

CALIDAD DE PLANTA DE SABINA ALBAR (*Juniperus thurifera* L.) Y RESPUESTA EN REPOBLACION EN LA PROVINCIA DE VALENCIA

Antonio D. del Campo¹; Emilio González²; Rafael Navarro³; Antonio Ibáñez¹

¹ EPS Gandía (U. Politécnica de Valencia) Ctra.Nazaret-Oliva s/n 46730 Gandía (Valencia). ancamga@dihma.upv.es

² Conselleria de Territori y Habitatge. Generalitat Valenciana. c/ Gregorio Gea, 27 Valencia

³ ETSIAM. (Univ. Córdoba) Dep Ingeniería Forestal. Alameda del Obispo s/n 14080 Córdoba

Resumen

La sabina albar constituye una especie con un interés creciente en las reforestaciones llevadas a cabo en el noroeste de la provincia de Valencia, dados los buenos resultados que ofrece su arraigo. No obstante, la dificultad de su germinación y su crecimiento lento en vivero, hace que el material disponible en los viveros forestales sea relativamente variable en cuanto a savias, tamaños y calidad. Se ha estudiado la calidad de planta (atributos morfológicos y fisiológicos) de un lote de sabina albar y se ha hecho un seguimiento del mismo (supervivencia y crecimiento) durante un año en repoblación real y en una parcela experimental. Al final del primer año de plantación, se extrajo una muestra de plantas y se determinaron nuevamente los atributos de calidad a fin de conocer su evolución con el tiempo y por tanto el grado de aclimatación de la planta. La elevada supervivencia permite identificar al lote en cuestión como de calidad aceptable aunque el crecimiento parece haber estado condicionado por las bajas concentraciones de nutrientes que deberían haber sido superiores. Igualmente, se discuten las particularidades del proceso de establecimiento de la especie comparado con el de pino carrasco, que fue plantado junto a la sabina para este propósito.

Palabras clave: *ecofisiología, nutrición, diagrama vectorial, restauración de ecosistemas.*

MESA TEMATICA 2: Mejora Genética Forestal, Viveros y Repoblaciones

1. INTRODUCCIÓN

La sabina albar, distribuida por el oeste del Mediterráneo en España, Marruecos, Argelia, Francia e Italia, presenta un notable interés ecológico, socioeconómico, florístico y cultural en la práctica totalidad de su rango (GAUQUELIN *et al.*, 1999). Suele encontrarse formando parte de ecosistemas de montaña semiáridos, normalmente sometidos a problemas de degradación de la cubierta vegetal, aunque también pueden observarse regenerados vigorosos (ALONSO y SÁNCHEZ, 2001). En la Comunidad Valenciana la especie se encuentra como principal asociada a la sabina rastrera en formaciones de alta montaña en las comarcas de Los Serranos, El Rincón de Ademuz y el Alto Palancia, si bien su extensión es mayor cuando se la considera como acompañante junto a pino silvestre, laricio o encina (GEN. VALENCIANA, 2003). No obstante, el área fisiográfico-climático potencial de la especie en la zona es mucho mayor (ALONSO y SÁNCHEZ, 2001), sobre todo si se considera el extensivo abandono de tierras de labor, frecuente en estas zonas de interior de climatología marcadamente continental. Sin embargo, la dispersión natural de esta especie está muy ligada a la de sus vectores naturales, básicamente el zorzal charlo, que a su vez tiene una marcada preferencia por posarse solamente sobre pies portadores de conos que forman parte de rodales más o menos extensos de sabina (SANTOS *et al.*, 1999). Según estos autores, en ausencia de estas condiciones la regeneración es mucho menos efectiva y se lleva a cabo por carnívoros y ovejas sobretodo.

De acuerdo a lo anterior, se trata de un caso evidente donde la restauración de ecosistemas debe llevarse a cabo de manera artificial mediante repoblación forestal, por lo que es necesario conocer los mecanismos de establecimiento de la especie a la vez que el fenotipo a producir en vivero más acorde a estos mecanismos. Sin embargo, los estudios de producción de planta han estado más enfocados hacia la mejora de la germinación de sus semillas (MELERO y GARCÍA-FAYOS, 2001), mientras que los de establecimiento son casi inexistentes. En este sentido, la dificultad de su producción en vivero puede dar lugar a una irregularidad en las producciones, que a su vez ha sido descrita en otras especies como causa de malos resultados en plantación (DEL CAMPO, 2002; DEL

CAMPO y NAVARRO, 2004).

El presente trabajo tiene por objetivo mejorar el conocimiento actual sobre el uso de sabina albar en repoblaciones forestales en la provincia de Valencia atendiendo, por un lado, al material forestal de reproducción mediante una caracterización de la calidad de planta empleada y, por otro lado, al proceso de establecimiento mediante el estudio de su ecofisiología en sus estaciones naturales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del estudio se seleccionó un lote de planta producido en un vivero castellonense en contenedor desechable de 150 cc. La edad del lote es de 1+2 savias y el sustrato empleado es turba rubia/negra (4:1). Este lote había sido adquirido por la Administración para su empleo en repoblación en la campaña 02-03. Se realizó un control de calidad de planta que incluye atributos morfológicos y fisiológicos de acuerdo a clasificación adoptada por Ritchie (1984), reflejada en la tabla 1. Las mediciones de las distintas variables fueron realizadas sobre la planta recibida en la obra, seleccionándose la muestra al azar. Las concentraciones de nutrientes y carbohidratos fueron determinadas en el Laboratorio Agroalimentario de la Conselleria de Agricultura y Pesca de la Generalitat Valenciana, donde se emplean los métodos oficiales de análisis (ORDEN 17/9/1981. BOE nº 246 MAPA, 1994).

La respuesta al establecimiento fue estudiada en el T.M. de Alpuente (Valencia), en una estación donde la especie aparece naturalmente en forma de ejemplares aislados y que está siendo objeto de labores de restauración hidrológico forestal por la Administración. No obstante, se consideró una segunda localización para este estudio de la respuesta en una zona apta para la especie (aunque fuera de su distribución natural) con la finalidad de contrastar los datos obtenidos. La tabla 2 recoge las principales características del medio físico y de plantación de ambas parcelas.

Además, con el fin de aportar mayor información sobre el proceso de establecimiento de la sabina, se ha plantado simultáneamente en ambas localizaciones un lote de pino carrasco, especie cuyo patrón de establecimiento es más conocido. Con ello, podrá hacerse de forma indirecta una valoración de la calidad de la planta de sabina de acuerdo a su respuesta en plantación. El lote de pino carrasco empleado, cuya presencia es espontánea en ambas localizaciones, presenta una calidad óptima de acuerdo al estándar de calidad determinado por la UPV para la Administración Territorial de Valencia. Las características de plantación son idénticas a las de sabina (tabla 2).

Tras la plantación, se realizaron sucesivos controles de altura, diámetro y supervivencia en ambas parcelas y especies durante el primer año de plantación. El análisis de supervivencia se realizó en distintos momentos del año según la parcela, aumentando la frecuencia cuando la evolución de esta variable lo hizo aconsejable. La caracterización de la respuesta en crecimiento se realizó computando las tasas de crecimiento relativo en altura y diámetro desde plantación hasta principios de verano y desde aquí a noviembre, obteniéndose así las variables: TCR-H1, TCR-D1, TCR-H2, TCR-D2 (1 hace referencia a la tasa pre-estival y 2 a la post-estival). En el caso de la parcela de Alpuente, también se computaron los crecimientos en peso seco calculando la TCR-PS a partir de los datos de calidad final y los obtenidos tras la extracción de 10 plantas al final del estudio. La unidad de tiempo escogida en todos los casos para el cálculo del denominador es la semana. Sobre esta planta extraída se determinó también la evolución que, al cabo de un año, habían mostrado algunos de los parámetros medidos en el control de calidad de marzo. Se determinaron de esta forma los parámetros de morfología radical y las concentraciones nutricionales y de carbohidratos no estructurales por procedimientos idénticos a los empleados en el control de calidad.

El análisis de los datos ha sido meramente descriptivo, sobre todo en lo que respecta a la caracterización de la calidad de planta, donde las medidas de dispersión y tendencia central de la muestra pueden ser importantes de cara a su aplicación en la evaluación de otros lotes de planta. Las concentraciones nutricionales y de carbohidratos fueron analizadas mediante análisis vectorial (TIMMER & ARMSTRONG, 1987) que permite la comparación simultánea del crecimiento de la planta, la concentración en nutrientes y su contenido en un formato gráfico integrado. Se ha realizado así un diagrama vectorial para cada los tres macronutrientes (N, P, K) y cada uno de los dos carbohidratos determinados (almidón y azúcares). Dado que se trata de un análisis comparativo, es

preciso establecer un control o valor de referencia para cada una de las tres variables empleadas (concentración, contenido y peso seco aéreo). A falta de niveles de referencia para sabina, se han empleado los valores de peso seco aéreo y concentraciones del estándar de calidad de pino carrasco (PSA: 1,19g; N: 1,61%; P: ,24 % y K: 0,64%; Alm_Pa: 7,3% y Azc_Pa: 4,2 %). Los datos han sido tratados con Microsoft Excel y los valores de los estadísticos se han determinado con el paquete estadístico SPSS v12.

3. RESULTADOS

La tabla 3 y la figura 1 muestran los resultados de la caracterización de la calidad de planta del lote estudiado.

La respuesta en plantación se ofrece en las figuras 2 a 4. La supervivencia ha sido en general alta y mayor para la parcela de Alpuente (Figura 2). El crecimiento (Figura 3) en altura ha sido superior siempre en el pino carrasco, mientras que en diámetro ha habido superioridad para la sabina en Ayora (TCR-DCR2). Comparando parcelas se aprecia, en altura, los mayores crecimientos de Alpuente que afectan a ambas especies. Para sabina, los valores post-estivales de altura y diámetro son en todos los casos similares o superiores en Ayora respecto de Alpuente. En cuanto al crecimiento en biomasa (solo disponible para Alpuente) se aprecia que el desarrollo de la raíz en sabina no se ha mostrado muy discrepante respecto al del pino, observándose valores parecidos (Figura 3). La morfología radical de las plantas de sabina extraídas supuso un incremento medio de 850 cm en LR, 165 cm² en SR, -.005 cm en DM y -2.9 % en fibrosidad.

El estado nutritivo que presentan las plantas al año de plantación ha presentado cambios apreciables respecto de los valores de calidad final (Figura 4). Se aprecia una tendencia del N a incrementar su concentración y contenido en las dos especies, del P a disminuir sus concentraciones en las dos con poca variación del contenido en el caso de sabina, y del K a aumentar notablemente el contenido en carrasco manteniendo la concentración que, por el contrario, baja en la sabina. En Ca, Mg e Fe las concentraciones también aumentaron en las dos especies (datos no mostrados) respecto a calidad final.

La observación de las concentraciones de los productos procedentes de la fotosíntesis (almidón y azúcares), después del verano (finales de octubre a principios de noviembre) muestra un patrón similar en las dos especies: aumento del almidón y descenso de la glucosa.

4. DISCUSIÓN

La ausencia de estudios similares en la especie nos obliga a comparar los resultados de calidad de planta con los obtenidos para pino carrasco. En cuanto a los índices morfológicos, se trata de una planta con valores altos de esbeltez y QI. También puede considerarse una planta con elevada biomasa en parte aérea y raíz, incluyendo también a las variables de morfología radical. Así, el estándar de calidad de pino carrasco en la provincia de Valencia está en 1,2 g de peso seco aéreo y 0,89 g de raíz, menos de la mitad de los valores mostrados en este lote de sabina. Es preciso señalar también la alta dispersión de los datos (obsérvense los valores negativos en el coeficiente de Curtosis, la desviación estándar y el coeficiente de asimetría); por ejemplo el CV de PSA es del 46% (23% en el estándar de carrasco, que incluye la media histórica de varios lotes, por lo que ya en sí es un valor elevado). Esto puede deberse tanto a la edad de la planta (3 años) como a las diferencias en el periodo de desarrollo en una especie que presenta una germinación irregular en el tiempo. Así, a medida que aumenta el periodo de cultivo, lo hace la heterogeneidad del lote (DEL CAMPO, 2002).

La concentración de los tres macronutrientes N, P y K puede considerarse, por el contrario, un tanto baja si se compara con los valores genéricos para cultivo en vivero aportados por LANDIS *et al.*, (1989), especialmente en N y P, mientras que el Ca estaría por encima. No obstante, para árboles adultos de la especie, MONTÈS *et al.* (2002) dan valores similares en N foliar y algo superiores en K en Marruecos, mientras que PEÑUELEAS *et al.* (1999) determinan un rango de N foliar de 1,3 a 1,8 % en Los Monegros (Zaragoza). En nuestro caso, una fertilización insuficiente en el vivero puede redundar en estas deficiencias, especialmente cuando el periodo de cultivo es de varias savias y se producen cambios en las propiedades del sustrato (DEL CAMPO, 2002; ANSORENA, 1994). En cuanto a las concentraciones de carbohidratos no estructurales son, si se comparan de nuevo con el

estándar de calidad de carrasco, un 3,4% superior en almidón (PA) y 0,8% inferior en azúcares (PA).

La respuesta en plantación denota un buen comportamiento de la especie en ambas parcelas razón que justifica la intensificación de su uso en la restauración de ecosistemas del supramediterráneo valenciano. La supervivencia en Alpuente es superior incluso a la de pino carrasco y puede considerarse como muy alta. No obstante, es preciso señalar que este valor ha descendido al segundo año de plantación a un 87,1 % (12-mar-05), cifra que también puede considerarse bastante aceptable al compararse con la media provincial (ALLOZA *et al.*, 1999). La mayor mortalidad se ha registrado en la parcela de Ayora y en concreto entre Julio y Agosto, dentro del periodo en que ha habido una mayor expresión del crecimiento de la especie (ver más adelante). La sabina retarda su actividad vegetativa hasta principios del verano en los ambientes fríos propios de su hábitat (GARCÍA LÓPEZ y ALLUÉ CAMACHO, 2005), donde el suelo se congela durante largos periodos. Este hecho puede ser contraproducente si la estación padece ya de algún déficit hídrico para esta época, por lo que la planta poco o mal establecida sería especialmente sensible en este momento. Aunque en la parcela de Ayora la preparación del terreno fue manual y no hubo cuidados culturales accesorios (tubo e hidrogel), se trata de un sitio que se caracteriza por sus superiores resultados sobre otras localizaciones en otros ensayos con otras especies, por lo que el factor más influyente en la supervivencia sería el déficit hídrico apuntado (obsérvese que en el periodo de mayor déficit hídrico, agosto, la plantación no pierde efectivos como ocurre al carrasco).

Los crecimientos muestran mayores valores globales de TCR-H en Alpuente, debido posiblemente al efecto del tubo invernadero usado en esta parcela (OLIET *et al.*, 2003). En sabina, los resultados de mayor crecimiento post-estival en diámetro en Ayora respecto de Alpuente pueden deberse al ahilamiento que sufre la planta en el interior del tubo en Alpuente; pero no puede decirse lo mismo para la altura postestival, que debería haber sido superior en Alpuente, como consecuencia de la alometría de la especie (tal y como se aprecia en el carrasco), a no ser que hubiera intercedido algún factor estresante que ralentice el crecimiento. En efecto, las temperaturas máximas en el interior de un tubo del tipo a los empleados en esta repoblación puede ser cercana a los 45°C (OLIET *et al.*, 2003), lo que podría haber estresado a la planta en mayor medida durante el verano. Observando los valores pre y post estivales de ambas variables en las dos parcelas parece observarse este efecto dual del tubo, que en invierno y primavera estimula el crecimiento pero en verano lo ralentiza. De hecho, si se atiende exclusivamente a los datos de crecimiento de H y DCR en Ayora, podría decirse que la sabina se desarrolla principalmente entre Julio y Octubre, mientras que si se observan los de Alpuente la impresión es la contraria (entre marzo y junio), no ocurriendo lo mismo con el pino carrasco.

Los descensos nutricionales de P y K pueden interpretarse como una retranslocación hacia la parte con mayor desarrollo durante el establecimiento, esto es, hacia la raíz (ERICSSON, 1995; McALISTER & TIMMER, 1998), parte que experimentó un desarrollo considerable en la sabina. Este razonamiento es válido sobre todo en sabina, ya que el menor desarrollo de la parte aérea descarta una posible dilución en hoja (donde igualmente bajarían las concentraciones), hecho que ha podido tener mayor incidencia en el carrasco. En otras especies se ha observado un descenso en las concentraciones de los tres macroelementos (DEL CAMPO, 2002), N y P para la formación de nuevos tejidos radicales y K para crear gradientes más negativos en estas nuevas raíces y obtener el agua necesaria con mayor eficacia. Sin embargo, en el caso presente, el aumento de la concentración de N puede evidenciar una probable deficiencia, ya que los valores de vivero eran, como se ha comentado, muy bajos, máxime si se comparan con los de PEÑUELAS *et al.* (1999).

Los cambios en las concentraciones de carbohidratos pueden deberse a que la planta empieza a prepararse fisiológicamente para la entrada de la estación fría al igual que también puede ser el reflejo de una situación previa en la que haya habido algunas limitaciones de crecimiento (lo que corroboraría lo apuntado respecto al efecto del tubo en la parcela de Alpuente). Es conocida la acumulación del almidón en los tejidos de la planta cuando el crecimiento no se estimula, favoreciéndose su hidrólisis a azúcares solubles cuando por el contrario éste es estimulado (MARGOLIS & BRAND, 1992; CHERBUY *et al.*, 1999). La decantación por una u otra posibilidad requeriría del seguimiento de estas variables a lo largo del establecimiento con una frecuencia superior.

Concluyendo, el lote de sabina empleado ha mostrado una excelente respuesta en supervivencia, aunque ha podido presentar algunas deficiencias nutricionales que podrían estar tras los bajos crecimientos observados. Igualmente, algunos parámetros morfológicos pueden haber tenido una influencia negativa en el balance hídrico de la planta en las semanas entre primavera y verano en la parcela de Ayora, con mayor demanda hídrica ambiental. El excesivo desarrollo de la raíz que presentaba el lote en el control de calidad puede tener algún efecto a largo plazo sobre la repoblación, por lo que sería conveniente modificar estos atributos a la vez que extraer plantas de la repoblación en los próximos años.

Esto pone de manifiesto la necesidad de realizar nuevos estudios donde se considere, junto a lo apuntado en párrafos anteriores, otros aspectos con aparente influencia en este trabajo como el efecto específico de los cuidados culturales que se aplican a la especie: tubos e hidrogeles.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda de la Consellería de Territori y Habitatge de la Generalitat Valenciana y de la empresa pública Vaersa, enmarcadas en el convenio de colaboración con la UPV “Mejora del establecimiento de repoblaciones forestales en la provincia de Valencia mediante la definición de los estándares de calidad de planta”.

5. BIBLIOGRAFÍA

ALONSO PONCE Y SANCHEZ PALOMARES, O 2001. Hábitat fisiográfico climático de *Juniperus thurifera* L. en Castilla y León. En: III Congreso Forestal Español. J. Andalucía, S.E.C.F. (Ed.). Granada, 25-28 Sep. Mesas 1 y 2: 83-88.

ALLOZA JA; BOIX, M; FUENTES, D 1999. Seguimiento de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. En: Programa de investigación y desarrollo en relación con la restauración de la cubierta vegetal: Reunión coordinación, Pg 55-69. Fund. CEAM, Castellón

ANSORENA, J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ed. MundiPrensa. 172 pp

CHERBUY, B.; JOFFRE, R.; GILLON, D.; RAMBAL, S. 2001. Internal remobilization of carbohydrates, lipids, nitrogen and phosphorus in the mediterranean evergreen oak *Quercus ilex*. *Tree Physiol.*, 21: 9-17.

DEL CAMPO, A.D. 2002. Régimen de cultivo, desarrollo en vivero, calidad de planta y respuesta al establecimiento en cuatro especies de frondosas mediterráneas. Ph.D. Thesis. University of Cordoba, 310 p.

DEL CAMPO, A.D.; NAVARRO, R.M. 2004 Calidad de lotes comerciales de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.). Evaluación de su respuesta en campo. Reunión del Grupo de repoblaciones forestales Sociedad Española de Ciencias Forestales, 17: 35-42

ERICSSON, T. 1995. Nutrients dynamics and requirements of forest crops. *New Zealand Journal of Forest Research*, 24(2/3): 133-168.

GARCÍA LÓPEZ, J.M. y ALLUÉ CAMACHO, C. 2005 Caracterización y potencialidades fitoclimáticas de la sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) en la Península Ibérica. *Invest Agrar: Sist Recur For.* 14(1), 98-109

GAUQUELIN, T; BERTAUDIÈRE, V; MONTES, N; ET AL. 1999. Endangered stands of thuriferous juniper in the western Mediterranean basin: ecological status, conservation and management. *Biodivers. Conserv.*, 8 (11): 1479-1498

GENERALITAT VALENCIANA; 2003. Plan general de ordenación forestal de la Comunidad Valenciana. Consellería de Medi Ambient. G.V. Valencia

LANDIS, T.D.; TINUS, R.W.; McDONALD, S.E.; BARNETT, J.P. 1989. Seedling nutrition and irrigation, Vol. 4, The Container Tree Nursery Manual. *Agric. Handbk.* 674. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 119 pp.

MAPA, 1994. Métodos oficiales de análisis. I, II, III y IV. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

MARGOLIS, H.A.; BRAND, D.G. 1990. An ecophysiological basis for understanding plantation establishment. *Can. J. Forest Res.*, 20: 375-390.

McALISTER, JA; TIMMER, VR 1998. Nutrient enrichment of white spruce seedlings during nursery culture and initial plantation establishment. *Tree Physiol.* 18: 195-202.

MELERO, JP Y GARCÍA-FAYOS, P. 2001. Protocolos de germinación de semillas de sabina

albar (*Juniperus thurifera* L) y sabina rastrera (*J. sabina*). En: III Congreso Forestal Español. J. Andalucía, S.E.C.F. (Ed.). Granada, 25-28 Sep. Mesa 3: 207-212.

MONTES, N; BERTAUDIÈRE-MONTES, V; BADRI, W; et al. 2002. Biomass and nutrient content of a semi-arid mountain ecosystem: the *Juniperus thurifera* L. woodland of Azzaden Valley (Morocco). For. Ecol. Manage., 166 (1-3): 35-43.

OLIET PALÁ, J. A; NAVARRO CERRILLO, R. M; CONTRERAS ATALAYA, O. 2003. "Evaluación de la aplicación de tubos y mejoradores en repoblaciones forestales". Junta de Andalucía. Consejería de Medio ambiente. Manual de restauración forestal nº 2. 234 pp.

PEÑUELAS, J; FILELLA, I; TERRADAS, J. 1999. Variability of plant nitrogen and water use in a 100-m transect of a subdesertic depression of the Ebro valley (Spain) characterized by leaf delta C-13 and delta N-15. Acta Oecologica, 20 (2): 119-123.

RITCHIE, G.A. 1984. Assessing seedling quality. In: Duryea, ML & Landis, TD (eds). Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. The Hague: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk pub, forest research laboratory, OSU, Corvallis, OR, p:243-259.

SANTOS, T; TELLERIA, JL; VIRGOS, E 1999. Dispersal of spanish juniper *Juniperus thurifera* by birds & mammals in a fragmented landscape. Ecograph. 22, 2:193-204

TIMMER, V.R.; ARMSTRONG, G. 1987. Diagnosing nutritional status of containerized tree seedlings: comparative plant analyses. Soil Science Society of America Journal, 51: 1082-1086.

Tabla 1. Atributos (o grupos de atributos) determinados, tamaño de muestra y descripción del método en cada caso.

ATRIBUTOS MATERIALES		Unids.	Abreviac.	N	Material/Método
Atributos morfológicos					
Parámetros	Altura	cm	H	150	Regla graduada (0,1 cm)
	Diámetro en la base del tallo	mm	D	150	Calibre digital (0,01 mm)
	Pesos secos, Foliar, Aéreo y Radical	g	PS-F, A ó R	25	Estufa a 65°C 48 horas; Balanza Mettler Toledo e=10 mg; d=1 mg g
	Area foliar	cm ²	AF	5	Análisis imágenes (Win-Rhizo [®])
	Morfología radical:				
	Longitud total del sistema radical	cm	LR	5	Análisis imágenes (Win-Rhizo [®])
	Área superficial total	cm ²	SR	5	
	Diámetro medio de la raíz	mm	DM	5	
	Número de puntas	nº	P.	5	
	Número de bifurcaciones	nº	B.	5	
Fibrosidad: % LR ≤ 0,5 mm de diám.	%	%L≤,5mm	5		
Índices	Esbeltez (H/D)	cm/mm	H/D	150	
	Cociente parte aérea–parte radical	mg g ⁻¹	PA/PR	25	
	Índice calidad DICKSON	-	QID	25	Thompson (1985)
Atributos fisiológicos					
Estado nutritivo en hoja (N, P, K, Ca, Mg, Fe)		% ,ppm		25 ⁽¹⁾	Det en Laboratorio Agroalimentario
Carbohidratos (Almidón y Azúcares)		%	Alm, Azc	25 ⁽¹⁾	Det en Laboratorio Agroalimentario
(1) Muestra compuesta					

Tabla 2. Parcelas de seguimiento para el estudio de la respuesta postrasplante

Parcela (paraje)	Características Medio	Características Plantación
Ayora (La Hundede)	Z: 940 m; Pte. / Or.: Llana, bancal P: 512 (36 estival); It: 222 (Meso) Textura: franco arcillo arenoso (55% Arena; 22% limo; 23% arcilla)	Fecha plantación: 5/3/03 Plantación: Ahoyado manual con azada 30x30x30 cm Diseño: Bloques (3) completos al azar. 15 plantas/bq/trat (45 total) Mantenimiento/Cuid. culturales: eliminación malas hierbas en julio (escasa competencia vegetal)
Alpuente (El Cabezo)	Z: 1200m ; Pte.: 15%. Or: S-SO P: 589 (61 estival); It:179 (Supra) Textura: franco arenosa (61% Arena; 23% limo; 16% arcilla)	Fecha plantación: 14/3/03 Plantación: Ahoyado con retroaraña (40x40x40 cm) Diseño: parcela 2500m ² delimitada al interior de una repoblación (n=80 plantas) Mantenimiento/Cuid. culturales: tubo protector 60 cm; 3-4 g hidrogel/hoyo

Tabla 3. Valores de distintos estadísticos de los atributos de calidad del lote de Sabina albar empleado en el estudio

Estadístico	H cm	D mm	H/D	PSF g	PSA g	PSR g	PA /PR	QI	AF cm ²	LR cm	SR cm ²	DM cm	P nº	B nº	%L ≤,5mm
Media	19,1	2,75	7,18	1,88	2,44	2,24	1,21	0,616	40,7	2079	427	0,069	3697	11963	62,6
Mediana	19,1	2,81	7,26	1,81	2,38	2,36	1,10	0,610	41,1	1944	444	0,070	2702	9903	61,8
Desv. típ.	4,2	0,65	1,66	0,97	1,13	1,00	0,46	0,299	8,0	1029	182	0,016	2769	9824	12,0
Curtosis	0,169	-0,085	-0,160	1,703	2,194	-0,709	2,833	-0,979	-1,089	0,018	-0,061	0,866	0,926	3,916	1,941

Asimetría	0,001	-0,221	0,235	0,966	1,234	-0,192	1,164	0,113	0,044	0,502	-0,200	0,778	1,284	1,800	-1,179
Estadístico	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Alm-pa %	Azc-pa %	Alm-pr %	Azc-pr %					
Media	0,89	0,11	0,44	1,09	0,26	125,50	10,75	3,40	8,55	1,10					
Mediana	0,89	0,11	,	1,09	0,26	125,50	10,75	3,40	8,55	1,10					
Desv. típ.	0,01	0,01	0,00	0,04	0,01	16,26	2,19	2,55	3,89	1,41					

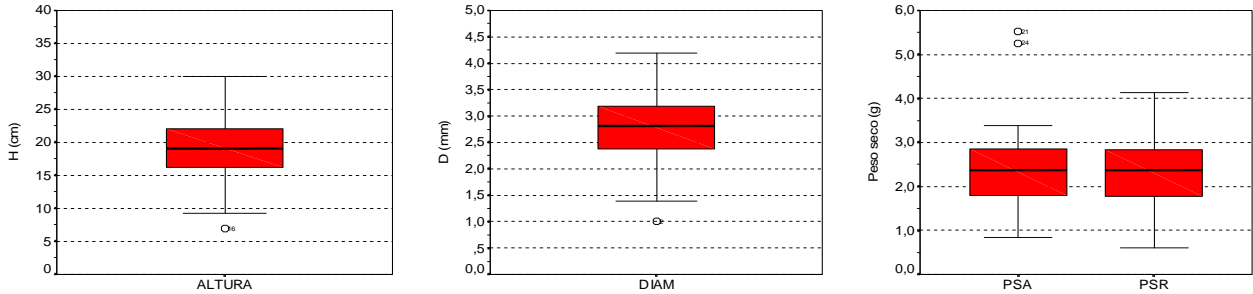


Figura 1. Gráficos de caja y bigote para altura, diámetro y biomasa aérea y radical del lote de sabina albar estudiado.

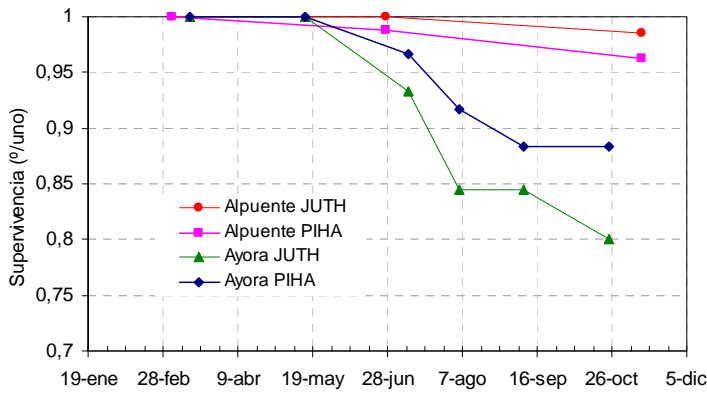


Figura 2. Evolución comparativa de la supervivencia de pino carrasco (PIHA) y sabina albar (JUTH) en las dos parcelas de estudio: (Alpuente y Ayora, Valencia) durante el año 2003.

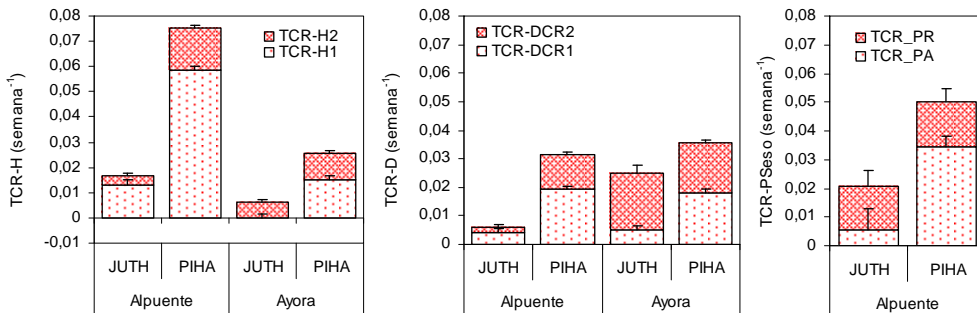


Figura 3. Crecimiento comparativo de pino carrasco (PIHA) y sabina albar (JUTH) en las dos parcelas de estudio durante el año 2003.

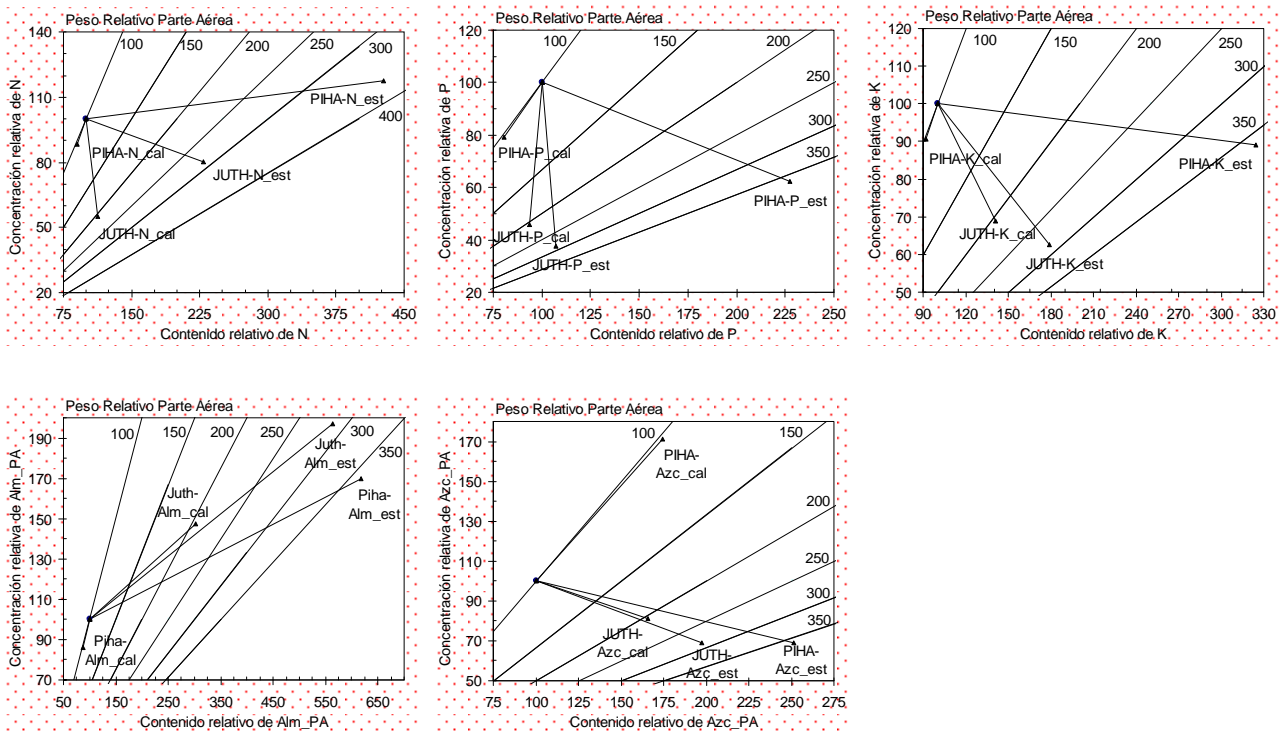


Figura 4. Diagramas vectoriales para N, P, K, Almidón y Azúcares comparando los valores de pino (PIHA) y sabina (JUTH) en el momento del control de calidad (*cal) y en establecimiento al año de plantación (*est).