

Evaluación de plantas *eucalyptus grandis* hill ex maiden a los 60 meses de plantadas obtenidas en contenedores con diferentes sustratos y riego de endurecimiento

Plant evaluation of *eucalyptus grandis* hill ex maiden to 60 months of plants in containers obtained with different substrates and irrigation of hardening

M.Sc. Marisela FríasTamayo*, Dra. C. Noarys Pérez- Díaz, Dra. C. Iris de la C. Castillo-Martínez.

* Universidad de Pinar del Rio, Martí 270 esquina a 27 de noviembre, Pinar del Rio, C.P. 20100, Cuba mfrias @af.upr.edu.cu

RESUMEN

Un diagnóstico integrado del sitio permite una mayor precisión en la identificación de las posibles restricciones y potencialidades que presenta una plantación. La falta de información suficiente y oportuna, que sirva de base al desarrollo de una reforestación productiva, representa quizás una de las mayores limitantes al desarrollo de alta rentabilidad con el *Eucalyptus grandis*. Evaluar el comportamiento de plantas *Eucalyptus grandis* a los 60 meses de plantadas obtenidas en contenedores con diferentes sustratos y riego de endurecimiento es el objetivo del presente trabajo. La plantación se realizó en el Jardín Botánico de la provincia de Pinar del Río. Ésta se evaluó durante un período de 60 meses a través de diferentes parámetros morfológicos. Se obtuvo que los valores más altos de supervivencia en las etapas iniciales de la plantación son fundamentalmente para aquellas plantas que estuvieron sometidas a niveles de endurecimiento moderado en vivero. Los mayores valores en la dinámica de crecimiento en altura y diámetro en plantación, corresponden a las plantas obtenidas en el sustrato 2, con un riego moderado y fuerte (S2R2 y S2R3) en vivero.

Palabras claves: *Eucalyptus grandis*, plantación, supervivencia, sustrato, riego.

ABSTRACT

An integrated diagnostic site allows greater precision in the identification of possible constraints and possibilities presented by a plantation. The lack of sufficient and appropriate to serve as the basis for developing a productive reforestation represents perhaps one of the major constraints to the development of high yield with *Eucalyptus grandis*. Plant evaluation of *eucalyptus grandis* hill ex maiden to 60 months of plants in containers obtained with different substrates and irrigation of hardening is the objective of this work. Planting was done at the Botanical Garden of the province of Pinar del Río. This was evaluated over a period of 60 months through various morphological, physiological and soil and climate. It was found that the highest values of survival in the early stages of the plantation are mainly for those plants that were subjected to moderate levels of hardening, the plants of *Eucalyptus grandis* container obtained with different substrates and risk of developing hardening best presented are tho se obtained in the substrate 2 with strong and moderate water (S2R2 y S2R3) of hardening.

Key words: *Eucalyptus grandis*, plantation, survival, substrate, irrigation.

INTRODUCCIÓN

En Cuba el programa de desarrollo económico forestal hasta el 2020 se fundamenta en la utilización del potencial de recursos forestales que el país ha acumulado como resultado del trabajo de fomento y protección del bosque durante los últimos 45 años y en el aprovechamiento de las condiciones favorables del país para insertarse en el mercado internacional de productos forestales, mediante el manejo intensivo de especies maderables tropicales de rápido crecimiento y amplio espectro de su uso comercial, logrando con esto elevar la cubierta de bosques del territorio nacional (Herrero *et al.*, 2004).

Para obtener plantas con mejores características morfológicas y fisiológicas es necesario el desarrollo de técnicas culturales desde el vivero. El tipo de sustrato, el

envase que se utiliza, la elección de la semilla, así como un manejo adecuado del riego; son los elementos principales para obtener plantas de calidad y resultados económicamente satisfactorios (Olmedo, 2007).

El éxito de una plantación forestal, desde el punto de vista de su crecimiento, depende de muchos factores, como la calidad de las plantas, el sitio y su preparación, la técnica de plantación y los cuidados culturales. Todos ellos son importantes para el crecimiento de los árboles y deben considerarse en su conjunto. Para ello, un diagnóstico integrado del sitio permite una mayor precisión en la identificación de las posibles restricciones y potencialidades que presenta una plantación.

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden en suelos adecuados es una de las especies forestales de mayor rendimiento. Su potencial para el desarrollo de proyectos forestales de alta producción ha despertado un alto interés en diferentes sectores. Pero es una de las especies forestales más exigentes, requiere de sitios libre de compactación por el uso agrícola. Miles de hectáreas plantadas con eucalipto en los últimos años, presentan un potencial productivo muy inferior a lo que la especie puede ofrecer en condiciones adecuada de suelo y clima. La falta de información suficiente y oportuna, que sirva de base al desarrollo de una reforestación productiva, representa quizás una de las mayores limitantes al desarrollo de alta rentabilidad con esta especie (CATIE, 1994).

El objetivo de esta investigación es evaluar el comportamiento de plantas *Eucalyptus grandis* a los 60 meses de plantadas obtenidas en contenedores con diferentes sustratos y riego de endurecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La composición de los sustratos utilizados se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición de los sustratos utilizados en la producción de las plantas de *Eucalyptus grandis* en tubetes

Sustratos	Abreviatura	Tratamiento	Composición (%)
Turba+Corteza de Eucalipto+Gallinaza	T+CE+G	S1	50% +20 % +30%
Cachaza+Turba + Gallinaza	C+T+G	S2	50%+40%+10%

Cachaza+Turba+ Guano de murciélago	C+T+GM	S3	50%+40%+10%
------------------------------------	--------	----	-------------

Las plantas se obtuvieron en vivero de contenedores utilizando diferentes sustratos como se presenta en la Tabla 1 se le aplicaron diferentes manejos de riego en el vivero, combinándose 3 sustratos con tres niveles de endurecimiento.

R1: Riego 1 (Nivel de endurecimiento bajo) Se comenzó con riego dos veces al día, hasta los 30 días de sembradas y se continuó con riego una vez al día hasta la plantación.

R2: Riego 2 (Nivel de endurecimiento moderado) Se comenzó con riego 2 veces al día, hasta los 30 días de sembradas. Se continuó el riego durante 30 días una vez al día y posteriormente se realizó un riego en días alternos hasta la plantación.

R3: Riego 3 (Nivel de endurecimiento fuerte) Se comenzó con riego 2 veces al día, hasta los 30 días de sembradas Se continuó el riego durante 30 días una vez al día y posteriormente se realizó un riego cada dos días.

Los diferentes tratamientos utilizados se observan en la Tabla 2

Tabla 2. Composición de los tratamientos

Tratamiento	Abreviatura	Composición
1	T1(S1R1)	T50% +CE 20%+G30%+R1
2	T2 (S2R1)	C50% + T40%+G10%+R1
3	T3 (S3R1)	C50% + T40%+GM10%+R1
4	T4 (S1R2)	T50% +CE 20%+G30%+R2
5	T5 (S2R2)	C50% + T40%+G10%+R2
6	T6 (S3R2)	C50% + T40%+GM10%+R2
7	T7 (S2R3)	C50% + T40%+G10%+R3
8	T8 (S3R3)	C50% + T40%+GM10%+R3

Las plantas obtenidas en el vivero con diferentes niveles de endurecimiento, se plantaron el 22 de julio de 2004 en áreas del Jardín Botánico, en suelo con poco contenido de materia orgánica, escasa fertilidad natural y graviloso, perteneciente a la llanura occidental de Pinar del Río, con un régimen de precipitaciones medianamente alto. Estas plantas se evaluaron durante un periodo de 60 meses.

Para la plantación se realizó una preparación manual del sitio (hoyos de plantación), con una distancia de plantación de 2m x 2m en un área aproximadamente de 500 m².

El diseño utilizado fue el de bloques completamente al azar con 8 tratamientos con 15 plantas cada una; se plantaron 120 plantas en total.

Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se dividió en número de plantas vivas entre el número de plantas totales al inicio de la plantación (Linares, 2005).

$$\% \text{ supervivencia} = P_v / (P_v + P_m) * 100 \quad (1)$$

Donde:

P_v: Plantas vivas

P_m: Plantas muertas

En la etapa de plantación se midieron parámetros como, altura total, ancho de copa, diámetro en la base y a 1.30 m. Se utilizaron además para conocer la calidad de las plantas los índices de esbeltez (H: D)

Se comenzaron a realizar las mediciones de altura a las plantas de cada tratamiento a los 2, 6, 12, 18, 24, 30, 42 y 60 meses de plantadas. La altura se midió desde el cuello de la raíz hasta el extremo de la yema apical.

Se realizaron mediciones de diámetro en igual período de tiempo, a las plantas de cada tratamiento. Los valores de los diámetros se tomaron en el cuello de la raíz y a los 3,5 y 5 años a la altura de 1,30 m.

$$\text{Esbeltez (H:D)} \quad (2)$$

H = altura (cm)

D = diámetro (mm)

La determinación de los volúmenes se realizó a través de la medición de parámetros dasométricos con el auxilio de una cinta diamétrica para la determinación del diámetro a una altura de 1,30 m y una vara telescópica para medir la altura total de los árboles.

Volumen (m³)

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 * h * f \quad (3)$$

Donde:

V= volumen.

d= diámetro a 1.30 m

h= altura

f=coeficiente mórfico

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows Versión15.0.

Se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan para las variables que cumplieran con una distribución normal. Se emplearon métodos de clasificación jerárquica sin aprendizaje (análisis de clusters) que condujeron a los dendrogramas correspondientes, donde se demuestra gráficamente las fuerzas de enlace existentes entre las variables analizadas.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

El resumen de los parámetros estudiados en los diferentes tratamientos a los 60 meses en plantaciones presenta en la Tabla 1.

Los porcentajes de supervivencia hasta los 60 meses de plantación variaron muy poco en los tratamientos S1R2 y S3R2 con riegos de endurecimiento moderado. Este resultado está asociado al aumento de la calidad de las plantas con el endurecimiento realizado. Valores de supervivencia similares fueron obtenidos por Pérez, (2007) en la evaluación de plantas de *Eucalyptus saligna* Smith.

Los valores más altos de supervivencia son para **S1R2** (Turba 50%+Corteza de Eucalipto 20%+Gallinaza 30%, Nivel de endurecimiento moderado); **S2R2** (Cachaza 50%+Turba 40%+ Gallinaza 10%, Nivel de endurecimiento moderado); **S3R2** (Cachaza 50%+Turba 40%+ Guano de murciélago 10%, Nivel de endurecimiento moderado). Es decir, fundamentalmente para aquellas plantas que estuvieron sometidas a niveles de endurecimiento moderado (R2) en correspondencia con la etapa de vivero.

Los valores de supervivencia son bajos, lo cual está relacionado con el inadecuado mantenimiento realizado a la plantación (eliminación de malezas). La especie *E. grandis* tiene un potencial de crecimiento inicial muy rápido, pero es muy susceptible a la competencia de malezas, por lo que es necesario un control adecuado de éstas en las primeras etapas de crecimiento de la plantación (CATIE, 1994).

Tabla 3. Resumen de los parámetros estudiados en los diferentes tratamientos a los 60 meses en plantación

Tratamientos	Superv.	Esbeltez	H (m)	D _{base} (cm)	D _{1.30} (cm)	D _{copa} (m)	V (m ³)
S1R1	40	77,46ab	9,97a	12,87c	10,5b	3,23b	0,044bcd
S1R2	60	71,73abc	7,76a	10,82c	8,40b	3,32b	0,023df
S1R3	26,6	100.00bc	11,80a	11,80c	7,60b	3,65b	0,029df
S2R1	33,3	68,03a	4,97b	6,37d	4,53c	1,78c	0,006f
S2R2	40	100.00bc	15,40a	15,40ab	12,95a	3,76b	0,068a
S2R3	60	100.00bc	16,50a	16,50a	12,82a	4,65a	0,062ab
S3R2	60	70,43abc	9,13a	12,97bc	10,48ab	3,57b	0,048abc
S3R3	46,6	68,20abc	9,36a	13,73bc	13,73a	3,42b	0,039cd

S1R1(Turba 50%+Corteza de Eucalipto 20%+Gallinaza 30%, Nivel de endurecimiento bajo); S1R2(Turba 50%+Corteza de Eucalipto 20%+Gallinaza 30%, Nivel de endurecimiento moderado); S1R3(Turba 50%+Corteza de Eucalipto 20%+Gallinaza 30%, Nivel de endurecimiento fuerte); S2R1(Cachaza 50%+Turba 40%+Gallinaza 10%, Nivel de endurecimiento bajo); S2R2(Cachaza 50%+Turba 40%+Gallinaza 10%, Nivel de endurecimiento moderado); S2R3(Cachaza 50%+Turba 40%+ Gallinaza 10%, Nivel de endurecimiento fuerte), S3R2(Cachaza 50%+Turba 40%+ Guano de murciélago 10%, Nivel de endurecimiento moderado); S3R3(Cachaza 50%+Turba 40%+ Guano de murciélago 10%, Nivel de endurecimiento fuerte).

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente para $p < 0,05$. Prueba de comparación de medias de Duncan.

Martínez (1990) plantea que cuando se realiza el control de las malezas, se logra: aumentar la supervivencia y disminuir los costos de replante, un mayor crecimiento en volumen, que se traduce en un mayor crecimiento económico, por lo que esta es una práctica necesaria y aconsejable.

Además es importante tener en cuenta las afectaciones producidas por los factores antrópicos y edafoclimáticos. La supervivencia también está influenciada por las condiciones del suelo; con poco contenido de materia orgánica y gravilloso, que influye negativamente en los valores de supervivencia (Castillo, 2006).

Las plantaciones de *Eucalyptus sp.* presentan un buen desarrollo en suelos arenosos y ácidos, con bajas reservas de nutrientes disponibles; por consiguiente, los riesgos de deficiencias de nutrientes existen a mediano o a largo plazo (Nzila *et al.*, 2002).

Valores de supervivencia mayores que los obtenidos en este trabajo fueron mostrados por CATIE (1994) en el informe técnico *Eucalyptus grandis*, especie de árbol de uso múltiple en América Central, donde se muestra el comportamiento y respuesta de la especie a diversas condiciones de sitio.

La esbeltez en la plantación se mantuvo con valores medianamente altos como se puede apreciar en la Tabla 1; de forma general se observa una tendencia, en todos los tratamientos al aumento de este índice, lo que es característico de la especie.

Eucalyptus grandis es una especie de crecimiento rápido, por ello la esbeltez presenta relaciones altas. Raga (2003), Thompson (1985) citado por Oliet (2001) y por Olmedo (2007) expresan que la esbeltez permite una estimación de la resistencia mecánica de las plantas durante las operaciones de plantación o frente a vientos fuertes, especialmente en plantas producidas en contenedores. Es un indicador de la densidad del cultivo (Birchler *et al.*, 1998).

El volumen de las plantas a los 60 meses de plantada, se observan en la Tabla 1, los mayores valores son para el sustrato 2, con régimen de riego moderado y fuerte, (S2R2 y S2R3), los cuales no presentan diferencias significativas con el S3R2.

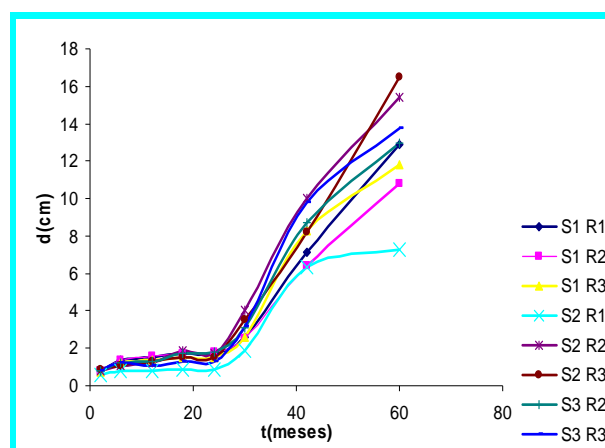
Los menores volúmenes corresponden a las plantas obtenidas en el sustrato S2R1 las cuales presentan diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

En la Figura 1 se observa el diámetro alcanzado por las plantas en cada tratamiento en diferentes etapas de crecimiento, entre los cuales no existen grandes diferencias en cuanto al incremento en diámetro por tratamiento. En ella se aprecia que a partir de los 24 meses existe un crecimiento acelerado del diámetro.

South *et al.* (1984) citados por Oliet (2001) ajustaron una función recíproca de la supervivencia y el diámetro del cuello de la raíz para *Pinus teada*; los cuales obtuvieron que la supervivencia estaba por encima del 80 %, a partir de valores de 4mm para el

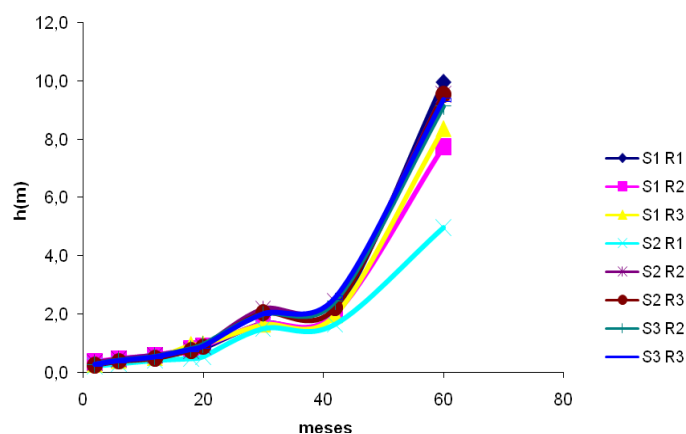
diámetro. Para algunos autores como Landis (1985) y Serrada (1995) citados por Olmedo (2007), este atributo es el que pronostica con mayor precisión la supervivencia y el crecimiento postrasplante. Esta afirmación se fundamenta en la relación que existe, entre el diámetro del cuello de la raíz y el grado de lignificación del tallo, asociado con la resistencia mecánica y a las altas temperaturas de la superficie del suelo, y por otro lado, con el desarrollo radical, lo que explica las mejores correlaciones entre estos atributos y otros morfológicos, como la masa total de la planta o la masa radical (Castillo, 2006).

Figura.1 Dinámicas de crecimiento en diámetro



La dinámica de crecimiento en plantación en los diferentes tratamientos se observa en la Figura 2, donde los mayores valores corresponden a las plantas obtenidas en el sustrato 2, con un riego moderado y fuerte (S2R2 y S2R3).

Figura 2. Dinámicas de crecimiento en altura

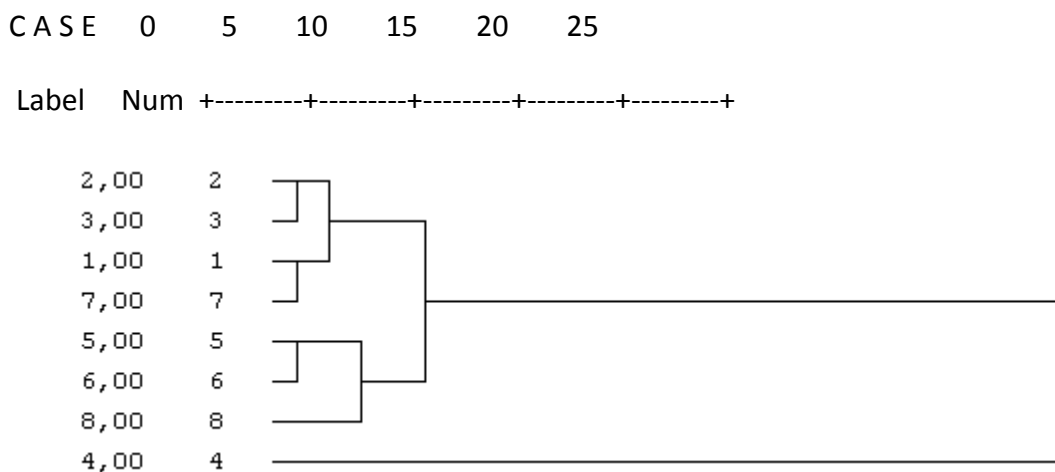


El ritmo de crecimiento de las plantas en un bosque varía, en cada género y especie, en función de sus propias características; en bosques plantados, también se suma a esta variación la influencia que ejerce la calidad de la planta obtenida en vivero. Conocer el sustrato, envase o fertilización más adecuada para su cultivo, implica otro grado de dificultad. Este conocimiento es necesario para conseguir un adecuado manejo de las especies en vivero, de forma que se garantice la obtención de plantas de calidad. La calidad de la planta forestal es uno de los factores más importantes que condiciona el éxito de la plantación (Peñuela y Ocaña, 1996; Castillo, 2006).

A los 60 meses de edad las plantas presentan alturas semejantes a las que fueron mostrados por CATIE (1994) en el informe técnico *Eucalyptus grandis* Hill ex Maid, especie de árbol de uso múltiple en América Central.

En la Figura 3 se observan dos grupos formados por los tratamientos (2, 3 y 1) que se corresponden con los tratamientos (S1R2, S1R3 y S1R1) y que están formados por plantas que se obtuvieron en el sustrato S1. El otro grupo está formado por los tratamientos (5, 6 y 8), (S2R2, S2R3 y S3R3), en este grupo se puede observar que los tratamientos S2R2, S2R3 dentro de este grupo tienen una mayor relación, siendo estos los que presentan mayores volúmenes. Los grupos anteriormente analizados están relacionados, mientras que el tratamiento 4 (S2R1) se encuentra sin ninguna relación con el resto de los tratamientos, en correspondencia con los resultados obtenidos.

Figura 3. Análisis de Cluster



CONCLUSIONES

- Los valores más altos de supervivencia en la plantación son aquellas que estuvieron sometidas a niveles de endurecimiento moderado (R2) en correspondencia con la etapa de vivero.
- Los mayores valores en la dinámica de crecimiento en altura y diámetro en plantación, corresponden a las plantas obtenidas en el sustrato 2, con un riego moderado y fuerte (S2R2 y S2R3) en vivero.
- Los factores edafoclimáticos y el inadecuado mantenimiento realizado a la plantación influyeron en la supervivencia y desarrollo de plantas de *Eucalyptus grandis* obtenidas en tubetes con diferentes sustratos y riego de endurecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aldana, E.; Frías, M.; Peñalver, A.; Ares, A.E. 2006. Manual de Dasometría. Editorial Félix Varela. La Habana, segunda reimpresión. 183 p.
- Birchler, T.; Rose, R.; Royo, A.; Pardo, M. 1998. La planta ideal: Revisión del concepto Parámetros definitorios e implementación práctica. Revista de investigación agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Madrid. España. 7 (2):109-119.
- Castillo, I. 2006. Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de las plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contenedores en Pinar del Río, Cuba. 183h.Tesis (presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Alicante.
- Catie, 1994. *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Serie Técnica. Informe Técnico No. 35. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).Turrialba. Costa Rica. 31p.
- Gerding, V. 2006. Metodología para la optimización de la producción viverística y la restauración de zonas mediterráneas afectadas por grandes incendios.

Universidad Autónoma de Barcelona. CREAM (Centro de Reserva Ecológica y Aplicaciones Forestales).30p.

- Herrero, J.; Linares, E.; Palenzuela, L.; Diago, I. 2004. Tendencias y perspectivas del sector forestal hasta el año 2020. Revista Forestal Baracoa. (Número Especial) 3-14 p.
- Linares, E. 2005. Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales (Instrucción Técnica No. 6). MINAG.1-94p.
- Oliet, J. A. 2001. Aplicaciones de la medida del estado hídrico en el viverismo. Universidad de Córdoba. España. 15 p.
- Olmedo, A. 2007. Comportamiento de una plantación de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden producido con diferentes sustratos y riegos de endurecimiento.60h Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Forestal) Universidad de Pinar del Río.
- Peñuelas, J. L.; Ocaña, L. 1996 Cultivo de la planta forestal en contenedor. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. España. 126 p.
- Pérez, N.; 2007. Compostaje de la corteza de las especies *Eucalyptus saligna* Smith, y *Eucalyptus pellita* F. Muell en la obtención de compost como fuente de sustrato para viveros forestales. Pinar del Río, Cuba. 112 h. Tesis (en opción al grado científico Doctor en Ciencias Forestales). Universidad de Alicante.