the analysis of the morphological characteristics of seedlings at the end of growing season in nurseries (Table 2) indicated that the seedlings grown in the CCL-30 showed higher container height ($p = 0.019$), greater length taproot ($p < 0.001$, Figure 5), higher stem dry weight ($p = 0.011$), higher leaf dry weight ($p = 0.025$), and consequently higher biomass ($p = 0.014$) and greater total biomass ($p = 0.022$, Table 2). The use of

($p=0,022$; Tabla 2). El uso de contenedor profundo en especies que desarrollan una importante raíz pivotante durante su cultivo en vivero, tiene como objetivo principal producir brinzales con una raíz principal más larga que favorezca el desarrollo del sistema radical y la rápida colonización de las capas más profundas del suelo antes del primer verano (Chirino *et al.*, 2008). Sin embargo, el efecto de un incremento en la profundidad del contenedor sobre la morfología de los brinzales tiene respuestas diferentes, las cuales están relacionadas con el tipo de especie y las características del cultivo (Chirino *et al.*, 2005; Chirino *et al.*, 2008; Panagiota *et al.*, 2011). Además, se observó una tendencia a que los brinzales en contenedor CCL-30 mostraran mayor peso seco de las raíces $>2\text{mm}$ ($p=0,081$), y biomasa subterránea ($p=0,076$; Tabla 2). En las restantes variables morfológicas analizadas no se observaron diferencias significativas ($p>0,05$; Tabla 2).

deep container in species that develop an important pivoting root during the crop in nurseries, aims to produce seedlings with a long taproot that promotes the development of the root system and the rapid colonization of the deeper layers of the soil before the first summer (Chirino *et al.* to the., 2008). However, the effect of an increase in the depth of the container on the morphology of the seedlings have different responses, which are related to the type species and the characteristics of the crop (Chirino *et al.* to the. 2005 ;) Chirico *et al.*, 2008; Panagiota *et al.*, 2011). In addition, there was a trend to which CCL-30 containerized seedling show greater dry weight of roots $> 2\text{mm}$ ($p = 0, 081$), and below-ground biomass ($p = 0, 076$.) Table 2). In the remaining morphological variables analyzed there were no significant differences ($p > 0.05$;) Table 2).



Figura 5. Vista de la raíz principal de los brinzales producidos en contenedores CCS-18 (izquierda) y brinjal cultivado en el contenedor CCL-30 (derecha).

Tabla 2. Características morfológicas de los brinzales al finalizar el cultivo en vivero. Resultados ANOVA de un factor. Media - error típico, N=15, significación: ** p<0,01; * p<0,05.; ns: no significativo. Abreviaturas: Biomasa aérea (BA), biomasa subterránea (BS), biomasa total (BT), Índice de Calidad de Dickson (DQI).

Variables	Unidad de medida	CCS-18	CCL-30	Valor F
Altura	Cm	51,25±3,60	66,46±4,90	6,240 *
Diámetro	Mm	6,70±0,36	7,44±0,48	1,623 ns
Índice Esbeltez	cm.mm ⁻¹	7,84±0,57	8,83±0,41	1,991 ns
Longitud principal	raíz Cm	17,28±0,14	29,01±0,22	2004,734 ***
Ps-hojas	G	3,48±0,33	5,24±0,66	5,635 *
Ps-tallo	G	4,20±0,61	7,41±1,00	7,336 *
Ps-raíz > 2 mm	G	4,28±0,50	5,95±0,76	3,285 ns ⁽¹⁾
Ps-raíz < 2 mm	G	0,41±0,46	0,50±0,08	0,958 ns
Biomasa aérea	g	7,68±0,93	12,66±1,64	6,868 *
Biomasa subterránea	g	4,73±0,52	6,51±0,81	3,394 ns ⁽²⁾
Biomasa total	g	12,41±1,37	19,11±2,41	5,924 *
BS/BA	g.g ⁻¹	0,64±0,051	0,55±0,041	1,720 ns
BS/BT	g.g ⁻¹	0,38±0,018	0,35±0,015	1,663 ns
DQI		1,34±0,14	1,76±0,22	2,408 ns

⁽¹⁾ ns = No significativo con tendencia a significancia (p=0,081)

⁽²⁾ ns = No significativo con tendencia a significancia (p = 0,76)

Supervivencia y crecimiento de los brinzales en las parcelas experimentales

La supervivencia de los brinzales transcurridos 11 meses en plantación fue 87,5% en el contenedor CCS-18 y de 85,4% en CCL-30, no observándose diferencias significativas entre los tratamientos experimentales (Log Rank=0,359; p=0,549; Figura 6). Los valores altos en supervivencia pueden estar relacionados

Survival and growth of saplings in experimental plots.

The survival of saplings after 11 months in plantation was 87.5% in the CCS-18 container and 85.4% in CCL-30, no significant differences were observed between experimental treatments (log rank = 0.359, P = 0.549; Figure 6). High values in survival may be related with precipitation to 2011. Similar results in the same species were observed by Chirino *et*

con la pluviometría del año 2011. Resultados similares en esta misma especie fueron observados por Chirino *et al.* (2005). Según Fernandez-Ales y Leiva, M. (1998) la asignación relativa de los recursos hacia las raíces o las hojas es considerado como un factor clave en las estrategias de plantas en relación con el uso de agua; lo que es muy importante para el establecimiento y supervivencia de los brinzales en el campo (South, 2000). Por otro lado Dominguez *et al.*, (2000) considera importante la selección del contenedor, como aspecto condicionante sobre la supervivencia de los brinzales en la plantación

En cuanto al crecimiento, las diferencias observadas ($p < 0,001$) tras la plantación; en altura y diámetro de los brinzales, desaparecieron al finalizar el primer año en plantación ($p > 0,05$; Figura 7). Los brinzales respondieron con cierta pérdida de biomasa aérea (biomasa verde), lo que redujo la altura. La ligera disminución de la altura en los brinzales cultivados en CCL-30, puede estar relacionada por el estrés post-trasplante, así como también por el lugar o la posición de plantación definitiva (Castro *et al.*, 2002). Por otro lado Dominguez (1997) al utilizar 16 contenedores en especies de *Pinus* observó que a mayor profundidad del contenedor mayor altura, sin

al. (2005). According Fernandez-Ales and Leiva, M. (1998) the relative allocation of resources to roots or leaves is regarded as a key factor in the strategies of plants in relation to water use; which is very important for the establishment and survival of saplings in the field (South, 2000).

Furthermore Dominguez *et al.* (2000) considers important the selection of container as a conditioned aspect on survival of saplings into plantation.

In terms of growth, differences ($p < 0.001$) after planting; height and diameter of seedlings, disappeared after the first year of planting ($p > 0.05$, Figure 7).

Seedlings responded with some loss of aerial biomass (green biomass), which reduced the height. The slight decrease in the height of seedlings grown in CCL-30, may be related to the post-transplant stress, as well as the place or position of final planting (Castro *et al.*, 2002).

On the other hand Dominguez (1997) using 16 containers species *Pinus* pinea, noted that greater depth of the container, greater height, however this did not translate into greater diameter, but observing the behavior of saplings in the container

embargo esto no se traduc a en mayor diámetro, pero al observar el comportamiento de brinzales en el contenedor de 19 cm de profundidad (300-350cm³) observo valores  ptimos, que presentaba mayor correlación de las variables diámetro y altura.

of 19 cm depth (300-350cm³) observed optimal values, which presented higher correlation of variable diameter and height.

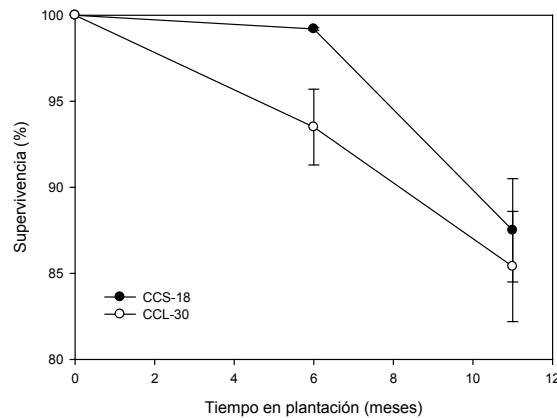


Figura 6. Supervivencia transcurridos 11 meses en las parcelas experimentales.

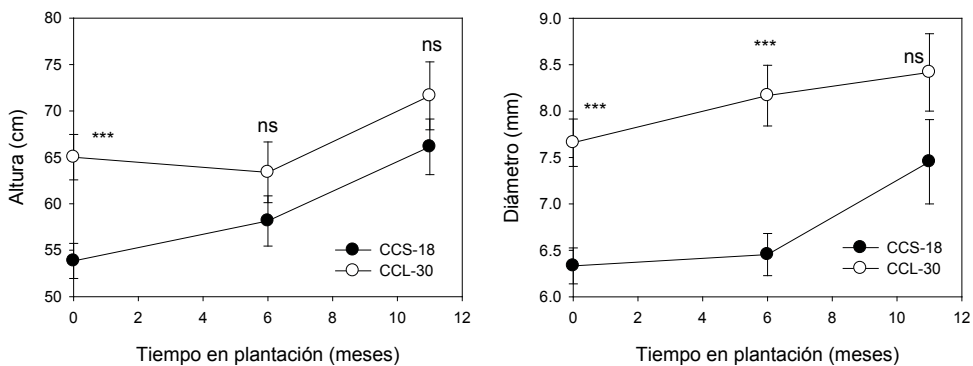


Figura 7: Crecimiento en altura del tallo (izquierda) y diámetro en la base (derecha) durante el primer año en plantación. Resultados de ANOVA de un factor. Media - error t pico; *** significación $p < 0,001$; ns: significación $p > 0,05$).

Conclusiones

El cultivo de *Quercus suber* en el contenedor profundo CCL-30 produjo brinzales con una raíz principal más larga, mayor biomasa aérea y biomasa total; sin embargo éstos

Conclusions

The crop *Quercus Suber* in deep container CCL-30 lengthened the main roots of saplings aerial great biomass and total biomass; however these results did not affect the

resultados no afectaron a las relaciones de biomasa. Una mayor longitud en la raíz principal de los brinzales en CCL-30 al finalizar la fase de cultivo en vivero, no se tradujo en mayores valores de supervivencia y crecimiento en campo tras el primer año en plantación. Estos resultados preliminares pueden estar relacionados con las favorables condiciones pluviométricas del primer año (2011).

relations of biomass. A greater length in the main root of seedlings in CCL-30 at the end of the growth phase in nursery did not result in higher values of field survival and growth in the first year after planting. These preliminary results may be related to favorable rainfall conditions the first year (2011).

Literatura Citada.

- Aphalo, P., Rikala, R. 2003. Field performance of silver-birch planting-stock growth different spacing and in container of different volume. *New forest* 25:93-108.
- Albors Garrigós, J., & Hidalgo Nuchera, A. (2010). Transferencia tecnológica en programas públicos de cooperación universidad-empresa. Propuesta de un modelo basado en evidencia empírica. *Dirección y Organización*, (35), 116-124.
- Castro, J., Zamora, R., Hódar, J.A., and Gómez, J.M. 2002. Use of shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean mountains. *Restoration Ecology*. 10 (2), 297-305.
- Domínguez, S. 1997. La importancia del envase en la producción de plantas forestales. *Quercus* 134:34-37.
- Dominguez, S., Carrasco, I., Herrero, N., Ocaña, L., Nicolás, J.L. Y Peñuelas, J.L. 2000. Las características de los contenedores influyen en la supervivencia y crecimiento de las plantas de *Pinus pinea* en campo. *Actas del Ier Simposio sobre pino piñonero*. Vol. 1: 203-209. Valladolid
- Domínguez, S., Herrero, N., Carrasco, I., Ocaña, L., Peñuelas, J., y Mexal, J. 2006. Container characteristics influence *Pinus pinea* seedlings development in the nursery and field. *Forest Ecology and management* 221: 63-71.
- Chirino, E., Villagrosa, A., Fernández, R. y Vallejo, R. 2005. Uso de contenedor profundo en el cultivo de *Quercineas*. Efectos sobre el crecimiento y distribución de biomasa. En: s.e.c.f.-Gobierno de Aragón (eds.), *Actas del IV Congreso Forestal Nacional*. Cd-rom. Imprenta repes. Zaragoza
- Chirino, E., Villagrosa, A., Hernández, E., Matos, A., Vallejo, V. 2008. Effects of a deep container on morpho-functional characteristics and root colonization in *Quercus suber* L. Seedlings for reforestation in mediterranean climate. *For. Ecol. Manage.* 256, 779-785.
- Faure, J., Jean-Pierre., Thiffaultb, Nelson., Vincent, Royc. 2013. Stock type performance in addressing top-down

- and bottom-up factors for the restoration of indigenous trees.
- Fernández-Alés, R., y Leiva, M. 1997. Sabanas mediterráneas: modelo de estados y transiciones. *Ecotrópicos*, 10, 133-150.
- Howell, K., Harrington, T., 2004. Nursery practices influence seedling morphology, field performance and cost efficiency of containerized cherrybark oak. *South j. Appl. For.* 28 (3), 152-161.
- Landis, T., Tinus, R., McDonald, S., Barnett, J., 1990. Containers and growing media. Vol 2. In: the container tree nursery manual. *Agric. Handbook* 674. Washington, dc. Usda for. Serv. 88 pp
- Kirschbaum, J. A Brief Survey: Facts, Strategies & Tactics UCSF Office of Technology, Management, California. Oñoro, F., Villar-Salvador, P., Dominguez, L., Nicolás, J., y Peñuelas, J. 2001.
- Influencia de la siembra y plantación con dos tipos de tubos protectores en el desarrollo de una repoblación de *Quercus faginea* Lam. In montes para la sociedad el nuevo milenio. III Congreso Forestal Español. Mesa (vol. 3, pp. 137-142).
- Panagiota K., Kalliopi, R., Olympia D., Christina, A. 2011 Effect of mini-plug container depth on root and shoot growth of four forest tree species during early developmental stages.
- Pausas, J., Blade, C., Valdecantos, A., Seva, J., Fuentes, D., Alloza, J., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J., Vallejo, R., 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: new perspectives for an old practice—a review. *Plant ecol.* 171, 209–220.
- Pemán, J., Voltas, J., and Gil, Pelegrin E., 2006. Morphological and functional variability in the root system of *Quercus ilex* L. Subject to confinement: consequences for afforestation. *Ann. For. Sci.* 63: 425-430.
- Peñuelas, J., y Ocaña, I. 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 190 pp.
- Pérez-Cueva, A. (Dir)(1994) Atlas climático de la Comunitat Valenciana. Direc. General d'Urbanisme i Ordenació del Territori, Generalitat Valenciana, Col.lecció Territori, N°4.
- Prieto, J., Soto, M., Hernandez, J. 2007. Evaluación de tres tamaños de envase en la producción de *Pinus durangensis*. *Revista ciencia forestal en Mexico.* Vol. 32. Num. 102.
- Rhoades, G. Slaughte S. 1991. Administrators, and Patents: The Negotiation of Technology Transfer, *Sociology of Education*, Vol. 64, No. 2 (Apr., 1991), pp. 65-77. Consultado en Internet de <http://www.jstor.org/stable/2112879>, el 31 de agosto de 2014.
- Siegel, D. Hin P. Phan, C. 2006. The Effectiveness of University Technology Transfer. Now Publishers Inc. U.S.A.
- South, D. 2000. Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. *Forestry and wildlife research series n.º 1*. Alabama Agricultural experiment station. Auburn University, Alabama. 12 pp.
- Torres L. 2005. PARA QUÉ LOS SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN. Consultado el 31 de agosto de 2014, desde <http://www.revistamemorias.com/edicionesAnteriores/8/semilleros.pdf>.

Tsakalidimi, M., Zagas, T., Tsitsoni, T y Ganat-sa, P. 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container type. *Plant Soil* 278: 85-93.

Vallejo, V., Aronson, J., Pausas, J., Cortina, J., 2006. Restoration of Mediterranean woodlands. *Restoration ecology the new frontier*.
WWF, 2006. *Conflicting funds: pitting conservation against unsustainable development*. WWF global species programme, wien, pp. 72.