

Dinámica de crecimiento de *caesalpinea violacea* (mill.) Standl cultivada en tubetes, empleando diferentes sustratos orgánicos

Growing dynamics of *caesalpinea violacea* (mill.) Standl cultivated in container, using different organic growing media

Milagros Cobas López*, Ing. Idania Forteza Cáceres, MsC. Ilya García Corona, Est. Adolfo L Sandín López

*Dra. Milagros Cobas López, Email: mcobas@af.upr.edu.cu, teléf.: 48-779363

RESUMEN.

En el presente trabajo se evaluó la dinámica de crecimiento de *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl especie nativa y de valor económico, cultivada en diferentes sustratos orgánicos en tubetes. Durante 150 días fue evaluado quincenalmente el crecimiento, a partir de ahí se efectuó el análisis estadístico, mediante el empleo de nueve modelos matemáticos, con el uso del paquete estadístico SPSS. Se argumentó la influencia de los sustratos empleados, en el proceso de crecimiento y desarrollo de las plantas. Se demostró que al final del cultivo en vivero hay diferencia significativa en el comportamiento de la altura de las plantas entre los sustratos, y que en cada sustrato el crecimiento está definido por una curva de crecimiento diferente.

PALABRAS CLAVES: *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl, vivero forestal, plantas, crecimiento, modelos matemáticos.

ABSTRACT

This paper aimed at evaluating the growing dynamics of *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl specie, endemic and economic values, cultivated in different organic growing media. For a period of 150 days, the growing was evaluated fortnightly, a statistics analysis was carried out through 9 mathematical models of $y=f(x)$ type and the used of the SPSS statistic package. Through this study, it is argued the influence of using substratum in the process of the plant growing. It was demonstrated that at the end of the cultivation in nursery exist a significant difference in the behaviour of the height of the

plants among the substratum, and that in each substratum the growth is defined by a curve of different growth.

KEY WORDS: *Caesalpinea violacea* (Mill.)Standl, forestry nursery, plants, growing, mathematic models.

INTRODUCCIÓN

En el Programa Nacional Forestal de la República de Cuba hasta el 2015, que traza la política a seguir en el sector como accionar por el desarrollo forestal para los próximos años., incluye la «Estrategia de producción de semillas y la relación de especies a considerar en las plantaciones productoras», donde se incluye *Caesalpinea violacea*. Así como en el caso de la producción de plantas, la utilización de nuevas tecnologías en viveros que sustituyan el empleo de las bolsas de polietileno. (Programa Nacional Forestal. República de Cuba. Hasta el 2015).

Según CIF (1986), *Caesalpinea violacea*, especie nativa de valor económico, crece naturalmente en Guanacahabibes, Pinar del Río, siendo la misma el objeto de estudio de esta investigación.

El objetivo de este trabajo fue: Evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos en la dinámica de crecimiento en altura, de la especie *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl, en vivero cultivada en tubetes, para su empleo en la reforestación.

MATERIALES Y MÉTODOS.

La presente investigación estuvo fundamentada en un experimento montado en la casa de cultivo del Vivero Experimental Forestal de la Universidad de Pinar del Río. "Hermanos Saiz Montes de Oca". Las condiciones climáticas en el área de estudio estuvieron dadas por las estadísticas registradas en la Estación Meteorológica de la Delegación Territorial del CITMA, en el periodo de trabajo. El experimento se ejecutó bajo un cobertor con techo semicircular de nylon transparente.

El diseño experimental empleado fue completamente aleatorio, con tres tratamientos con dos réplicas de 96 tubetes cada una.

El tamaño de la muestra fue de: 25 plantas/ tratamiento.

Donde:

Variable dependiente: Calidad de la planta de la especie objeto de estudio

Variable independiente: Tipo de sustrato

La semilla a emplear fue cosechada en Mayo 2007, procedente de la masa semillera "Gabito", de la Unidad Silvícola de Cortés de la Empresa Forestal Integral "Guanahacabibes" de la provincia de Pinar del Río. Fue conservada a temperatura que osciló entre 20 y 22 °C. Se analizó en el Laboratorio de semillas de la Estación Experimental Forestal de Viñales, según N C: 71-03:87 y la NC: 71-06:87.

La semilla fue sometida a tratamiento pregerminativo consistente en sumersión en agua hirviendo durante 30 segundos, colocando 2 semillas por cada envase, utilizando como material de cubierta aserrín de pino.

El método de riego aplicado fue mediante difusión aérea. Aplicando dos diarios después de sembradas las semillas hasta los 30 días. Un riego diario hasta los 150 días (5 meses), en que se comenzó con riegos alternos un día si y otro no, a fin de ir logrando el endurecimiento de las plantas mediante la provocación de estrés hídrico, a modo de que estuvieran más aptas para resistir el impacto de la plantación. A los 30 días de sembradas las semilla se realizó el entresaque, dejando una planta por tubete, la que se encuentre más al centro y con mejores características fenotípicas.

Se emplearon tubetes SUPER LEACH, de factura Española con *capacidad*: 205 cm³. Estos contenedores se agrupan en bandejas plásticas con capacidad de alojamiento de 48 tubetes, de los que se emplearon 6 bandejas, 96 tubetes por variante, para 288 tubetes en total, ubicados en una mesa.

En la tabla 1 se detalla acerca del origen y procedencia de los materiales orgánicos utilizados

Tabla 1. Origen y procedencia del material orgánico empleado.

No.	Materia orgánica	Sigla	Origen del material	Procedencia
1	Estiércol vacuno	Ev	Animal	Corraleta de Zona Industrial 7 Matas (a la salida de la ciudad de P, del Río) Unidad Silvícola San Juan y Martínez.
2	Humus de Lombriz	Hl	Animal	(Empresa Forestal Integral "Pinar del Río")
3	Turba negra	Tb	Vegetal	Turbera de San Luís (Municipio de Pinar del Río)
4	Corteza de Pino	Cpm	Vegetal	Residuo de la producción Industrial

	molidasemi- compostada	sc		Aserrio No. 22 (en Pinar del Río)
5	Aserrín	As	Vegetal	Residuo de la producción Industrial (Planta de fabricación de sustratos)

Los sustratos estuvieron conformados por las siguientes mezclas:

Variante -1: 30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb

Variante -2: 30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb

Variante -3: 70%As+ 20%HI+ 10 %Ev (Fórmula Industrial)

Se realizó el análisis de los sustratos empleados, en el Laboratorio de la Dirección Provincial de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de la Agricultura de Pinar del Río, para lo cual se empleó el “Manual de técnica de análisis químico para el Humus de lombriz” (Martínez *et al.*, 1994), así como el análisis físico en el Laboratorio de Química de la Universidad de Pinar del Río. Se calculó: Densidad real (dr), Densidad aparente (da), Porosidad total y Tamaño de las partículas.

Para estudiar la influencia que ejercía el sustrato orgánico empleado, en el crecimiento de *Caesalpinea violacea* durante el cultivo en vivero en tubetes hasta los 225 días antes de plantar se midió la evolución del atributo morfológico altura (H), a las plantas que conformaron la muestra de 25 plantas por variante ubicadas en la parcela útil, Esta medición se efectuó desde el cuello de la raíz hasta el extremo de la yema apical, cada 15 días, utilizando una regla graduada.

Para el procesamiento de los datos, se utilizó del programa estadístico Statistical Package for Social Science (SPSS) 15,0 para Windows. A partir de los valores obtenidos en altura de la planta en los diferentes sustratos, se probaron los siguientes modelos matemáticos, a fin de decidir cuál de las curvas obtenidas se ajusta más al comportamiento del crecimiento en altura. (Ver Tabla 2)

Tabla 2. Modelos matemáticos empleados.

No.	Tipo	Fórmula
1	Logarítmica	$h=b_0+(b_1 \ln a)$
2	Inversa	$h=b_0+(b_1/a)$
3	Cuadrática	$h=b_0+(b_1a)+(b_2a^2)$
4	Cúbica	$h=b_0+(b_1e + b_2a^2 + b_3a^3)$
5	Power	$h=b_0(a^{b_1})$
6	Compound	$h=b_0(b_1^a)$
7	Sigmoidal	$h=e(b_0+b_1/a)$
8	Growth	$h=e(b_0+b_1a)$
9	Exponencial	$h=b_0 e^{(b_1a)}$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de algunas variables climáticas durante el desarrollo del experimento se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Comportamiento de algunos elementos climáticos durante la etapa de vivero

Mes	Temperatura Promedio (°C)	Precipitaciones promedio (m.m)	Humedad Relativa Media (%)
Mar	23.5	23.4	75.0
Abr	24.3	23.6	72.0
May	26.8	26.7	73.3
Jun	26.7	26.7	79.3
Jul	26.3	26.3	81.3
Ago	26.7	26.7	82.3
Sep	25.6	25.6	75.3

Caracterización química de los sustratos

El análisis químico de los sustratos orgánicos empleados se refleja en la Tabla 4

Tabla 4. Caracterización química de los sustratos por variantes

Elemento químico	Simbología	V-1		V-2		V-3	
Nitrógeno	N	1.0		0.7		1,0	
Fósforo	P ₂ O ₅ (%)	0.2		0.3		0.2	
Potasio	K+ (%)	0.2		0.3		0.3	
Calcio	Ca ⁺⁺	2.01	(medio)	1.34	(bajo)	2.22	(medio)
Magnesio	Mg ⁺⁺	0.71	(bajo)	0.9 1	(medio)	0.96	(medio)

V-1: 30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb,

V -2: 30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb,

V -3: 70%As+ 20%HI+ 10 %Ev.

Según Landis (1989), citado por Domínguez et. al (2000), los intervalos aconsejados de N, P y K son:

%N: 1,2-2,0; %P: 0,1-0,2 y %K: 0,3-0,8

Como se observa en la tabla 4 y teniendo esto en cuenta el valor de nitrógeno para las variantes V1 y V3 es el que más se acerca al valor mínimo en el rango, al reflejar iguales concentraciones con valor de 1,0.

El contenido de fósforo fue < 0,3 en los tres sustratos, manifestando el mejor valor las variantes 1 y 3. Y en cuanto al contenido de Potasio las variantes 2 y 3 coinciden con el valor mínimo de la concentración planteada por Landis, 1989.

La concentración de calcio se muestra baja en la V 2, y medio para las otras dos, lo que le favorece para el crecimiento de los tejidos meristemáticos de la planta e importante para el apropiado desarrollo de las raíces de las mismas (Carneiro, 1995)

En cuanto a la concentración de magnesio se manifiesta bajo en la V1 y medio en la V2 y V3 lo que generalmente en pequeñas cantidades satisface las exigencias nutricionales de las especies forestales, esenciales para la síntesis de la clorofila.

Caracterización física de los sustratos

Analizando la caracterización física (Tabla 5) se observa que los sustratos que componen las variantes 2 (0,37) y 3 (0.36), muestran la densidad aparente dentro del rango recomendado por Ansorena (1994), para este tipo de sustrato (< 0.40).

Tabla 5 Caracterización física de los sustratos

Sustrato	Densidad aparente da (g/ cm ³³)	Densidad real Dr	Porosidad total Pt (%)
V-1	0.40	2.30	75
V-2	0.37	0.72	72
V-3	0.35	2.89	88

V-1: 30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb,

V -2: 30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb,

V -3: 70%As+ 20%HI+ 10 %Ev

En cuanto a la densidad real los sustratos de las variantes 1 (2,30) y 2 (0, 72) presentan valores menores que el que éste refiere como adecuado (dentro del rango de 2,5 a 3,0).

Y con respecto a la porosidad total solo la variante 3 tiene un valor superior al 80%, considerado como óptimo (60 al 80%), planteado por Montoya y Cámara (1996), citado por Medina (2004)

La porosidad es de vital importancia dentro de las características del sustrato, pues de ella depende la retención del agua y la aireación, lo cual tiene una influencia directa en el desarrollo del sistema radical y de la planta en su conjunto.

De acuerdo al análisis de las características físicas, se puede considerar que al sustrato de la variante 3 (70%As+ 20%HI+ 10%Ev) como el de mejores características físicas.

Análisis de la dinámica de crecimiento en altura

La utilización de diferentes modelos matemáticos para la descripción del comportamiento en la variable altura (H), resultó de gran utilidad para analizar la dinámica del comportamiento del crecimiento en vivero de la especie en estudio. A partir de los mismos se determinó la ecuación que mejor refleja la dinámica de crecimiento de las plantas mediante un análisis de regresión por cada variante empleada. (Ver Tabla 6)

Tabla 6. Análisis realizado al crecimiento de *Caesalpinia violacea* a los 225 días

Variantes	Ecuación	r	R ²	Error Típico	S ² error
1	Cuadrática	0,91	0,82	2,20	4,82
2	Potencia	0,91	0,83	0,16	0,03
3	Cúbica	0,89	0,79	1.62	2,62

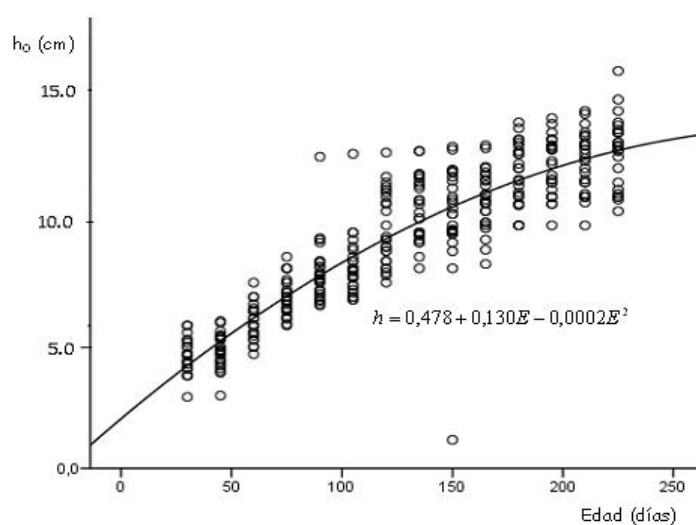
V-1: 30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb,

V -2: 30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb,

V -3: 70%As+ 20%HI+ 10 %Ev

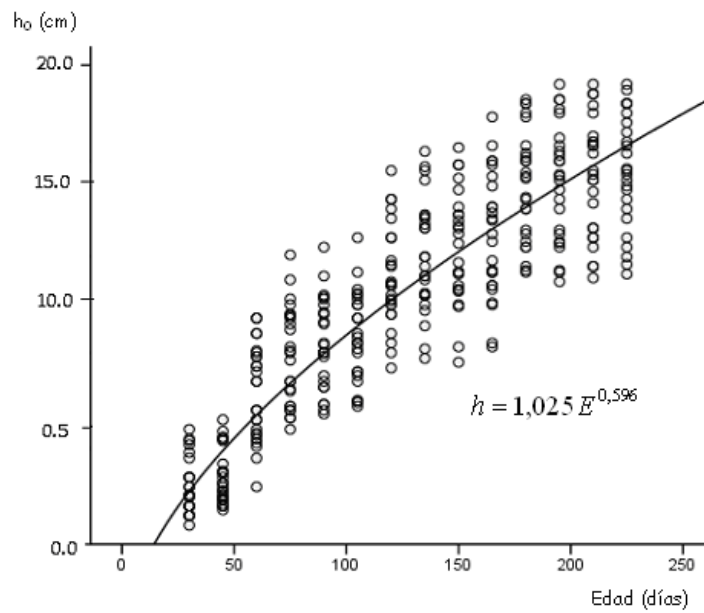
En la variante 1 se selecciona la cuadrática debido a que en el análisis de varianza de la ecuación se observa con poca diferencia, menores valores en la varianza del error así como en el Error típico y más altos los coeficientes r y R², obsérvese la Figura 1.

Figura 1 Ecuación de crecimiento en el sustrato 30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb (V-1)



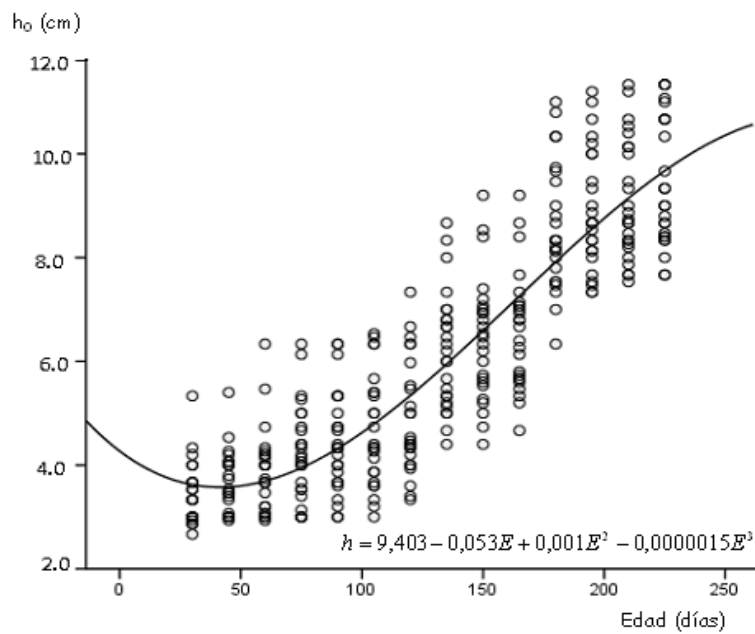
En la variante 2 se observa claro que los coeficientes r y R² de la ecuación de potencia son mejores, el Error típico y a la Varianza del error son bastante pequeños, demostrado en esta figura 2.

Figura 2. Ecuación de crecimiento en el sustrato 30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb (V-2)



En la variante 3 se ha seleccionado la Cúbica por comportarse mejor todos los parámetros de calidad de la ecuación. (Figura 3)

Figura 3. Ecuación de crecimiento en el sustrato 70 %As+ 20%HI+ 10%Ev (V-3)



Ballate (2006) con la especie *Swietenia mahagoni* (L) Jacq., empleando sustratos compuestos por estiércol vacuno y estiércol equino, demostró mejorar la calidad de las plantas producidas en contenedores y la ecuación que mejor ajuste presentó para la altura es la de crecimiento. Como resultado del análisis estadístico (Tabla 7), se demuestra que no hay diferencia significativa entre los valores de altura (H) obtenidos para los tratamientos V1 y V2. Además el mayor valor de la media está en la variante 2 (30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb), donde uno de los componentes que conforman la mezcla es el estiércol vacuno. (Figura 4)

Tabla 7. Comportamiento estadístico de la altura

V	V1	V2	V3
H	10,13 ^a	10,99 ^a	8,18 ^b

Referente a éste componente del sustrato, Cook (1968), citado por Mitchell (2007) plantea que durante los procesos de descomposición, los ácidos orgánicos producidos sirven para disolver los nutrientes, principalmente fósforo, calcio y magnesio y ponerlos a disposición de las plantas. De esta forma el estiércol constituye de manera indirecta al mejoramiento del status nutritivo del suelo.

Por su parte Funes (2004) señala que el uso de estiércol es ante todo una fuente importante de Nitrógeno, y también contiene otros micro.elementos necesarios para el buen crecimiento de las plantas.

Figura 4. Desarrollo alcanzado por las plantas en los sustratos empleados.



CONCLUSIONES

- Las ecuaciones que mejor reflejan la dinámica de crecimiento en altura de las plantas en el análisis de regresión efectuado por cada variante empleada para la especie *Caesalpinea violacea* (Mill.) Standl cultivada en sustratos orgánicos en vivero sobre tubetes, fueron: Cuadrática en la Variante 1(30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb), Potencia Variante 2(30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb) y Cúbica Variante 3(70%As+ 20%HI+ 10 %Ev (Fórmula Industrial)).
- Como resultado del análisis estadístico se demuestra que no hay diferencia significativa entre los valores de altura (H) obtenidos para las variantes de sustrato V1(30%HI+ 30%Cpm sc+ 40%Tb) y V 2 (30%Ev+ 30%Cpm sc+ 40%Tb) Sin embargo el mayor valor de la media está en la V2, donde uno de los componentes que conforman la mezcla es el estiércol vacuno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansorena, Miner. J. 1994. Sustratos, propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. España.172 p.
- Ballate Denis, Domingo. 2006 Obtención de posturas de calidad de Switenia mahagoni(L) Jacq. Mediante la utilización de la tecnología de tubetes y sustratos orgánicos para la restauración ecológica. 75 p. Tesis (en opción del Título de Master en Ciencias Forestales) Universidad de Pinar del Rio.
- Carneiro de Araujo, J. M. 1995. Producao e controle da qualidade de mudas florestais. Curitiba. UEPR, Campus, VEPR, Brasil.451p
- Centro de Investigaciones Forestales. 1986. Manual de semillas forestales. Empresa Nacional de Protección a la Flora y la Fauna – C.I.F 92 p
- Dirección Nacional Forestal. 2006. Programa Nacional Forestal. República de Cuba. Hasta el 2015. MINAG. La Habana. Dirección Nacional Forestal 87 p
- Dominguez Llerena, S; Oliet Palá J; Ruiz Pilar P. ; Carrasco Manzano I. ; Peñuelas Rubira JL. ; Serrada Hierro R. 2000. Influencia de la relación N-P-K en el desarrollo en vivero y en campo de planta de Pinus pinea. Volumen: 195-202 Actas del Congreso I Simposio del pino piñonero. Valladolid. España.

- Funes, Monzote F. 2004. Integración ganadería- agricultura con bases agro ecológicas. ANAP-IIPF- ciudad habana 57 p
- Landis Thomas.D. 1989. Mineral Nutrients and Fertilization. En: The Container Nursery Manual. Vol.4. Agriculture Handbook 674. Forest Service. US. Department of Agricultural. p 1-70.
- Martínez-Rodríguez F; Valdés, Pérez M y Bahamonde Piñero, A. 1994. Manual de técnica de análisis químico para el Humus de lombriz. Departamento de Biología. Instituto de Suelo. Ministerio de la Agricultura. La Habana.
- Medina Muñoz, René. 2004. Producción de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en contenedores utilizando diferentes sustratos y regímenes de riegos en dos localidades de la provincia de Pinar del Río. 93 h. Tesis (en opción del Título de Master en Ciencias Forestales) Universidad de Pinar del Río.
- Mitchell, N. M. 2007. Estudio del comportamiento de la calidad de *Swietenia macrophylla*. King. cultivada en diferentes sustratos. 83 h. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniera Forestal) Universidad de Pinar del Río.
- NC 71-03. Silvicultura. Semillas Forestales. Muestreo. Vig. septiembre 1987
- NC 71-06. Silvicultura. Semillas Forestales. Método de ensayo. Vig. septiembre 1987.