

**ORIGINAL**

**INFLUENCIA DE SUSTRATOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE PINUS  
MAESTRENSIS BISSE EN VIVEROS DE BOLSAS POLIETILENO NEGRO EN EL MUNICIPIO  
DE BUEY ARRIBA EN LA PROVINCIA DE GRANMA**

**Influence of substrates in the production of *Pinus maestrensis* Bisse plants in black polyethylene bags in  
the municipality of Buey Arriba in the province of Granma**

M. Sc. Karell Chala-Arias, Universidad de Granma, [kchala@udg.co.cu](mailto:kchala@udg.co.cu), Cuba

Ing. Yordy Michel Sosa-Martínez, Empresa Forestal Integral Granma

Recibido: 23/10/2017- Aceptado: 02/12/2017

**RESUMEN**

La investigación se llevó a cabo en el vivero permanente de la localidad de Pinar Quemado perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Silvícola Buey Arriba de la Empresa Forestal Integral Granma, durante los meses de diciembre de 2011 a marzo del 2012. Se utilizaron semillas de *Pinus Maestrensis* Bisse, empleadas en el programa de reforestación de la provincia. Con el objetivo de caracterizar la calidad de la planta *Pinus Maestrensis* Bisse sobre la base de un diseño completamente aleatorizado, se plantaron tres tratamientos: T-1 (Suelo 100%), T-2 (Humus de lombriz 30% + Suelo 70%), T-3 (Materia Orgánica 30% + Suelo 70%). Las variables de crecimiento evaluadas fueron: altura de la planta, diámetro del cuello de la raíz, peso fresco de la parte radical, peso fresco del tallo de la planta, peso fresco de la parte aérea de la planta, peso seco de la parte radical, peso seco del tallo y peso seco de la parte aérea de la planta. Para las mediciones se tomaron 15 plantas por tratamientos. Los datos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon por rango múltiple de Duncan a un 5% de probabilidad. Se obtuvo como mejor sustrato el elaborado a base de (humus de lombriz y suelo), donde se alcanzaron los mejores valores de los atributos e índices evaluados.

**Palabras clave:** vivero; sustratos; altura; calidad

**ABSTRACT**

The months of December of 2011 to March of the 2012. Seeds of *Pinus Maestrensis* Bisse utilized in the program of reforestation of the county were utilized. For the sake of characterizing

the quality of the plant *Pinus Maestrensis Bisse* on a randomized design's base, they set up three treatments: T 1 (I Sole 100 %), T 2 (earthworm's Humus 30 % + I Sole 70 %), and T 3 (Organic Matter 30 % + I Sole 70 %). The variables of evaluated growth were: height of the plant, diameter of the neck of the root, fresh weight of the radical part, fresh weight of the shaft of the plant, fresh weight of the air part of the plant, dry weight of the radical part, dry weight of the shaft and dry weight of the air part of the plant. For the mensurations they took 15 plants for treatments, at random, the data were processed by means of an analysis of variance of simple classification and the stockings were compared by multiple range from Duncan to 5% of probability. It was gotten the sophisticated like better sustract with the help of (humus of worm and floor), where they were reached the you improve security of the attributes and evaluated indexes.

**Key words:** nursery; substratum; height; quality.

## **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).

Utilizar programas de mejora de la calidad de la planta en especies de crecimiento rápido y propiedades valiosas en los planes de reforestación, es un objetivo de importancia forestal. El empleo en la reforestación de plantas de calidad asegurará en mayor medida el éxito de la misma. Dicha calidad viene definida a través de una serie de parámetros morfológicos y fisiológicos que tratan de caracterizar la postura en el momento de su plantación y que permitirán un seguimiento más controlado de su comportamiento en el campo. (Bertulí y Sosa. 2005).

La calidad del sustrato presenta elevada importancia pero también el tamaño del envase influye en la producción de posturas con calidad. Hasta hace poco tiempo se consideraba que el sustrato no ejercía sobre la calidad de la planta una influencia destacable, porque se utilizaban envases como las bolsas de polietileno de mucho volumen, sin embargo, y en la medida que el

volumen del envase se ha reducido, la experiencia práctica ha demostrado su importancia. Por lo tanto a menor volumen disponible para las raíces, mayor es la calidad exigible del sustrato. Por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de sustrato la calidad de la planta de *Pinus maestrensis* Bisse en Bolsas de polietileno negro

## DESARROLLO

- Descripción de la investigación

El experimento se llevó a cabo en un vivero permanente en la localidad de Pinar Quemado en el municipio de Buey Arriba, durante los meses de diciembre 2011 a marzo del 2012.

- Variables climatológicas del área de estudio

Tabla 1.- Comportamiento de variables climáticas del área experimental durante el período de investigación.

Elementos	Meses			
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Precipitaciones (mm)	4,1	32,2	23,7	142,6
Humedad Relativa (%)	77,0	77,0	73,0	74,0
Temp. Máxima (°C)	28,7	29,6	31,2	33,7
Temp. Mínima (°C)	15,0	15,4	15,6	17,1
Temp. Promedio (°C)	21,8	22,5	23,3	24,8

- Preparación de los sustratos en el vivero

Tabla 2.-Porcentaje de las Mezclas de sustratos utilizados en el experimento

Tratamiento	Composición	Abreviatura
T1	100% de Suelo	S
T2	30% Humus de lombriz + 70% Suelo	HL + S
T3	30% Materia Orgánica+70% Suelo	MO +S

- Manejo del material de reproducción y atenciones culturales en viveros

Las semillas utilizadas procedieron de la Unidad de Base Silvícola, Buey Arriba. Fueron sometidas a tratamiento pregerminativo, realizándole una inmersión en agua durante 48 horas, con cambio cada 12 horas.

El riego se efectuó dos veces al día durante el primer mes, para mantener una humedad adecuada para la germinación. Luego el riego se realizó uniformemente, una vez al día a capacidad de campo, siempre en horas de la tarde hasta el tercer mes y el último mes se regó cada tres días, para endurecer la planta y así adaptarlas a las condiciones de campo

- Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 3 tratamientos y 100 unidades por cada uno de ellos. Mediante un análisis de varianza de clasificación simple y de error, se compararon por rango múltiple de Duncan a un 5 % de probabilidad, para lo cual se utilizó el paquete estadístico Statal Package for Social Science (SPSS) 15.0 para Windows. Se realizaron las mediciones del diámetro del cuello de la raíz y altura de la planta, Los parámetros evaluados fueron: Altura de la planta (cm), Diámetro en el cuello de la raíz (mm), Arquitectura radical

Tabla 3.- Niveles establecidos para las variables arquitectura radical.

Variable	Niveles		
	1	2	3
Arquitectura radical	Óptima	Aceptable	Mala

La determinación del Peso seco aéreo (PSA), peso seco radical (PSR), peso seco total (PST) se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Granma utilizando una balanza analítica KERN FTB 3K 0,1 con un margen de error de 0,1 g y un máximo de peso de 3 kg. Se tomaron 15 plantas por sustrato. Para el secado de las muestras se utilizó la estufa, a 75°C por 72 horas hasta peso constante. Para evaluar la calidad de las plantas se calcularon los siguientes índices morfológicos: El Índice de esbeltez, La relación parte aérea – parte radical en peso (PSA / PSR), El balance hídrico de la planta (BAP) mediante la siguiente expresión matemática:

$$BAP = \frac{PSA}{Diam * PSR} \quad (1)$$

Dónde: BAP: balance hídrico de la planta. PSA: peso seco aéreo (g). PSR: peso seco radical (g). Diam: diámetro en el cuello de la raíz (mm).

El índice de calidad de Dickson como muestra la ecuación

$$QI = \frac{PST}{\frac{Long}{Diam} + \frac{PSA}{PSR}} \quad (2)$$

Donde: QI: índice de calidad de Dickson: PST: peso seco total (g). Long: altura de la planta (g). Diam: diámetro en el cuello de la raíz (mm). PSA: peso seco aéreo (g). PSR: peso seco radical (g).

- Valoración económica

Se determinó el costo de cada sustrato utilizado en la investigación teniendo en cuenta los gastos de combustibles, materiales y salarios. El valor de los costos se compara con el sustrato empleado por la empresa

- Valor de la producción.

$$Vp (\$) = R \times Vt$$

- Beneficio.

$$B (\$) = Vp - Cp$$

- Costo por peso.

$$C/P (\$) = Cp / Vp$$

- Relación beneficio costo por peso.

$$B/C (\$) = B / Cp$$

- Rentabilidad.

$$R (\%) = \text{Ingreso} - \text{Gasto} / 100$$

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El uso del suelo como sustrato en los viveros forestales de Cuba, que cada año se mueven aproximadamente 124 800 t de suelo. (González, 2000 citado por Cobas, 2001).

En la tabla 4 se muestran las características de los sustratos utilizados en la investigación, los cuales fueron analizados por el instituto de investigación de suelo de la provincia de Granma.

Tabla 4.-Caracterización química de los materiales orgánicos utilizados en la preparación de los sustratos.

SUSTRATOS	CE	PH	MO (%)	CA (%)	MG (%)	NA (%)	K <sub>2</sub> H (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	CL (%)
Testigo (suelo )	0.450	6	3.5	96	18.13	12.36	6.50	2.20	45.20
Materia Orgánica	0.457	8.1	13.3	123.37	56.44	21.32	24.0	4.58	56.73
Humus de lombriz	0.475	7.95	12.8	134.59	24.19	25.32	74.16	4.58	85.10

El suelo utilizado en esta investigación es el ferralítico rojo, con las mezclas realizadas se le incorporaron otros nutrientes que están en déficit en este suelo, por lo que el pH de estos es

moderadamente básico y el contenido de materia orgánica oxila entre los 12.8 y 13.3 % del suelo.

#### Comportamiento de la germinación

La germinación inició a los 7 días, correspondiente con el rango dado por el Instituto de Investigaciones Forestales de la Habana al referir que el proceso germinativo inicia ente los 7-10 días y puede demorarse hasta los 12 días después de sembrado. El porcentaje de germinación alcanzado fue de 71% en todos los casos, el día pico para la germinación fue el 8 cuando la mayoría de las plantulitas emergieron.

#### Comportamiento de los atributos morfológicos analizados.

En la tabla 5 se muestran los resultados estadísticos de la medición de los atributos morfológicos, altura y diámetro en el cuello de la raíz de la planta de *Pinus maestrensis* Bisse en el vivero, sobre envases tradicionales.

Tabla 5. - Atributos morfológicos de las plantas a los tres meses de cultivadas.

Tratamientos	Altura (cm)	DCR (mm)
T – 1	18.66 <sup>a</sup>	3.53 <sup>a</sup>
T – 2	19.60 <sup>a</sup>	3.60 <sup>a</sup>
T – 3	19.46 <sup>a</sup>	3.22 <sup>a</sup>

En una misma columna valores seguidos de diferentes letras difieren significativamente para  $p < 0,05$  (n=15 plantas por tratamiento).

- Altura.

El análisis estadístico realizado detectó que no hay grandes diferencias significativas entre los sustratos con respecto a la variable altura, como se aprecia el tratamiento en la tabla 5.

Aunque las mayores alturas corresponden a los sustratos que presentan en su composición como elemento principal humus de lombriz, con un altura de promedio de 19.60 cm y la de materia orgánica con una altura de 19.46 cm, a diferencia del suelo, solo que la altura es de 18.66 cm. Castillo (2006) plantea que el humus es la pieza clave de los sustratos orgánicos. La composición del humus tampoco se ha podido definir por el momento con exactitud.

En la composición del humus se ha determinado que existen dos sustancias principales: los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos. Se sabe que estos ácidos contienen básicamente Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Azufre y Fósforo. Una propiedad importante del

humus es que tiene una elevada capacidad de retención de agua (15 veces su peso en agua). El humus aporta esponjosidad y porosidad a los suelos, asegurando una buena oxigenación del suelo, lo que favorece a los microorganismos y a las raíces. El humus tiene la capacidad de proporcionar los nutrientes a las raíces en una forma mejor asimilable por la planta, incluyendo la formación de quelatos, además de proporcionar fósforo asimilable aún en altas concentraciones de hierro y calcio.

Especialistas del MINAGRI (1998) plantean que el estiércol vacuno es uno de los estiércoles más utilizados en la producción de posturas de cafeto. Se plantea que suministra cantidades apreciables de nitrógeno, fósforo y potasio, así como elementos secundarios como: Ca, Mg, lo que hace que las plantas en suelos deficientes, se favorezcan con su aplicación.

Estudios realizados por (Cobas 2001), mostraron resultados similares con un substrato parecido en composición, pero que sólo difiere en el estiércol utilizado que fue el equino, esta autora analizando la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Frixell en un control intermedio a las diez semanas de cultivo obtuvo valores superiores de altura, Además a pesar de haberse regado diariamente, en ocasiones hubo dificultades con el suministro de agua en el vivero.

En la figura siguiente se puede apreciar la altura que alcanzaron las posturas a los cuatro meses de su cultivo en vivero sobre envases de polietileno negro

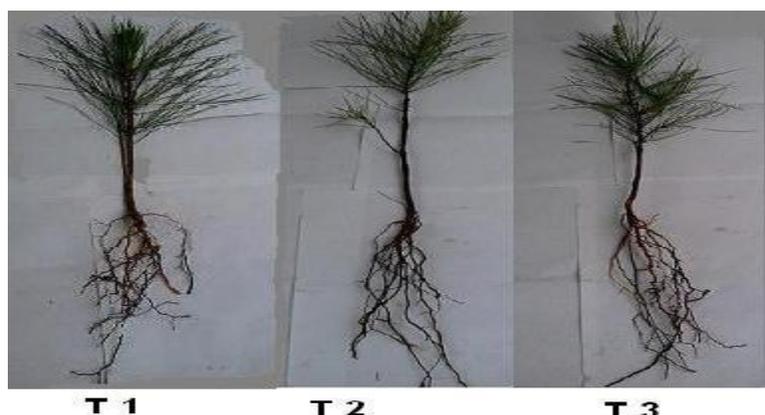


Figura 1.- Aspecto de la altura alcanzada por las plantas en cada tratamiento.

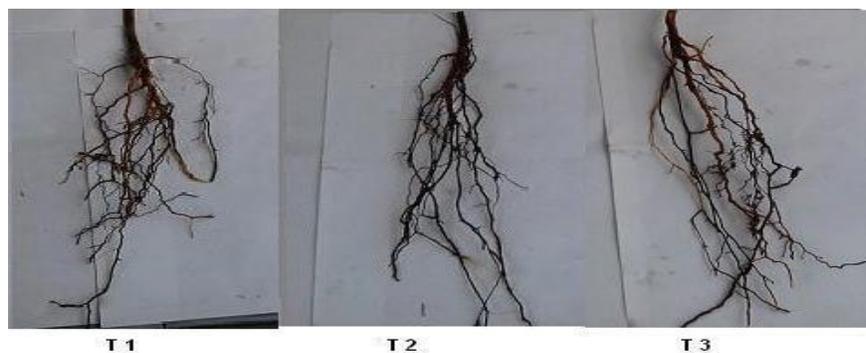
- Diámetro en el cuello de la raíz.

Con relación al diámetro en el cuello de la raíz, no existen diferencias significativas entre ellos, pero los mayores valores entre ellos se obtuvieron en los tratamientos T-2 y T-1 con valores de 3.60 y 3.53 respectivamente.

El diámetro resultó ser un buen predictor de la calidad, debido a la semejanza en los valores obtenidos, derivados del análisis estadístico realizado. Según los resultados obtenidos por (Del Busto 1999) todo parece indicar que el rango mínimo oscila entre 0.3 y 0.4 cm.

- **Arquitectura radical**

Uno de los parámetros que caracteriza al sistema radical de las plantas es la Arquitectura radical. Para el análisis de este parámetro se estudió un grupo de sistemas radicales obtenidos de las plantas en los diferentes sustratos, observándose diversos modelos de desarrollo. En la Figura 2 se muestran 3 modelos que corresponden a diferentes los tipos de desarrollo radical obtenidos durante la investigación, clasificándolos como *óptimo* (T-3), *aceptable* (T-2 y T-1) como se observa en la figura que el modelo *óptimo* presenta una buena distribución del sistema radical en el sustrato, con raíces de primer orden adecuadas y una buena densidad de raíces de segundo y tercer orden. El modelo *aceptable* similar al anterior pero con un desarrollo inferior de las raíces de segundo y tercer orden.



**Figura 2.- Desarrollo del sistema radical.**

En la figura también se puede apreciar la apariencia de la densidad de las raicillas en cada sistema radical de los tres tratamiento usados en la búsqueda de la calidad de la planta de la especie *Pinus maestrensis* Bisse, en ella la mayor cantidad de raicillas se aprecia en las plantas del tratamiento 3

En este sentido (Thompson 2009) plantea que el grado de desarrollo de las raíces es un indicador de su capacidad absorbente. Sin embargo la funcionalidad del sistema radical depende no solo del tamaño adquirido, sino también del porcentaje de superficie no suberizada o absorbente respecto al total, siendo este porcentaje determinado por el número de raíces finas (fibrocidad), en las que se concentra la actividad de extracción de agua al ser más activas

y permeables con relación a las gruesas, cuya función fundamental está relacionada con la conducción y anclaje de la planta.

- **Evaluación de la Acumulación de biomasa a través del peso seco**

La tabla 6 muestra los resultados de la formación de la biomasa en las plantas producidas en el vivero.

**Tabla 6.- Comportamiento de la masa seca en las diferentes partes de la planta (g)**

<b>Tratamientos</b>	<b>PST (g)</b>	<b>PSA (g)</b>	<b>PSR (g)</b>
<b>T - 1</b>	2.38 <sup>a</sup>	2.075 <sup>a</sup>	0.304 <sup>a</sup>
<b>T - 2</b>	2.52 <sup>a</sup>	2.206 <sup>a</sup>	0.314 <sup>a</sup>
<b>T - 3</b>	2.69 <sup>a</sup>	2.327 <sup>a</sup>	0.293 <sup>a</sup>

Peso seco de la parte aérea (PSA).

En el caso del peso seco de la parte aérea aunque no existe diferencia significativa pero se destaca el tratamiento T-3, seguido por los tratamientos T-2 y T-1, que muestra los resultados menos significativos en la producción de plantas de la especie en las condiciones del vivero, de esta manera se demuestra que con este substrato compuesto por 70% de Suelo y 30% de materia orgánica, las plantas alcanzaron un mayor desarrollo aéreo a los cuatro meses de cultivadas.

Peso seco de la parte radical (PSR).

En un análisis del peso seco de la parte radical se muestra que los tratamientos que mayor cantidad de biomasa acumularon en sus raíces fueron T-2 seguido por T-1, mientras que el tratamiento T-3 muestra la menor acumulación de biomasa aunque no existe diferencias significativas con los tratamientos anteriores, la arquitectura de la raíz y la densidad de raicillas tributó directamente a la obtención de este resultado.

Este atributo según (O'Reilly, 1994), citado por (Cobas, 2001), es más adecuado para pronosticar la supervivencia en plantaciones, que el peso seco de la parte aérea. (Van de Driessche 1982), citado por (Oliet, 2000), demostró que la supervivencia en plantación a los tres años estuvo correlacionada con el peso del sistema radical.

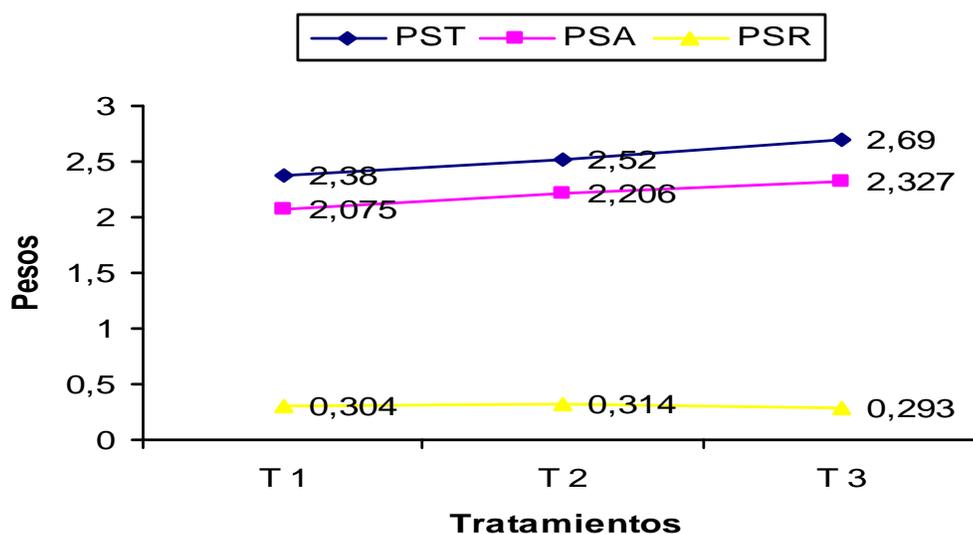
Peso seco Total (PST).

El análisis estadístico realizado arrojó que no existen diferencias significativas entre los sustratos estudiados, como se observa en la Tabla 6, aunque la producción de masa seca total favoreció a los sustratos T-3, y T2 con valores entre 2,69 y 2,52 g/planta, coincidiendo esto con los sustratos en los que las plantas alcanzan mayor altura y diámetro, así como un mejor desarrollo de su sistema radical, el cual está muy favorecido por las buenas propiedades de estos sustratos. El sustrato del T1 que manifestó el peor comportamiento en estos parámetros fue el de menor producción de masa seca 2,38 g/planta.

(Castillo 2001) utilizando (turba 40% + corteza 20% + gallinaza 30%) y trabajando con la especie *Eucalyptus grandis* obtuvo valores máximos de 0.410 g / planta, sin fertilizar y por otra parte (Vinicius 1998), realizó un estudio similar en *Eucalyptus saligna*, utilizando dosis de un 40% de vermicompost y 120 días de permanencia de la postura en el vivero, obteniendo en masa seca de raíz 0,15 g / planta resultados muy inferiores a los obtenidos en este estudio, debido fundamentalmente al crecimiento de las especies y al clima donde éstas fueron cultivadas, que influye de forma lineal en la velocidad de crecimiento de las especies y por tanto en su proceso de formación de biomasa (Fors, 2007).

Según (Thompson 2009), el peso seco es una medida mucho más estable que el peso fresco, ya que este está sujeto a alternancias ambientales y fisiológicas, y está muy asociado con la altura, diámetro, área foliar, actividad fotosintética y potencial de crecimiento radical.

En la figura 3 se muestra el comportamiento del peso seco en los tres tratamientos evaluados significando la superioridad del tratamiento 3 (Suelo (70%) + Materia Orgánica (30 %))



**Figura 3.- Comportamiento del peso seco en los tres tratamientos evaluados.**

En la figura se aprecia que la parte foliar alcanzó mayor acumulación de biomasa, dado fundamentalmente por el crecimiento de los tejidos del tallo que demandan mucha energía para el desarrollo de sus células y además por el gran número de hojas que conformaron la copa de las pequeñas plantas.

- Evaluación de los Índices Morfológicos.

La esbeltez permite una estimación de la resistencia mecánica de las plantas durante las operaciones de plantación o frente a vientos fuertes. (Sotolongo. R.; Cobas.M y Geada, G. 2010) Por lo que los mejores valores se obtienen en el sustrato T-2, el cual nos indica que estas plantas tendrán una mejor supervivencia a la hora de llevarla a la plantación.

La tabla 7 agrupa los resultados sobre los índices morfológicos evaluados.

**Tabla 7.- Índices morfológicos. Esbeltez, relación PA/PR, calidad de Dickson y balance hídrico de la planta.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Esbeltez</b>	<b>PSA/PSR</b>	<b>Dickson</b>	<b>Balance hídrico</b>
<b>T- 1</b>	5.39 <sup>a</sup>	7.09 <sup>a</sup>	0.195 <sup>b</sup>	0.186 <sup>b</sup>
<b>T- 2</b>	5.34 <sup>a</sup>	7.04 <sup>a</sup>	0.198 <sup>b</sup>	0.184 <sup>b</sup>
<b>T- 3</b>	6.38 <sup>a</sup>	8.25 <sup>a</sup>	0.190 <sup>b</sup>	0.293 <sup>a</sup>

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

El sustrato que menor relación PSA/PSR presentó fue el T-2 (7,04), el cual tiene un peso en la raíz de 0,314 g y un peso aéreo de 2,206 g el cual reduce la relación PSA/PSR, lo que favorece (disminuye) la relación PSA/PSR. En los demás sustratos los valores de la relación PSA/PSR son mayores debido a la intensidad de riego a que son sometidas las plantas y la retención de la humedad lo cual 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

(Burdett 1990) afirma que valores inferiores de la relación PSA/PSR indican una capacidad mayor para superar el momento crítico del arraigo. (Hobbs 1984) recomienda valores entre 1,5 y 2, especialmente en zonas difíciles, por su parte (Mullan *et al*, 1982) y (Hobbs 1984), citados por (Oliet, 2000) recomiendan valores entre 1,5 y 2 para esta relación, indicando ésta una mayor capacidad para soportar el momento crítico del arraigo. (Castillo 2001) con la especie

*Eucalyptus grandis*, obtiene valores que oscilan entre 0,64 y 3,06 en otra localidad y sin el uso de fertilizantes químicos.

El índice de calidad de Dickson integra los aspectos de masa total de la planta, el diámetro del cuello de la raíz y la altura con el objetivo de explicar la potencialidad de las plantas tanto para sobrevivir como de crecer. Los valores de este índice se pueden observar en la tabla 3, el mayor índice se alcanza en los sustratos T-2, el cual no tiene una diferencia significativa con respecto al resto de los tratamientos, pero si es el de mayor valor con 0.198. Esto supone que las plantas que mejores supervivencias tendrán en el campo (por encima del 80 %) se corresponden con los mayores índices, que es uno de los sustratos utilizados para la obtención de posturas de *Pinus maestrensis* Bisse. en las condiciones del vivero en el municipio de Buey Arriba.

(Oliet *et al.*, 1996), en *Pinus halapensis* obtuvieron valores de QI entre 0,3 y 0,5, según el tratamiento de fertilización aplicado a diferencia a los resultados obtenidos en esta investigación donde el tratamiento T-3 alcanzó valores de .0.198 y el resto de 0.190.y 0.195

(Castillo 2001), obtuvo valores entre 0,09 y 0,3 en *Eucalyptus grandis* sin fertilización.

El balance hídrico en la planta según (Grossnickle y Major 1991), se trata de la expresión del balance entre la parte aérea y la radical en el que intervienen también el diámetro del cuello de la raíz como indicador del desarrollo total de la planta.

Entre los sustratos T-2 y T-1, no existen diferencias significativas, obteniéndose los mejores valores y los menores del BAP para el sustrato T-2, lo cual está relacionado con los mayores porcentos de supervivencia en el campo. En cuanto al sustrato T-3, comúnmente usado en la producción de plantas de *Pinus maestrensis* Bisse, con un mayor valor del BAP, el porcentaje de supervivencia es menor. Estos resultados coinciden con lo planteado por (Grossnickle y Major 1991), donde este índice ha sido utilizado con éxito en condiciones de sequía edáfica. .

Este índice tiene un alto valor de predicción del potencial de evitación de la sequía en condiciones en que la absorción de agua por las raíces está dominada por la demanda. Los valores menores son significativamente favorables, como se obtuvieron en este estudio.

- Análisis económico de los resultados.

Durante la valoración económica de los resultados obtenidos en la investigación se tuvieron en cuenta una serie de beneficios económicos, sociales y ambientales.

El costo total de producción en los seis meses de esta especie es de 41 833.67 pesos por 107 000 posturas y con el empleo de los nuevos sustratos que tienen entre sus componentes materia orgánica y humus de lombriz se reduce en 120 días (4 meses), la producción de postura con respecto al sustrato testigo (Suelo) que por lo general están de 5 a 6 meses en vivero, lo que equivale un ahorro en gasto de salario de \$ 8 000 y de 8 945.27 pesos en riego, por lo que se ahorra un total de 25 890.54 pesos .

## CONCLUSIONES

1. Las plantas cultivadas en los sustratos T-2 (suelo 70% + humus de lombriz 30%) y T-3 (suelo 70% + Materia orgánica 30%) evidenciaron mejores resultados en la evaluación de los atributos morfológicos evaluados para el cultivo *Pinus maestrensis* Bisse.
2. El sustrato T-2 (suelo 70% + humus de lombriz 30%), mostró resultados superiores en la producción de plantas de *Pinus maestrensis* Bisse que aquel usado tradicionalmente en las condiciones del municipio de Buey Arriba de la provincia de Granma.
3. La utilización de sustratos orgánicos mejora la calidad de la planta en vivero, disminuye el período de permanencia de las posturas en el mismo y eleva la probabilidad de éxito en plantación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Bertulí, M. y Sosa, J. (2005). Respuesta de 5 especies forestales en etapa de viveros al tratamiento de micorrizas arbusculares. Universidad de la Agricultura del trópico Húmedo y en el Instituto de investigación y servicios forestales de la Universidad nacional. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002003000100001&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-92002003000100001&script=sci_arttext) (consultado en: 22-03-11)
- 2 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). 183p.
- 3 Castillo, M. I. (2001). 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 Master en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. 84 p.

- 4 Cobas, M. (2001). Caracterización de los atributos de la calidad de la planta de *Hibiscus elatus* Sw. cultivada en tubetes. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río. Cuba.
- 5 Fors, A. J. (2007). Manual de Silvicultura. Instituto Cubano del Libro, La Habana
- 6 Grossnickle, S. C. and Major, J. E. (1991) Stock quality assessment through an integrated approach. *New Forest*. 5 T (2): 77-91.
- 7 Herrero, J.; Linares, E.; Palenzuela, L. Y Diago, I. (2004) Tendencias y perspectivas del sector forestal hasta el año 2020. *Revista Forestal Baracoa*. (Número Especial) 3-14 p.
- 8 MINAGRI, (1998) Instructivo técnico para el cultivo del tabaco. Instituto de Investigaciones del tabaco, p128
- 9 Oliet, J. A.; Planelles, R.; López A. y Artero, F. (1996). Efecto de la fertilización en vivero sobre la supervivencia en plantación de *Pinus halapensis*. Primera reunión de grupo de trabajo sobre repoblaciones forestal. Sociedad Española de Ciencia Forestal (inédito).
- 10 Oliet, P. A. J. (2000) Curso de calidad de la planta forestal de vivero. Universidad de Córdoba. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos y de montes. 1-122p
- 11 Sotolongo. R; Cobas. M y Geada. G. (2010). Fomento Forestal. Editorial Félix Varela. La Habana.
- 12 Thompson, B. (2009) Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. M. L. Duryea eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University.