

EVALUACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS COMPUESTOS POR CACHAZA COMO ELEMENTO PRINCIPAL EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE *EUCALYPTUS GRANDIS* EN CONTENEDORES

M.Sc. Iris de la Caridad Castillo Martínez, M.Sc. René Medina
Muñoz, Dr. Eduardo González Izquierdo, Dra. Milagros Cobas
López y Dra. Marta Bonilla Vichot

Universidad de Pinar del Río. Calle Martí 270 esq. a 27 de Noviembre,
Pinar del Río, Cuba

RESUMEN

Se analiza la influencia de distintos sustratos en la calidad de la planta de Eucalyptus grandis cultivada en contenedores en la Empresa Forestal Integral (EFI) Guanahacabibes, en la provincia de Pinar del Río, Cuba. Los sustratos usados en la investigación están compuestos por diferentes materiales orgánicos donde la cachaza es el elemento principal con un 50 y 90%, más turba en un 40%, gallinaza y guano de murciélago en un 10%. Las semillas utilizadas proceden del huerto clonal perteneciente a la EFI de Guanahacabibes. El diseño experimental utilizado es de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres réplicas. El agua utilizada para el riego cumplía con los parámetros de calidad establecidos para su uso. Se realiza una caracterización química y física de los sustratos. Se evalúan parámetros e índices morfológicos de las plantas, índices del crecimiento y desarrollo, así como su estado nutritivo. Los resulta-

ABSTRACT

It is analyzed the influence of different growing media in the quality of containerized Eucalyptus grandis seedlings in Guanahacabibes Forest Enterprise province of Pinar del Río, Cuba. The growing media employed in the research are composed by different organic materials where filter cake (cachaza) is the principal element between a 50 and 90%, more peat 40%, hen-dung and bat manure 10%. The used seed proceeds of the orchard cloned belonging to Guanahacabibes Forest Enterprise. The used experimental design was blocks thoroughly at random with three treatments and three replies. The water used for the irrigation complying with the parameters of quality established for its use. It is accomplished a chemistry characterization and physical of the growing media. They were evaluated parameters and morphological index of the plants; index of the growth and the development, as well as it's been nourishing.

Iris de la Caridad Castillo et al.

dos demuestran que los mejores comportamientos en plantación en cuanto a supervivencia, altura y diámetro del cuello de la raíz lo presentan los sustratos compuestos por cachaza entre un 50 y un 90%, turba al 40% y guano de murciélago o gallinaza al 10%. Todos los sustratos estudiados tienen un mejor comportamiento en los atributos morfológicos que el sustrato empleado por la empresa. El uso por las empresas forestales va a estar en correspondencia con la disponibilidad de los materiales del sustrato.

Palabras clave: sustratos orgánicos, parámetros morfológicos, arquitectura radical, estabilidad del cepellón, posturas

The results demonstrate that: The better behaviours in plantation concerning survival, height and diameter of the neck root present it the growing media compounds by sloth between a 50 and 90%, peat 40% and bat manure or hen-dung 10%. All the growing media studied present a better behaviour in the morphological attributes that the growing medium employed in the enterprise. The use by the forests enterprises will be in correspondence with the availability of the growing medium materials.

Key words: organic growing media, morphological parameters, radical architecture, stability of ballet plant, seedlings

INTRODUCCIÓN

La cachaza está considerada como el subproducto más importante de los ingenios azucareros, con algún valor como fertilizante. De acuerdo con su composición, presenta bajo contenido de K, que se encuentra en forma soluble y fácilmente lixiviable. Por su parte, el contenido de fósforo es muy alto y puede ser un buen sustituto del superfosfato triple. Las aplicaciones de cachaza mejoran la capacidad de retención de humedad, la densidad aparente, la distribución del tamaño de los poros y la productividad hidráulica de los suelos. Este producto de la industria azucarera es utilizado en la actividad forestal después de dos años de descomposición por sus grandes cualidades, ya que en los contenedores su volumen es mucho menor que en la bolsa tradicional, y hay que garantizar que la planta obtenga todo lo necesario para su crecimiento y desarrollo con mucho menor capacidad. La experiencia práctica ha demostrado la importancia que presenta la calidad exigible al sustrato, pues cuanto menor es el

volumen disponible para las raíces mayor es la calidad que debe tener. Por eso en este trabajo pretendemos evaluar el empleo de la cachaza en los viveros forestales como elemento principal en los sustratos utilizados para los viveros en contenedores, e ir disminuyendo el uso de la turba debido al impacto negativo que origina su extracción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se concluyó en el vivero docente de la Universidad de Pinar del Río, durante un período de tres meses, a partir del 6 de febrero del 2003. La especie seleccionada fue *Eucalyptus grandis*. Las semillas utilizadas proceden del huerto clonal perteneciente a la EFI de Guanahacabibes, ubicada en el municipio de Sandino, provincia de Pinar del Río. Las posturas fueron fertilizadas con fórmula completa de N-P-K a razón de 0,21 g/planta. Los contenedores son tubetes plásticos en forma de pi-

rámide de base cuadrada de 90 cm³ de capacidad, altura 10,5 cm y de color negro. Se estudiaron tres regímenes de riego y cinco sustratos (Ta-

bla 1). Los regímenes de riego fueron por la mañana y por la tarde (dos veces al día), por la mañana (una vez al día) y en días alternos.

TABLA 1

Composición de los sustratos utilizados en la producción de las posturas de *Eucalyptus grandis* en contenedores

<i>Sustrato</i>	<i>Abreviatura</i>	<i>Tratamientos</i>	<i>Composición (%)</i>
Cachaza + guano de murciélago	C + Gm	S1	90% + 10%
Cachaza + gallinaza	C + G	S2	90% + 10%
Turba + cáscara de arroz	T + Ca	S3	70% + 30%
Cachaza + turba + gallinaza	C + T + G	S4	50% + 40% + 10%
Cachaza + turba + guano de murciélago	C + T + Gm	S5	50% + 40% + 10%

El diseño experimental utilizado fue de bloques completamente al azar con 15 tratamientos y tres réplicas. Los datos climáticos fueron tomados de la estación meteorológica de Pinar del Río. Los análisis químicos y físico-químicos de los componentes orgánicos y sus mezclas se realizaron en el Laboratorio de Suelos del MINAGRI, y en los Laboratorios de Química de la Universidad de Pinar del Río. Todos estos análisis se realizaron aplicando las metodologías establecidas por MINAGRI (1994) y Ansorena (1994). Las propiedades físicas estudiadas abarcaron la densidad real, la densidad aparente y la porosidad. Los parámetros morfológicos analizados fueron la altura, el diámetro en el cuello de la raíz, el número de hojas, el peso seco aéreo, el peso seco radical, el peso seco total, la masa seca aérea de madrugada y

al mediodía, así como el porcentaje de raíces finas y gruesas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sustrato que presentó el mejor comportamiento fue S4, donde predominan los microporos, lo que posibilita una buena retención de agua y buena aireación, influyendo de forma positiva en la germinación de las semillas. Resultados similares obtuvo Castillo (2001) con esta misma especie. Coincidió que el peor sustrato es el utilizado por la empresa (S3). Estos resultados corroboran los criterios de Villagómez (1987) y Winckler *et al.* (2000), al plantear que la germinación de la semilla está influida por las características físicas y químicas del sustrato utilizado. En la *Tabla 2* se presenta una caracterización química

ca de los macronutrientes primarios y secundarios, así como análisis del contenido de cenizas y de materia orgánica de cada sustrato.

TABLA 2
Características químicas de los sustratos utilizados por tratamiento

Sustratos	Cenizas (%)	Hy (%)	MO (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	P ₂ O ₅ (%)	N (%)
S1	89,44	45,26	36,56	2,89	0,48	0,50	0,073	1,17	2,40
S2	87,93	44,84	36,07	3,75	0,21	0,71	0,019	0,93	2,61
S3	66,13	29,70	22,49	T	T	0,06	0,019	0,29	1,20
S4	60,15	33,70	39,85	0,23	T	0,05	0,034	0,57	2,70
S5	89,11	30,47	36,89	4,56	0,12	0,73	0,100	0,69	2,64

Según Peñuelas (1999), altos contenidos de materia orgánica en el sustrato mejora la estructura del espacio poroso y disminuye la densidad, así como la permeabilidad del sustrato, libera dióxido de carbono y ciertos ácidos orgánicos, lo que ayuda a disminuir el pH del suelo. En relación con las propiedades físicas (Tabla 3), Ansorena (1994) plantea que los valores de la densidad aparente deben encontrarse por debajo de 0,40, y entre 1,45 y 2,65 la densidad real. Los valores de densidad aparente permiten conocer la cantidad de sustrato contenido en un volumen determinado y estimar su grado de descomposición de la materia orgánica. La densidad real se encuentra en el rango óptimo en cada uno de los sustratos. Atendiendo al porcentaje de poros todos los sustratos se hallan dentro del rango (60-80%) planteado por Montoya y Cámara (1996), la porosidad es de vital importancia dentro de las características del sustrato, pues de ella depende la retención del agua

(microporos) y la aireación (macroporos), lo cual tiene una influencia directa en el desarrollo del sistema radical y de la planta en su conjunto. Analizando el tamaño de las partículas, en todos los sustratos las fracciones con mayor diámetro (2-0,2) son las que presentan un porcentaje más elevado dentro de las mezclas. Según Andino (2000), el tamaño de las partículas dentro del sustrato es de vital importancia, ya que esta es similar a la textura del suelo, por lo que la distribución de sus partículas determina muchas características importantes para el desarrollo de las plantas, como son la aireación, la capacidad de retener el agua, el drenaje y la capilaridad. Resultados similares obtuvo Castillo (2001), con la turba como componente principal.

El porcentaje de N que aparece en la Tabla 4 coincide en cada sustrato con los rangos óptimos planteados de forma general por Royo *et al.*

(1997), los cuales oscilan entre 1,7 y 2,3%, excepto en el sustrato S1. Otros autores, como Hinesley y Wright (1988) consideran valores de N superiores a 1,8% en *Pinus stro-*

bus como más adecuados. Por debajo del 1,2%, el desarrollo en vivero manifiesta fuertes deficiencias, no debiendo bajar la concentración de 1,5%.

TABLA 3
Análisis físico de los sustratos utilizados en el llenado de los contenedores

Sustratos	g/cm ³		Porosidad (%)	Tamaño de las partículas (mm)		
	da	dr		2-0,2	0,2-0,02	< 0,02
S1	0,63	1,91	67	69,00	24,95	14,39
S2	0,60	1,96	69	60,69	28,95	10,36
S3	0,53	1,50	65	65,05	34,95	2,00
S4	0,63	1,83	66	51,05	32,95	14,00
S5	0,67	1,72	61	63,05	28,95	8,00

TABLA 4
Análisis foliar de muestras en los sustratos estudiados

Sustratos	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
S1	1,4	0,27	0,61	1,62	1,2
S2	1,7	0,25	1,09	1,40	0,4
S3	2,3	0,17	1,65	1,00	0,3
S4	2,3	0,19	1,55	1,32	0,8
S5	2,2	0,17	1,40	1,06	0,8

Swan (1972), citado por Timmer y Armstrong (1987), considera un intervalo adecuado para el fósforo entre 0,14-0,30%. Los resultados del análisis foliar (Tabla 4) en cuanto a este macronutriente en todos los sustratos están dentro de este intervalo. Para Timmer y Armstrong (1987) los valores óptimos de concentración de potasio se encuentran entre un 0,3 y un 1,1%. Tomando

como referencia a estos autores, solamente los sustratos S1 y S2 se encuentran en este intervalo con un 0,61 y un 1,09% respectivamente. Los demás sustratos sobrepasan estos valores. Domínguez (1984) establece como rangos óptimos para *Eucalyptus* sp. los valores siguientes: N, entre un 1,0 y un 2,2%; P, entre un 0,06 y un 0,2%, y K, entre un 0,06 y un 1,1%. La deficiencia del

magnesio y el calcio provoca una mala distribución de los productos de la fotosíntesis, con acumulación de almidón en las hojas y faltando en las raíces, con lo que el crecimiento se ve disminuido [Oliet, 2002]. Timmer y Armstrong (1987) asignan valores óptimos para el calcio entre un 0,03 y un 0,3% y para el magnesio entre un 0,06 y un 0,2%. Los valores obtenidos en el análisis foliar de las

muestras en cada uno de los sustratos (*Tabla 4*) sobrepasan rango expuesto por estos autores. Se observa en la *Tabla 5* que los mayores valores de altura se obtienen en el sustrato S5, coincidiendo con los mayores valores de número de hojas y área foliar. El diámetro en el cuello de la raíz en el sustrato S5 no coincide con el de mayor valor, pero no existen diferencias significativas entre ellos.

TABLA 5
Atributos morfológicos de la parte aérea a los sesenta y tres días.
En una misma columna valores seguidos por distintas letras
difieren significativamente para $p < 0,05$. Test de comparación
de medias (Duncan).

<i>Sustratos</i>	<i>Altura (cm)</i>	<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Número de hojas</i>	<i>Área foliar (cm)</i>
S1	22,46c	2,04b	19,56ab	63,33b
S2	25,37b	2,42a	22,89ab	116,10a
S3	12,00e	1,05c	8,89b	35,61c
S4	24,42bc	2,31ab	19,33ab	70,50b
S5	29,05a	2,29ab	31,11a	119,73a

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas en la longitud de la raíz y su peso seco, no así en el porcentaje de raíces finas y gruesas (*Tabla 6*). Mexal y Landis (1990) plantean que existe una relación muy favorable entre la abundancia de raíces finas y el potencial de crecimiento radical, pero depende más de la arquitectura de la raíz que de su tamaño. Esto se corrobora con los resultados en esta investigación, donde los sustratos estudiados presentan una buena arquitectura radical.

Como se observa en la *Tabla 7*, existen diferencias significativas entre los sustratos estudiados. Los menores valores de esbeltez (10,46 y 10,63) se corresponden con aquellos sustratos con diámetros mayores. El mayor valor de esbeltez (12,69) coincide con el sustrato de mayor altura (S5 con 29,05 cm). La especie estudiada es de crecimiento rápido según plantea Raga (2003). Por ello la esbeltez muestra relaciones altas. Thompson (1985), citado por Oliet (1997), expre-

sa que la esbeltez permite una estimación de la resistencia mecánica de las plantas durante las operaciones de plantación o frente a fuertes

vientos, especialmente en plantas producidas en contenedores. Es un indicador de la densidad del cultivo, según Birchler *et al.* (1998).

TABLA 6
Atributos morfológicos de la parte radical a los sesenta y tres días

Sustratos	Longitud de las raíces (cm)	Raíces finas (%)	Raíces gruesas (%)	Peso de la raíz total (g)
S1	8,79d	56,88a	43,11a	0,129b
S2	10,45ba	64,80a	35,73a	0,230a
S3	6,94e	62,31a	37,78a	0,064c
S4	11,11a	64,65a	35,25a	0,172b
S5	9,90cb	55,71a	44,33a	0,134b

TABLA 7
Índices morfológicos: esbeltez, relación PA-PR, calidad de Dickson y balance hídrico de la planta. En una misma columna valores seguidos por distintas letras difieren significativamente para $p < 0,05$. Test de comparación de medias (Duncan)

Sustratos	Esbeltez	PA-PR	QI	BAP
S1	11,37ab	3,59a	0,04b	1,81ab
S2	10,46b	2,94ab	0,06a	1,21b
S3	11,49ab	2,49b	0,01c	2,42a
S4	10,63b	3,65a	0,05ab	1,57b
S5	12,69a	3,09ab	0,03b	1,35b

El sustrato que mejor relación PA-PR presentó fue S3 (2,49), que es el de menor peso seco radical, y a su vez el de menor peso aéreo, lo cual favorece (disminuye) la relación PA-PR. En los nuevos sustratos los valores de la relación PA-PR son mayores debido al régimen de riego (dos veces al día) a que son sometidas las plantas,

y a la fertilización (0,21 g/planta), lo que provocó un acelerado crecimiento en altura comparado con el desarrollo radical, el cual no tiene que «esforzarse» para tomar los nutrientes y el agua. Unido a ello las propiedades químicas en cuanto a nutrientes son superiores al sustrato más empleado por la empresa (S3). Burdett

(1990) afirma que valores inferiores de la relación PA/PR indican una capacidad mayor para superar el momento crítico del arraigo. Hobbs (1984) recomendó valores entre 1,5 y 2, especialmente en zonas difíciles.

El mayor valor del índice de calidad de Dickson se alcanza en los sustratos S2, S4, S1 y S5, respectivamente (*Tabla 7*). Las plantas que mejor supervivencia tuvieron en el campo (por encima del 80%) se corresponden con los mayores índices. El sustrato S3 con el más bajo índice obtuvo un 70% de supervivencia. Oliet *et al.* (1996) en *Pinus halapensi* obtuvieron valores de QI entre 0,3 y 0,5, según el tratamiento de fertilización aplicado. Castillo (2001) obtiene valores entre 0,009 y 0,03 en la especie estudiada sin fertilización.

El balance hídrico en la planta, según Grossnickle y Major (1991), es la expresión del balance entre la parte aérea y la radical en el que inter-

vienen también el diámetro del cuello de la raíz como indicador del desarrollo total de la planta. Entre los sustratos S1, S2, S4 y S5 no existen diferencias significativas, con la obtención de los mejores valores (menores) del BAP (*Tabla 7*), lo que está relacionado con los mayores porcentajes de supervivencia en el campo. En cuanto al sustrato más empleado en la empresa (S3) con un mayor valor del BAP, el porcentaje de supervivencia es menor. Estos resultados coinciden con lo planteado por Grossnickle y Major (1991), en que este índice ha sido utilizado con éxito en condiciones de sequía edáfica.

Durante la prueba del destubetado a las 15 plantas, los sustratos S1, S2, S4 y S5 presentaron un nivel fácil de destubetado (*Tabla 8*). Lo anteriormente viene dado por sus características físicas y químicas que posibilitan una buena colonización del sistema radical y una buena estabilidad estructural del sustrato. Esto facilita que la resistencia al destubetado sea menor.

TABLA 8
Comportamiento de los sustratos en función de su destubetado y estabilidad

Sustrato	Destubetado (niveles)			Estabilidad (niveles)		
	Fácil	Medio	Difícil	Alto	Intermedio	Bajo
S1	15	0	0	15	0	0
S2	15	0	0	15	0	0
S3	12	3	0	12	2	1
S4	15	0	0	15	0	0
S5	15	0	0	15	0	0

El destubetado es una variable que guarda estrecha relación con la arquitectura radical y las propiedades físicas y químicas de los sustratos. En las plantas que reflejaron una mayor colonización de las raíces sobre el sustrato, la resistencia al destubetado es menor. En la Tabla 8 se observa el comportamiento de la estabilidad del cepellón de la planta al producirse el destubetado. Los tratamientos más estables son S1, S2, S4 y S5, coincidiendo con los que tienen mayor contenido de calcio, elemento que incrementa la cohesión debido a sus propiedades cementantes y por tanto la estabilidad. El tratamiento menos estable es el tratamiento S3. La estabilidad del sustrato está además muy asociada con la arquitectura del sistema radical, fundamentalmente con la colonización de las raíces finas al sustrato, lo cual evita su desintegración.

Las variables arquitectura radical, estabilidad del sustrato y destubetado están estrechamente relaciona-

das entre sí, las que se deben tener en cuenta a la hora de estudiar los sustratos, pues del buen comportamiento de ellas depende en gran medida el éxito de la plantación.

Los mayores resultados de supervivencias se corresponden con aquellos sustratos S1 (80%), S2 (81%), S4 (83%) y S5 (82%), en que los valores de altura, diámetro, longitud de la raíz, peso seco de la planta, índice de calidad de Dickson y balance hídrico en la planta mostraron mejores resultados durante la investigación con respecto al sustrato más empleado por la empresa (S3).

Los resultados de los análisis estadísticos a los parámetros morfológicos altura y diámetro producen diferencias significativas entre las plantas pertenecientes a los diferentes sustratos. Los menores valores de altura y diámetros los presentaron las plantas del sustrato S3 (turba 70% + cáscara de arroz 30%), reflejados en la *Tabla 9*.

TABLA 9
Valores de altura (m) y diámetro (cm) de la plantación a los dieciséis meses. En una misma columna valores seguidos por distintas letras difieren significativamente para $p < 0,05$. Test de comparación de medias (Duncan).

<i>Sustrato</i>	<i>Altura</i>	<i>Diámetro</i>
S1	2,03c	1,06b
S2	2,17bc	1,20b
S3	1,59e	0,58c
S4	2,46a	1,47 ^a
S5	2,20ab	1,60 ^a

De forma general los nuevos sustrato investigados S1 (cachaza 90% + guano de murciélago 10%), S2 (cachaza 90% + gallinaza 10%), S4 (cachaza 50% + turba 40% + gallinaza 10%) y S5 (cachaza 50% + turba 40% + guano de murciélago 10%), que tienen a la cachaza como elemento principal, tienen un mejor comportamiento postrasplante tanto en la supervivencia como en el desarrollo vegetativo, corroborando los resultados de la investigación.

CONCLUSIONES

- Los nuevos sustratos investigados S1 (cachaza 90% + guano de murciélago 10%), S2 (cachaza 90% + gallinaza 10%), S4 (cachaza 50% + turba 40% + gallinaza 10%) y S5 (cachaza 50% + turba 40% + guano de murciélago 10%) que tienen a la cachaza como elemento principal presentan un mejor comportamiento postrasplante, tanto en la supervivencia como en el desarrollo vegetativo. Igual situación mostraron los atributos morfológicos, el destubetado y estabilidad del cepellón. El uso por la entidad empleadora va a estar en correspondencia con su disponibilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ANSORENA, M. J.: *Sustratos. Propiedades y características*, Edición Mundi Prensa, Madrid.
- ANDINO, V.: «Efecto de diferentes tipos de sustratos en semilleros de bandejas para la producción de plántulas de tabaco». Memorias II Evento Internacional del Tabaco, Pinar del Río, Cuba, 2000.
- BIRCHLER, T.; R. ROSE; A. ROYO; M. PARDO: «La planta ideal: revisión del concepto parámetros definitivos e implementación práctica», *Revisión de Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, Madrid, 7(2):109-119, 1998.
- BONILLA, M.: «Evaluación del comportamiento de *Pinus tropicalis* Morelet en la fase de vivero con tubetes». Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2001.
- BURDETT, A. N.: «Physiological Processes in Plantation Establishment and the Development of Specifications for Forest Planting Stock», *Canadian Journal of Forestry Research* 20:415-427, 1990.
- CASTILLO, I.: «Efecto del sustrato en el cultivo de la especie *Eucalyptus grandis* en vivero utilizando tubetes plásticos en la EFI Guanahacabibes, Pinar del Río». Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2001.
- COBAS, L. M.: «Caracterización de los atributos de calidad de la planta de *Hibiscus elatus* S W cultivada en tubetes». Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales, Universidad de Pinar del Río, Cuba, 2001.
- DOMÍNGUEZ, A.: *Tratado de fertilización*, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1984.
- GROSSNICKLE, S. C.; Javier. E. Major: «Stock Quality Assessment Through an Integrated Approach», *New Forests* 5 (2):77-91, 1991.
- Hinesley, L. E.; R. D. Wright: «Butsetand Growth of Eastern White Pine Following Application of 6-Benzlamino-purine to Seedling Fertilized with Different Levels of Nitrogen», *Journal of Environmental Horticulture* 6 (2):42-45, 1988.
- HOBBS, S. D.: «The Influence of Species and Stocktype Selection on Stand Establishment: an Ecophysiological Perspective», *Seedling Physiology and Reforestation Success*, Nijhoff/Junk Pub., 1984, pp. 177-224.
- MEXAL, L. G.; T. D. LANDIS: «Tager Seedling Concepts: Height and Diameter», Target Seedling Symposium. Gen. Tech. USDA, 1990, pp. 17-35.
- MINAGRI: «Manual de técnicas de análisis químico para humus de lombriz», Instituto de Sueños, La Habana, 1994.
- MONTÓYA, J. M.; M. A. CAMARA: La planta y el vivero forestal, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, 1996.
- OLIET, J.: *La calidad de la postura forestal en vivero*, Ed. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Monte de Córdoba; España, 1997.

- : *Fertilización de la planta forestal en vivero: Aspectos teórico-prácticos*, Universidad de Córdoba, España, 2002.
- OLIET, J.; R. PLANELLES; A. LÓPEZ; F. ARTERO: «Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halapensis*». Primera Reunión de Grupo de Trabajo sobre Repoblaciones Forestales, Sociedad Española de Ciencia Forestal, 1996 (inédito).
- PEÑUELAS, J. L. R.: «El manejo del agua y de los factores ambientales en los cultivos», Centro de Mejora Forestal El Serranillo, Ministerio de Medio Ambiente, 1999.
- RAGA, F.: Madera sólida de *Eucalyptus*: una tendencia para considerar (en línea), 2003. Disponible en: http://www.corma.cl/destacados/destacados_19.html
- ROYO, A.; M. FERNÁNDEZ; E. GONZÁLEZ; A. PUELLES; R. RAMOS; J. A. PARDOS: «La calidad de la planta de *Pinus halapensis* Mill. destinada a la repoblación forestal», revista *Montes* (50):28-38,1997.
- Timmer, V.; G. Armstrong: «Diagnosing Nutritional Status of Containerized Tree Seedlings: Comparative Plant Analysis», *Soil Sci. Soc. Am. J.* (51):1082-1086, 1987.
- Villagómez, A.: «Germinación de semillas de *Pinus montezumae* Lamb. en diferentes temperaturas, sustratos y tratamientos de asepsia», revista *Ciencia Forestal* 2(16):160-180, México. 1987.
- Winckler, M. V.; M. Valdir; L. Rodríguez; L. Hamilton; L. Da Silva: «Crecimiento de posturas de *Eucalyptus saligna* Smith em função de dosis de vermicomposto», *Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná* 28(1, 2):7-10, 2000.