

# MODELO DEL DIÁMETRO NORMAL A PARTIR DEL DIÁMETRO DEL TOCÓN DE *Acacia mangium* WILL EN LA EMPRESA AGROFORESTAL PINAR DEL RÍO

ING. Luis Miguel Triana Garcia<sup>1</sup>, Dr.C Héctor-Barrero Medel<sup>2</sup>, ING. Yerandi Reyes Fajardo<sup>3</sup>, ING Liyanet Valdés-López<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Departamento Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río, Cuba. [miguel.triana@upr.edu.cu](mailto:miguel.triana@upr.edu.cu)

<sup>2</sup>Doctor en Ciencias Forestales. Departamento Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río, Cuba. [hbarrero@upr.edu.cu](mailto:hbarrero@upr.edu.cu)

<sup>3</sup>Departamento Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias, Universidad de Pinar del Río, Cuba. [yerandi.fajardo@upr.edu.cu](mailto:yerandi.fajardo@upr.edu.cu)

<sup>4</sup>Empresa de Tabaco Pinar del Río, Cuba

## Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo determinar una ecuación del diámetro a 1.30 de *Acacia mangium* en función del diámetro del tocón en la Empresa Agroforestal Pinar del Río. Se realizó un muestreo aleatorio en plantaciones de *Acacia mangium* a 100 árboles, los que fueron marcados y medidos el diámetro a 1/3 del diámetro a 1.30 y este último. Luego utilizando el procesador estadístico IBM SPSS 22 se ajustan los modelos establecidos en la regresión curvilínea y la regresión lineal por este mismo software, analizando además los estadísticos de capacidades predictivas como la diferencia agregada y la raíz del error cuadrático medio. Se obtuvo como la ecuación de mejor ajuste y predicción el modelo Potencia.

## Introducción

En Cuba la *A. mangium* es una especie exótica, la cual fue introducida en 1984 a nivel de parcelas experimentales como parte de estudios de especies y procedencias en varias localidades de la isla, incluidas la Estación de Itabo en Matanzas, Villa Clara y Viñales según (Berrios y Ortiz, 2004) citado por Veitia, 2006.

A nivel de plantaciones comerciales se inicia su fomento en el año 2003 a partir del cual se establece como especie de relevancia en los planes de reforestación del país .

En la actualidad las razones para fomentar las plantaciones de *A. mangium* en Cuba y el mundo están asociadas con el valor económico, social y ambiental de esta especie, que están respaldadas por sus características de especie de crecimiento rápido y mejoradora de los sitios de características físico-químicas de los suelos relativamente difíciles, también los múltiples usos de su madera y de otros productos no maderables. (Veitia, 2006).

Raile (1978) citado por Báez y Gra (1990) plantea tres aspectos por los cuales es necesario conocer la relación entre el diámetro del tocón y el diámetro a 1.30 m sobre el nivel del suelo:

- Se puede determinar el volumen extraído de cortas furtivas, usando las tablas de volumen locales.
- Si no se recogió la información o se perdió, se puede determinar la distribución de los diámetros y área basal de parcelas y rodales.
- Se puede determinar el volumen extraído en grandes extensiones.

Actualmente es una especie muy demandada por la población para la construcción de muebles y ebanistería fina, por lo que sus plantaciones son muy acedeadas por los taladores furtivos dejando superficies desprovistas de individuos solo contando con el diámetro del tocón, sin un conocimiento del diámetro normal extraído, es por ello que en este trabajo se plantea como objetivo: Determinar una ecuación del diámetro a 1.30 de *Acacia mangium* en función del diámetro del tocón en la Empresa Agroforestal Pinar del Río, como una contribución para los ordenadores de la EAF Pinar del Río para la evaluación de la existencia de los diámetros normales.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación del área de estudio**

La Empresa Agroforestal Pinar del Río se localiza entre los municipios de San Juan San Luis, Consolación del Sur y Pinar del Río. Limita al norte con los municipios Viñales y el municipio La Palma, al sur con el mar Caribe, al este con el municipio Los Palacios y al oeste el municipio Guane (Guelmez y Acosta, 2007).

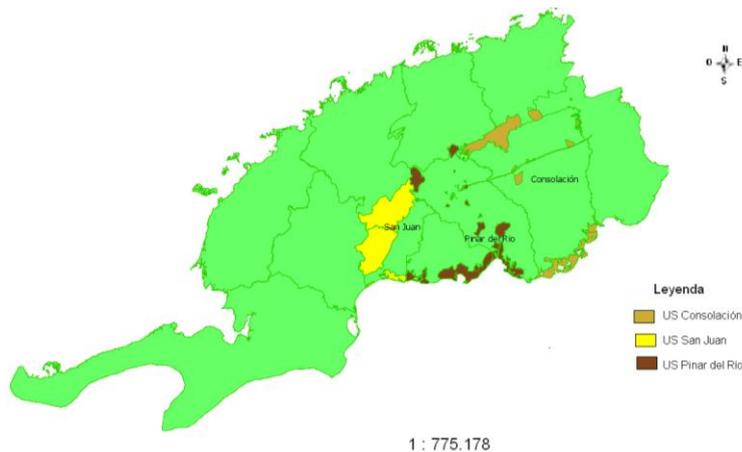


Figura 2.1 Ubicación de la Empresa Agroforestal Pinar del Río

### Determinación de tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue definido a partir de un muestreo aleatorio simple teniendo como número de muestra para el cálculo de  $n = 35$  árboles analizando previamente que el factor de corrección fue de 0.99 mayor que 0.98 encontrándose frente a una población infinita por lo que se empleó la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t^2 (cv\%)^2}{(LE\%)^2}$$

Donde:

t: t de student

LE: límite del error

Cv : coeficnte de variación

### Diámetro normal

Se utilizan como variables independientes para la modelación el diámetro del tocón (un tercio del diámetro normal) empleando en el ajuste los modelos establecidos en el IBM SPSS ver.22 para la regresión curvilínea Lineal,

Logarítmica, Inversa, Cuadrático, Cúbico, Compuesto, Potencia, S, Crecimiento, Exponencial y Logística.

### Análisis y discusión de los resultados

El diámetro normal es una variable muy utilizada en el campo forestal, tanto para calcular volumen de los árboles como para definir la estructura de la masa, o simplemente para seleccionar los árboles a medir en un inventario de acuerdo a un determinado diseño de muestreo (Diéguez *et al.*, 2003).

Comparando la bondad de ajuste (tabla 1) de cada una de las ecuaciones, los modelos exponenciales Potencia y S poseen el mejor comportamiento de los coeficientes de correlación (R), coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y error de estimación (Sx).

Tabla 1.-Resumen del modelo y estimaciones de los parámetros

Ecuación	Resumen del modelo					Sx	Estimaciones de los parámetros			
	R <sup>2</sup>	F	gl1	gl2	Sig.		Constan te	b1	b2	b3
Lineal	,896	1834,77	1	214	,000	1.252	1,575 (,000)	,774 (,000)		
Logarítmica	,896	1844,69	1	214	,000	1.249	-33,346 (,000)	16,936 (,000)		
Inversa						1.350		-		
	,879	1548,53	1	214	,000		35,408 (,000)	352,42 7 (,000)		
Cuadrática	,898	936,782	2	213	,000	1.241	-2,783 (,000)	1,177 (,027)	-,009 (,166 )	
Cúbica	,898	936,782	2	213	,000	1.241	-2,783 (,000)	1,177 (,027)	-,009 (,166 )	,000 (,000)

Compuesto	,899	1911,65	1	214	,000	0.066	7,286 (,000)	1,043 (,000)
Potencia	,918	2401,66	1	214	,000	0.059	1,082 (,000)	,920 (,000)
S	,918	2403,19	1	214	,000	0.059	3,824 (,000)	- 19,340 (,000)
Crecimiento	,899	1911,65	1	214	,000	0.066	1,986 (,000)	,042 (,000)
Exponencial	,899	1911,65	1	214	,000	0.066	7,286 (,000)	,042 (,000)
Logística	,899	1911,65	1	214	,000	0.066	,137 (,000)	,959 (,000)

En la tabla anterior se puede observar que en todos los modelos existe una relación significativa entre las variables  $\alpha < 0,05$ , el estadístico F contrasta la hipótesis nula de que el valor poblacional de R es cero, así mismos los niveles críticos (sig) de los coeficientes de regresión no estandarizados contrastando la hipótesis nula de que los coeficientes valen cero en la población  $\alpha < 0,05$ , la pendiente poblacional de la recta de regresión es significativamente distinta de cero lo que nos permite concluir que entre la el diámetro del tocón y el diámetro a 1.30 existe una relación lineal exceptuando los modelos cuadrático y cubico al poseer  $\text{sig} > 0.05$  de los coeficientes de la regresión estandarizados los que permite eliminarlos de esta primera etapa del análisis de la bondad de ajuste y no analizarlos en la etapa de capacidades predictivas de los modelo.

Una análisis de la capacidades predictivas permite definir cuál de los modelos tiene la mejor predicción Lores (2012), Toirac (2014) resultado nuevamente el modelo Potencia al poseer la mejor exactitud menor RECM=1,243 y los menores valor de sesgo DA=1,544.

Tabla 2-Capacidades predictivas para el modelo de  $d_{1.30} = f(d_{\text{tocón}})$

Modelos	Desv. típ.	DA	RECM
Lineal	1,249	1,553	1,246
Logarítmica	1,246	1,545	1,243
Inversa	1,347	1,805	1,344
Compuesto	1,346	1,804	1,343
Potencia	1,245	1,544	1,243
S	1,254	1,567	1,252
Crecimiento	1,346	1,804	1,343
Exponencial	1,346	1,804	1,343
Logística	1,346	1,804	1,343

La ecuación de mejor bondad de ajuste y capacidad predictiva sustituyendo los valores de los coeficientes de regresión no estandarizados vendría dada por la siguiente ecuación:

$$d_{1,30} = 1.02 * d_{\text{tocon}}^{.92}$$

En la (figura 1) se muestra el ajuste de la ecuación media de diámetro 1.30 para la especie en la EAF Pinar del Río.

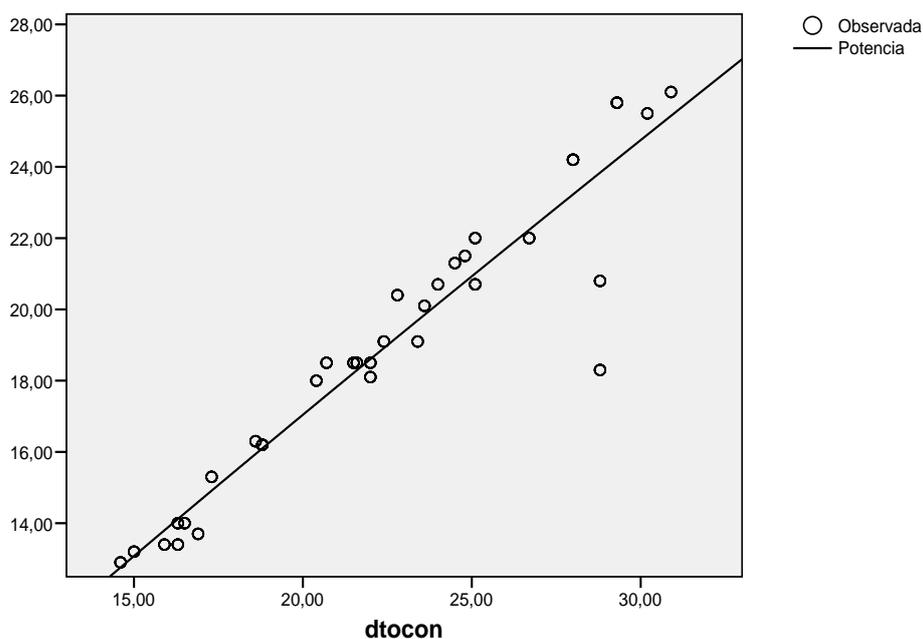


Figura 1.-Ajuste del modelo Potencia

En la (figura 2) se muestra comportamiento de los residuos en función de los valores estimados por el modelo Potencia.

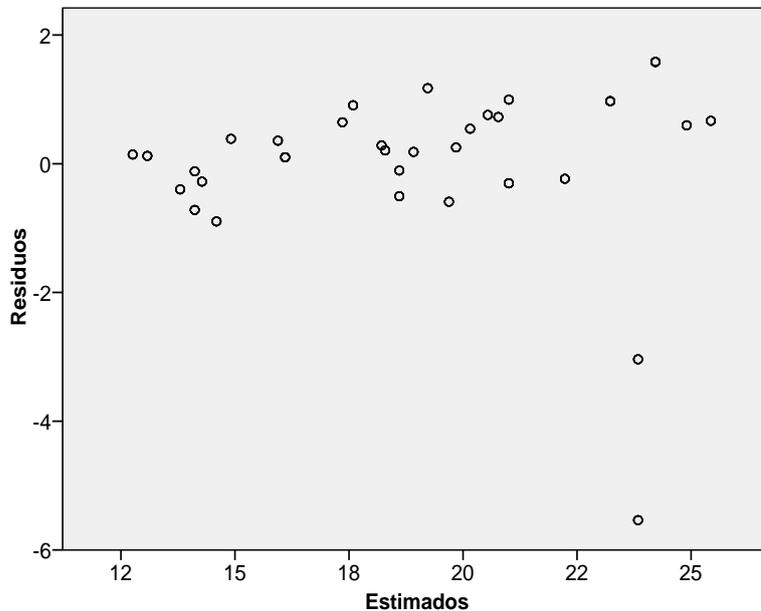


Figura 2 .Disperción de los residuos del modelo Exponencial

El comportamiento de los residuos figura 2 permite demostrar el supuesto de homogeneidad de varianzas al no seguir una pauta de asociación específica y encontrándose los mismos entre bandas paralelas.

Estos resultados son superiores para el modelo logarítmico encontrado por Báez y Gra (1990), en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst en la provincia de La Habana, Zaldívar (2000) para *Hibiscus elatus* especies de similar habito de crecimiento y Benítez (2006) en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst en la provincia de Camagüey, así como por Dieguez *et al.* (2003), con el modelo lineal para *Eucalyptus globulus* e igual que Gyeng *et al.* (2009) para *Schinus*.

## Conclusión

El modelo matemático que mayor confiabilidad estadística y práctica brindó para la estimación de variables diámetro normal fue el Potencia con variable independiente diámetro del tocón.

## Bibliografía

- Báez, R.; Gra, H. 1990. Estudios dasométricos en *Casuarina equisetifolia*. Determinación del  $d_{1.30}$  a partir del diámetro del tocón. Revista Forestal Baracoa. Vol. 20, Núm. 2. Ciudad Habana. Cuba. pp 63-68.
- Benítez, J. Y. 2006. Estimación de la biomasa total en plantaciones de *Casuarina equisetifolia* Forst de la provincia de Camagüey. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en ciencias Forestales. Pinar del Río. 222 p.
- Diéguez, U.; M. Barrio; F. Castedo y M. Balboa. 2003. Estimación del diámetro normal y del volumen del tronco a partir de las dimensiones del tocón para seis especies forestales comerciales de Galicia. Invest. Agrar.: Sist. Recur. For (2003) 12 (2): p 131 – 139.
- Guelmes, J y Acosta. E .2008. Proyecto de Ordenación de la Empresa Forestal Integral (EFI) Pinar del Río.
- Gyeng, J. ; M. E. Fernández; M. Sarasola; M. De Urquiza y T. Schlichter. 2009. Ecuaciones para la estimación de biomasa aérea y volumen de fuste de algunas especies leñosas nativas en el valle del río Foyel, NO de la Patagonia Argentina. Revista Bosque 30(2): 95-101[en línea]
- Lores, Y .2012.Tablas dendrométricas y dasométricas de *Calophyllum antillanum* Britton, *Carapa guianensis* Aubl. y *Andira inermis* Sw. en bosques pluvisilvas de montaña de Baracoa, provincia Guantánamo. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). UPR.
- Toirac, W.2014.Estimación de la biomasa aérea total, carbono y nitrógeno retenido en plantaciones de *Pinus maestrensis* Bisse en la provincia Granma. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). UPR. Báez y Gra (1990).

- Veitia, Y. 2006. Comportamiento de *Acacia mangium* Willd, en las condiciones edafoclimáticas de dos localidades del macizo montañoso Guamuhaya, para el fomento de Bosques en Interés de la Defensa. Pinar del Río : s.n., 2006.
- Zaldívar, A .2000. Estudio dasométrico de plantaciones de *Hibiscus elatus* SW en la provincia de Pinar del Río. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). UPR.