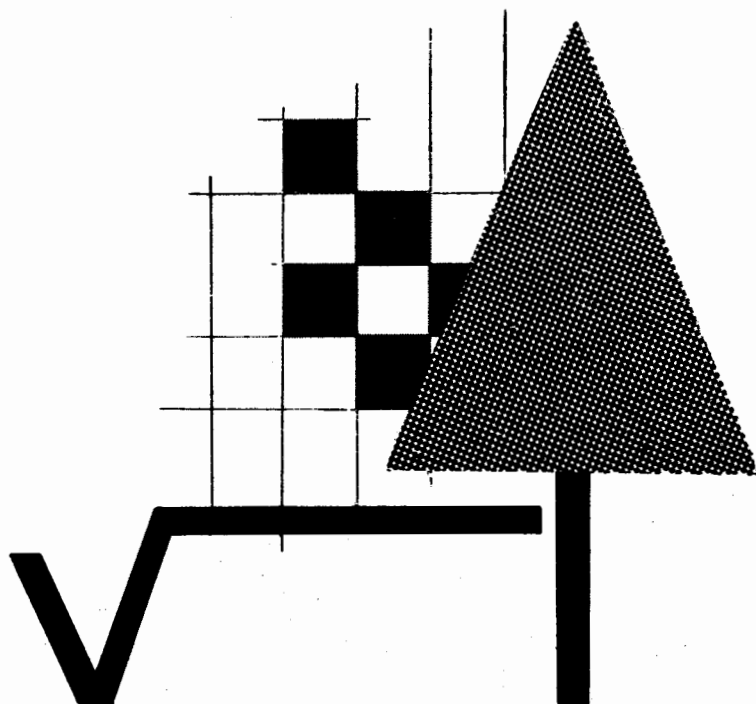




Ecuación altura-diámetro para pino insigne



INSTITUTO FORESTAL

ECUACIONES

ALTURA – DIAMETRO

PARA PINO INSIGNE

Oscar García V.
Sección Manejo
División Forestal

(C) INSTITUTO FORESTAL -
Inscripción No. 42.826, 1974

INSTITUTO FORESTAL -
Valenzuela Llanos 1061
Casilla 3085
Santiago, Chile
1 9 7 4

I
N
D
I
C
E

INTRODUCCION 5

INFORMACION BASICA UTILIZADA 7

MODELOS ENSAYADOS 9

RESULTADOS Y CONCLUSIONES 11

BIBLIOGRAFIA 15

INTRODUCCIÓN

En el procesamiento de información de parcelas experimentales de raleos surgió la necesidad de contar con un modelo de regresión adecuado para la relación entre la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Para esta relación se usaron diversas ecuaciones (Husch, 1963; Curtis, 1967). Se decidió efectuar una comparación entre estas ecuaciones, y algunas otras, con el fin de elegir la que pareciera más adecuada. Aunque las comparaciones se hicieron en base a datos de las parcelas experimentales de raleo y en vista al procesamiento de esa información, se estima que las conclusiones pueden ser útiles también en inventarios de pino insignie y en otras aplicaciones dasométricas en esta especie.

I N F O R M A C I O N

B A S I C A

U T I L I Z A D A

Se eligieron al azar 18 mediciones de parcelas experimentales de raleo de la región de los Arenales (Yudelevich *et alli*, 1965), estratificando según clase de edad inicial y localidad. Las características de estos conjuntos de datos se describen en el Cuadro 1.

C U A D R O 1

Identificación	Clase de edad inicial, años	Localidad	Tratamiento	Número de la medición	Número de observaciones	DAP medio cm	Altura media, m
AC4	10-12	Fundo Colicheu	C	4	20	22,8	17,9
AC6	10-12	" "	C	6	20	29,6	23,8
AF5	10-12	" "	F	5	20	26,8	22,7
AG2	10-12	" "	G	2	10	16,7	14,5
BA3	10-12	Hacienda Canteras	A	3	18	17,6	15,8
BC1	10-12	" "	C	1	19	16,2	11,4
BC3	10-12	" "	C	3	10	23,0	19,4
BG1	10-12	" "	G	1	20	16,0	10,8
CD1	10-12	Fundo Peñuelas	D	1	18	8,4	6,8
CE5	10-12	" "	E	5	15	24,7	21,7
CF2	10-12	" "	F	2	10	19,0	14,1
CF4	10-12	" "	F	4	13	21,8	16,2
DA2	15-17	Fdo. Cruz del Ciprés	A	2	18	14,6	11,1
DB5	15-17	" "	B	5	15	30,0	20,7
EA2	15-17	Fundo Colicheu	A	2	17	19,6	21,2
EB1	15-17	" "	B	1	20	17,3	18,0
FB1	15-17	Fundo Primavera	B	1	20	17,5	17,4
FC1	15-17	" "	C	1	20	17,2	18,5

M O D E L O S

E N S A Y A D O S

Primeramente, con cada conjunto de datos se usó un programa de regresión paso a paso (García, 1973) utilizando las siguientes variables:

$$D, D^2, 1/D, 1/D^2, \sqrt{D}, \ln D, \ln (D + 10), D/(D + 10), e^{-0,1D},$$

donde D es el DAP en centímetros. Las variables seleccionadas por el programa variaron para los distintos conjuntos de datos, pero sólo en 3 casos se encontró que el error estándar estimado disminuía al usar más de una variable. Por este motivo, en el trabajo posterior se consideraron sólo modelos con una variable independiente (función del DAP).

Se probaron ecuaciones con uno y dos parámetros a estimar. Las primeras pueden ser preferibles cuando el número de observaciones es muy reducido. También se ensayaron algunas ecuaciones donde la variable dependiente es alguna función de la altura. Estas ecuaciones pueden compararse aproximadamente con las otras, en cuanto a la bondad de ajuste, a través del índice de Furnival (Furnival, 1961). En los modelos sin transformación en la variable dependiente, el índice de Furnival coincide con el error estándar.

Las ecuaciones ensayadas se indican a continuación. A es la altura en metros, D es el DAP en centímetros, y a y b son coeficientes de regresión.

Con un parámetro:

- (1) $A = 1,3 + a \sqrt{D}$
- (2) $A = 1,3 + a \ln(1 + D/10)$
- (3) $A = aD/(D + 15)$
- (4) $A = aD/(D + 20)$
- (5) $A = aD/(D + 25)$
- (6) $A = 1,3 + aD/(D + 10)$
- (7) $A = 1,3 + aD/(D + 20)$
- (8) $A = 1,3 + aD/(D + 25)$
- (9) $A = 1,3 + aD/(D + 30)$
- (10) $A = 1,3 + aD^2/(D^2 + 100)$
- (11) $A = a(1 - e^{-0,05D})$
- (12) $A = a(1 - e^{-0,06D})$
- (13) $A = a(1 - e^{-0,07D})$
- (14) $A = 1,3 + a(1 - e^{-0,04D})$

$$(15) \quad A = 1,3 + a(1 - e^{-0,05D})$$

$$(16) \quad A = 1,3 + a(1 - e^{-0,06D})$$

$$(17) \quad A = 1,3 + a(1 - e^{-0,1D})$$

Con dos parámetros:

$$(18) \quad A = a + bD$$

$$(19) \quad A = a + b\sqrt{D}$$

$$(20) \quad A = a + b \ln D$$

$$(21) \quad A = a + b \ln (1 + D/10)$$

$$(22) \quad A = a + b/D$$

$$(23) \quad A = a + b/D^2$$

$$(24) \quad A = a + b(D + 5)$$

$$(25) \quad A = a + b/(D + 8)$$

$$(26) \quad A = a + b/(D + 10)$$

$$(27) \quad A = a + b/(D + 12)$$

$$(28) \quad A = a + b/(D + 15)$$

$$(29) \quad A = a + b/(D + 20)$$

$$(30) \quad A = a + b/(D + 25)$$

$$(31) \quad A = a + b/(D^2 + 100)$$

$$(32) \quad A = a + b e^{-0,05D}$$

$$(33) \quad A = a + b e^{-0,06D}$$

$$(34) \quad A = a + b e^{-0,08D}$$

$$(35) \quad A = a + b e^{-0,1D}$$

Con transformaciones

$$(36) \quad (A - 1,3) = a + b \ln D$$

$$(37) \quad (A - 1,3) = a + b/D$$

$$(38) \quad (A - 1,3)/D = a + bD$$

Las constantes c para las ecuaciones de los tipos

$$A = aD/(D + c),$$

$$A = 1,3 + D/(D + c),$$

$$A = 1,3 + aD^2/(D^2 + c),$$

$$A = a(1 - e^{-cD}),$$

$$A = 1,3 + a(1 - e^{-cD}),$$

$$A = a + b/(D + c),$$

$$A = a + b/(D^2 + c) \text{ y}$$

$$A = a + b e^{-cD},$$

se eligieron tomando como punto de partida regresiones no lineales calculadas con una parte de los datos. Luego se usaron valores adicionales para asegurarse de cubrir los valores óptimos de c.

RESULTADOS

Y

CONCLUSIONES

Las estimaciones del error estándar para las distintas regresiones se presentan en los cuadros 2 y 3, para los modelos con estimación de un parámetro y de dos parámetros, respectivamente. El error estándar "global" se calculó como

$$\sqrt{\frac{\text{Total de cuadrados de los residuos}}{\text{Total de grados de libertad}}}$$

Estos resultados se presentan ordenados de acuerdo al error estándar global y a las alturas medias de los conjuntos de datos.

Se puede observar que la ecuación que da el menor error varía con los conjuntos de datos, pero el mejor resultado global se obtuvo con la ecuación (34):

$$A = a + b e^{-0,08 D}$$

La ecuación (26), $A = a + b/(D + 10)$, también dio buenos resultados, presentando alguna ventaja computacional en relación a la (34). Esta ecuación puede usarse también en la forma equivalente $A = a + bD/(D + 10)$.

Con números muy reducidos de observaciones puede ser conveniente fijar la posición de la curva para el DAP cero, usando un modelo con un solo parámetro a estimar. En este caso parecen recomendables las ecuaciones (12) o (4):

$$A = a(1 - e^{-0,06 D})$$

$$A = a D/(D + 20)$$

B
I
B
L
I
O
G
R
A
F
I
A

CURTIS, R.O. Height diameter and height diameter age equations for second growth Douglas fir. In *FOREST SCIENCE* 13 (4); 365 - 375, 1967.

FURNIVAL, G.M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. In *FOREST SCIENCE*, 7 (7); 337 - 341, 1961.

GARCIA, V., O. Programas en APL para regresión paso a paso. Santiago, Chile, Instituto Forestal, 1973. (Informe Interno F-1 Mimeo).

HUSCH, B. Forest mensuration and statistics. New York, Ronald Press, 1963.

YUDELEVICH, M. et alli Parcelas experimentales y demostrativas de raleos. Santiago, Chile, Instituto Forestal, 1965. (Informe Técnico N° 17).