

RELACIONES DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO Y ALTURA TOTAL EN TILO (*TILIA MOLTKEI* SPAETH.) DE PLANTACIONES URBANAS

Jorge L. Marquina¹
Silvia Monteoliva¹

SUMMARY

The objective is evaluate the behavior of mathematical models, applied to the interpretation of the existent bond between diameter at breast (d) and total height (h), for groups of *Tilia moltkei* Spaeth. implanted in urban sidewalks.

For a sample of 390 specimens, 13 models were adjusted and analyzed. F , t , and R^2 were calculated. Graphics of residuals were done.

A group of 7 models stood out as their aptitude to be considerate in studies on the analyzed relationship.

Key words: Tilia, urban, diameter, height.

RESUMEN

El objetivo es evaluar el comportamiento de modelos matemáticos, aplicados a la interpretación del vínculo existente entre diámetro a la altura del pecho (d) y altura total (h), para grupos de *Tilia moltkei* Spaeth. implantados en veredas urbanas.

Para una muestra de 390 ejemplares, se ajustaron y analizaron 13 modelos. Se calcularon F , t , y R^2 . Se confeccionaron gráficos de valores residuales.

Un grupo de 7 modelos se destacó por su aptitud para ser considerados en estudios sobre la relación analizada.

Palabras clave: Tilia, urbano, diámetro, altura.

INTRODUCCION

El grado de asociación entre diámetros a la altura del pecho (d) y alturas totales (h), varía en su intensidad para distintos grupos de ejemplares arbóreos, según características de las especies involucradas, edades muestreadas, entorno y tratamientos aplicados.

La relación existente puede establecerse adecuadamente con uno o más modelos estadísticos. La conveniencia de la aplicación de los mismos para estimar una de las variables (h , generalmente),

en función de la fijación de la otra, es evaluada por el usuario a través de indicadores de la precisión.

Para la especie *Tilia moltkei* Spaeth. («tilo»), no se cuenta con antecedentes que analicen el comportamiento asociado de d y h en el ambiente urbano.

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de modelos matemáticos, aplicados a la interpretación del vínculo existente entre d y h , para grupos de *Tilia moltkei* implantados en veredas urbanas.

Hipótesis de trabajo: la estimación de la h de los tilos utilizados en arbolado de veredas urbanas puede realizarse satisfactoriamente mediante la aplicación de modelos estadísticos que usan al d como única variable independiente.

MATERIALES Y METODOS

Se tomó como población base, a los ejemplares de *Tilia moltkei* implantados en veredas del casco central urbano de la ciudad de La Plata (Provincia de Buenos Aires, República Argentina, longitud $57^{\circ} 55' O$, Latitud $34^{\circ} 54' S$) que no presentaran evidencia de haber sido podados en algún momento de su vida (a excepción de las prácticas en vivero).

La muestra quedó conformada por 390 ejemplares con d entre 2 cm y 40 cm. Las frecuencias resultaron similares en todo el rango.

Se evaluaron:

- diámetro a 1.3 m de altura (d) (estimado a través del perímetro medido con cinta métrica).
- altura total (h) (con hipsómetro de Christen, utilizando vara de 3 m y regla de 30 cm entre extremos).

¹Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata.

Diagonal 113 y 61. La Plata, Buenos Aires, Argentina. C.P. 1900 - C.C.31.

Con los datos registrados, fueron ajustados los siguientes modelos:

1) Parábola $H = a + bD + cD^2$

2) Potencial $H = a(D^b)$

3) Exponencial $H = a(b^D)$

4) Henriksen $H = a + b(\ln D)$

5) Prodán tipo hiperbólico

$$H = \frac{D^2}{a + bD + cD^2} + 1.3$$

6) Naslund $H = \frac{D^2}{(a + bD)^2} + 1.3$

7) Petterson 3 $H = \frac{1}{(a + \frac{b}{D})^3} + 1.3$

8) $H = a + b(\ln D)^2$

9) Parábola incompleta $H = a + bD^2$

10) $H = e^{a + \frac{b}{D}}$

11) Korsun $H = a e^{b \ln D + c \ln^2 D}$

12) $H = a + bD$

13) $H = (a \cdot D)^b$

Se realizaron test de F para los modelos y test de t para los estimadores de los parámetros.

Se calcularon coeficiente de determinación (R^2) y error estandar de la estimación.

Se confeccionaron gráficos de valores residuales (valores observados menos valores calculados, respecto del rango diamétrico).

Tabla 1. Indicadores estadísticos de los modelos. Statistical indicators of the models.

Mod.	R ²	E.est.	T de a	T de b	T de c	F
1	0,857	1,45	10,13	17,10	-5,45	1187,74
2	0,846	1,50	19,14	36,83		9125,68
3	0,793	1,74	42,99	1501,13		6711,12
4	0,749	1,93	-3,31	34,50		1190,15
5	0,842	1,47	-7,16	21,84	9,42	6328,33
6	0,814	1,59	24,90	58,09		8042,39
7	0,818	1,62	100,84	24,77		7660,39
8	0,838	1,54	11,00	45,41		2061,83
9	0,751	1,91	39,87	34,68		1202,52
10	0,738	1,94	137,50	-22,15		5261,38
11	0,851	1,48	8,82	3,04	3,92	6251,32
12	0,846	1,51	21,37	46,78		2188,10
13	0,846	1,50	8,70	36,93		9125,51

FIGURA 1
Modelo 9. Residuales -

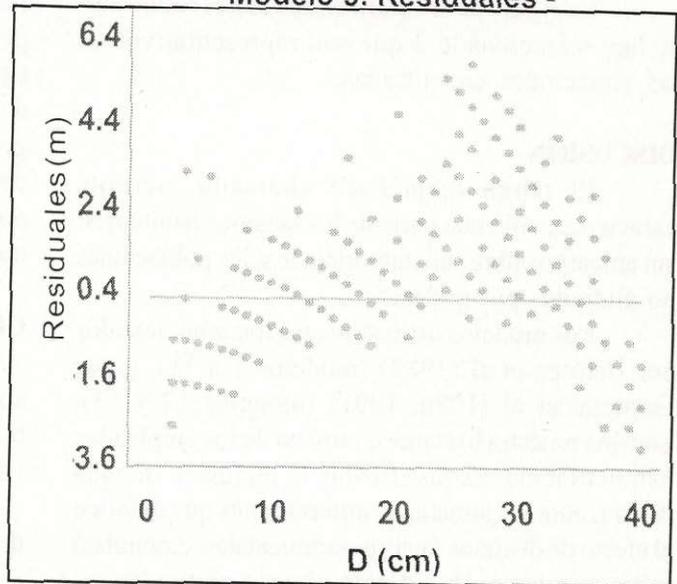


FIGURA 2
Modelo 4. Residuales - Residuals

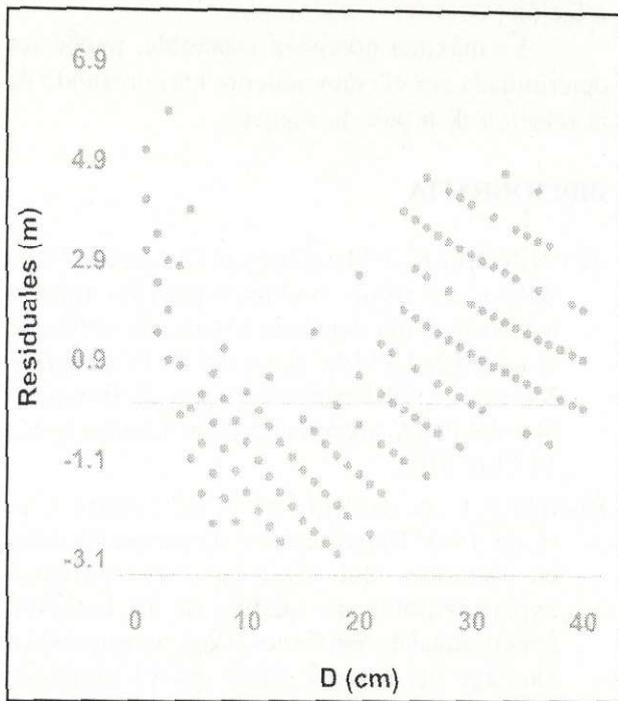
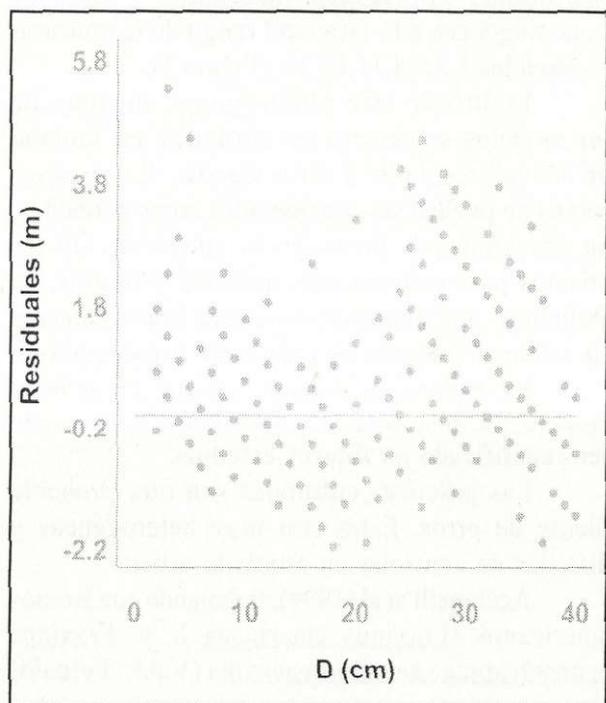


FIGURA 3
Modelo 1. Residuales - Residuals



RESULTADOS

En el caso de los gráficos de valores residuales, se han seleccionado 3 que son representativos de las situaciones encontradas.

DISCUSION

El rango diamétrico abarcado, permite caracterizar sólo una parte de los tamaños habituales; sin embargo cubre satisfactoriamente las poblaciones no alteradas por podas.

Los modelos utilizados, fueron mencionados por Benítez et al (1988) (modelos 1 a 11), y por Gartland et al (1990, 1991) (modelos 12 y 13). Son una muestra bastante completa de los empleados habitualmente. Es justificable la inclusión de toda la lista, ante la carencia de antecedentes que detallen el efecto de distintos factores (ambientales, culturales) sobre la relación $h - d$ para el caso particular.

Todos los valores obtenidos para t y F resultaron significativos al 99 %.

Los valores calculados de "F" para todos los modelos dejaron establecida la existencia de relación entre las variables independientes y dependientes.

El test de t efectuado sobre los estimadores de los parámetros justifica la inclusión de las variables independientes.

Los gráficos de residuales pueden reunirse en tres grupos:

- 1- Modelos que sobreestiman valores para los extremos de la muestra: Modelos 3,9. (Figura 1).
- 2- Modelos que subestiman valores para los extremos de la muestra: Modelos 4,6,7,10. (Figura 2).
- 3- Modelos sin sesgos marcados, y desvíos homogéneos a lo largo del rango de la muestra: Modelos 1,2,5,8,11,12,13. (Figura 3).

Dentro de este último grupo, ninguno de los modelos se destaca en particular en función de los valores de R^2 y error estándar. Los errores, si bien no pueden ser considerados como pequeños, no descartan por precisión la aplicación de los mismos para estimaciones actuales y futuras, en ambientes sin demasiadas restricciones (lugares sin cableados aéreos directamente involucrados).

La especie en sí puede aportar un error al modelo. El mismo no es controlable, pero puede ser cuantificado en futuros estudios.

Las prácticas culturales son otra probable fuente de error. Estas son muy heterogéneas y difíciles de controlar en arbolado urbano.

Acchinelli et al (1994), trabajando con fresnos americanos (*Fraxinus americana* L. y *Fraxinus pennsylvanica* var. *subintegerrima* (Vahl.) Fernald)

en plantaciones de veredas de la ciudad de La Plata, encuentran asociaciones entre d y situaciones geomorfológicas, y también entre h y las mismas situaciones, dejando sin resolver si la relación entre d y h varía para distintas condiciones geomorfológicas. La muestra obtenida, proviene de toda la ciudad, sin restricciones ambientales, por lo que puede incluir una fuente de variación no controlada que puede ser discriminada.

CONCLUSIONES

Los modelos 1, 2, 5, 8, 11, 12, y 13 son apropiados al momento de iniciar estudios sobre la relación entre d y h para tilos implantados en veredas urbanas.

Si bien queda establecida la asociación entre d y h , d no predice por sí solo la variabilidad de h .

Es necesario, para intentar mayor precisión, analizar la incidencia de factores ambientales en la relación.

La máxima precisión esperable, puede ser determinada por el conocimiento más profundo de la relación d, h para la especie.

BIBLIOGRAFIA

- ACCHINELLI F., J. Marquina y R.M. Marlats. 1994. Relaciones árbol - ambiente para los fresnos americanos del arbolado urbano de calles de la ciudad de La Plata. Actas del XXIV Congreso Nacional y VI Latinoamericano de Botánica, Mar del Plata, Argentina, Sesión Técnica N°10, VI CLB: 516.
- BENITEZ, C. G. de; Rids, M. P. de; Ferrari, J. Y. G. de. 1988. Determinación de curvas de altura en función del diámetro en parcelas experimentales de álamos de la Estación Experimental de San Carlos (Departamento Bnda, Santiago del Estero). Actas del VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Tomo II: 513.
- GARTLAND, H. M; Parussini, M. G. 1990. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (primera entrega). Yvyrareta 1 N°1: 5-28.
- GARTLAND, H. M; Parussini, M. G. 1991. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (segunda y última entrega). Yvyrareta 2 N°2:5-22.