

APLICACION DE UN PROGRAMA BDAT PARA LA CLASIFICACIÓN Y CUBICACION DE UNA MASA IRREGULAR: UN ESTUDIO PARA *PICEA ABIES* Y *ABIES ALBA* EN EL BOSQUE MUNICIPAL DE KREUZBERG

ANA BELÉN CASADO REBOLLO* & THOMAS KNOKE**

* DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL Y SILVOPASCICULTURA ETSIIA DE PALENCIA, UNIVERSIDAD DE VALLADOLID. AVDA. MADRID, 57. 34004 PALENCIA

**DEPARTAMENTO DE SELVICULTURA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD DE MUNICH. HOHENBACHERNSTRASSE 22. 85354 FREISING (ALEMANIA)

RESUMEN

El presente trabajo trata de la conveniencia del programa BDAT para la cubicación y clasificación para la aplicación en el crecimiento de los árboles. Se trabaja básicamente en la determinación del diámetro a la altura de 7 m (d7) a través de variables como diámetro a la altura de pecho (dbh), altura (h), índice de volumen para las especies de *Picea abies* y *Abies alba*. El d7 es una medida clave para describir la curva de la forma de los fustes de los árboles.

P. C.: d7, regresión, validación, forma del árbol.

SUMMARY

The present work deals with the suitability of the cubing and assortment program BDAT (derived by KUBLIN AND SCHARNAGL, 1988) for the application on stems grown under a close to nature management. It basically works on the determination of the diameter in 7 m height (d7) through variables like dbh, height, volume-index for the species spruce and fir. The d7 is seen as a key measure to describe the trees' shape-curve. The work refers to the all-aged management class of the Municipal Forest Kreuzberg.

K. W.: d7, regression, test of validity, stem-shape.

INTRODUCCION

Cada vez más a menudo se piden informaciones más detalladas sobre las masas de los árboles, por ejemplo, el crecimiento neto, los cambios que se producen en los los árboles. Sin embargo, para calcular esto, es necesario conocer la forma de los árboles. Las clásicas tablas de producción están basadas principalmente en masas o áreas experimentales regulares. Probablemente, una de las herramientas más nuevas es el programa BDAT de cubicación y clasificación (KUBLIN y SCHARNAGL 1988; KUBLIN et al. 1995). Este programa se basa en datos de 5100 piceas y 3900 abetos cortados cuyos diámetros fueron medidos a distintas alturas a lo largo del tronco. Los datos originados son principalmente de masas regulares (KUBLIN y SCHARNAGL 1988). Esto implicaría que los resultados no sean válidos para masas irregulares, lo cual lleva a una gestión distinta.

Muchas contribuciones indican que la utilización de un diámetro adicional a una altura mayor de 1,3 m es muy influyente en la calidad de la estimación de la forma del árbol. El diámetro a la altura de 7 m es el que se usa. Las variables input en el BDAT son especie,

diámetro a la altura de pecho (dbh) y el d7. Cuando no tiene información sobre el d7 de un árbol, se le asigna un valor por medio de un procedimiento. Parece interesante analizar si el programa BDAT está capacitado para masas irregulares.

La masa irregular del bosque de Kreuzberg sirvió para investigar las siguientes cuestiones:

1. ¿Es válida la determinación del d7 con la BDAT cuando se trata de una masa irregular?
2. ¿Es posible derivar funciones que estimen el d7 para masas irregulares?
3. ¿Cómo se ajusta la forma estimada de un árbol dada por la BDAT usando la función de regresión local que determina el d7, con la forma real del árbol?
4. ¿Cómo afectan las diferencias entre la forma real y la forma estimada a) en la cubicación, b) en la clasificación y c) en el valor neto?

MATERIAL Y METODOS

- Zona de investigación. El bosque municipal de Kreuzberg se encuentra en la provincia de Bayern en Alemania. El área total de la masa irregular es de 162,4 ha. La vegetación presente en la zona está compuesta por *Abies alba*, *Picea abies* y *Fagus sylvatica*.

- Procedimiento para su medición. El d7 es una medida que junto con el dbh y la altura caracterizan la forma de un árbol.

Se midieron distintas variables del árbol (dbh, h). También, se consideró información sobre las características del suelo (MALY Y VOS, 1989). La situación de los distintos árboles, investigados fue anotada. La densidad de la masa fue tomada en cuenta para una clasificación según la competencia de las copas de los árboles.

Se realizó un inventario por medio de un muestreo sistemático (73 parcelas).

Una vez localizado cada punto de la malla en el campo, se elegían al azar 3 árboles (uno del estrato I: 14 a 25 cm; uno del estrato II: 25,1 a 50 cm; y uno del estrato III: mayor de 50 cm). En cada árbol se hicieron las mediciones y observaciones: dbh, d7, altura a la que comienza la copa, altura total, distancia del árbol al punto de referencia de la malla, ángulo entre el árbol y la dirección norte, competencia entre copas.

Para la verificación material se tomó una muestra al azar de 44 árboles cortados (44 piceas y 28 abetos). De ellos se obtuvieron los siguientes datos: la altura, dbh, los diámetros a cada metro a lo largo del tronco y la altura del tocón.

- Procedimientos de evaluación aplicados. Para analizar los datos obtenidos se usó el programa informático SAS 6.08.

RESULTADOS

- Descripción de los datos. En otoño de 1995 se midieron 219 árboles (piceas y abetos). Estos árboles representaban un volumen de 355 m³. El ratio del volumen de los datos corresponde a un 58% de picea frente a un 42 % de abeto.

Se analizaron las distribuciones de cada especie respecto a distintos parámetros anteriormente obtenidos: características del suelo, grado de competencia de las copas, dbh, altura, d7. Se analizaron las distribuciones de los árboles cortados para la verificación material.

- Análisis de los datos

* Comparación entre el d7 determinado por la BDAT y el d7 medido

El BDAT, en general, infraestima los d7 de los árboles de masa irregulares. El diámetro a la altura de 7 m determinado por la BDAT difiere significativamente del verdadero, pero puede ser aceptado. Por esto, parece significativo construir ecuaciones especiales para estimar

el d7 a partir de valores fácilmente medibles como el dbh, la altura u otras variables descritas antes.

* Construcción de una función de regresión para estimar el d7

Se pretende obtener funciones de regresión para cada especie para estimar el d7. Estas funciones contienen variables independientes (dbh, longitud de copa, altura, y un índice de volumen) para estimar la variable dependiente (d7).

Los resultados de las ecuaciones de regresión obtenidas se encuentran en la tabla 1. Se trata de tres modelos para cada especie para estimar el d7. Es posible construir funciones de estimaciones locales que contengan variables independientes fácilmente medibles. Las funciones que contienen el índice de volumen como variable independiente (modelos picea 2, abeto 2) son las mejores. Por esto, los modelos con el índice del volumen se usan para estimar el d7 de la verificación material y para construir las curvas de las formas de los árboles.

- Verificación

* Ajuste de la forma estimada de la forma del árbol respecto a la forma real

Si se usa la función de estimación de ajuste local para los d7 de piceas, se obtienen diferencias sistemáticas entre la forma real y la estimada. La aplicación de BDAT tiende a la infravaloración de los diámetros de árboles por debajo de 7 m y a sobreestimación por encima de los 7 m. En el caso del abeto, las desviaciones parecen menos sistemáticas que en el picea, hay unas infraestimaciones sistemáticas de diámetros en las partes del tallo por debajo de los 7 m.

*Efecto de las diferencias entre las formas reales de árbol y las estimadas

• Cubicación. Por un lado, se calcularon las diferencias entre el volumen real y el volumen estimado, para los d7 resultantes de la función de estimación local de d7 y por otro lado para los d7 estimados por la BDAT. Las estimaciones para picea que contienen un d7 de la función local mostraron menos variación y parece ser bastante preciso. Hay una tendencia sistemática leve para árboles mayores de 50 cm que toman volúmenes más pequeños.

Los efectos de las desviaciones en las formas de los árboles no tenían serios efectos para la cubicación de los piceas. Para el abeto, las estimaciones mostraron mayores diferencias que en el caso del picea. Los resultados de cubicar en el caso del picea son bastante precisos. Por tanto la cubicación no está o no está casi afectada sistemáticamente por el sesgo para las formas de los árboles estimados, provistas de una función de estimación local de d7.

• Composición de la clasificación. Además del volumen, la clasificación tiene una influencia significativa en el valor del árbol. Se compararon las clasificaciones reales y las estimadas. Una sobreestimación de una clase significa que la BDAT clasifica el diámetro, por ejemplo, dentro de la clase diamétrica de 25-29 cm, en lugar de introducirlo en la clase diamétrica de 20-24 cm, que es a la que pertenece en realidad. Las clasificaciones estimadas para piceas difieren con claridad sistemáticamente de las clasificaciones reales: en partes del tallo cercanas al suelo y en las zonas medias se obtiene que hay sobreestimaciones. La composición de clasificación para el abeto no difiere sistemáticamente. Sin embargo, la base de datos es pequeña en este caso.

• Valor neto de los árboles. Los piceas cortados representan un valor neto de 935.000 pesetas en total. A continuación se considera la diferencia entre el valor neto verdadero y el estimado (por la función local de estimación del d7 y por las estimaciones a través de la BDAT).

La estimación del valor neto para piceas únicos muestra desviaciones sistemáticas las cuales sin embargo, son relativamente pequeñas para árboles valiosos. La estimación del valor neto para los árboles cortados puede ser razonablemente precisa. El valor neto para los abetos exhibe una tendencia sistemática menor. Sin embargo, en contraste con el picea, la estimación

en el nivel de la propia corta es menos preciso como en el caso del picea. Para el picea así como para el abeto las estimaciones del rendimiento neto podría ser considerablemente mejorado usando la función local de estimación de d_7 derivada en esta trabajo.

DISCUSION

- La estimación del d_7 por la propia BDAT. El diámetro a la altura de 7 m es un parámetro importante para determinar la forma del árbol. La curva de la forma del árbol determinada por un procedimiento a través del programa BDAT no es aprovechable en el caso del d_7 (KUBLIN et al. 1995). El diámetro verdadero a la altura de 7 m se comparó con el diámetro obtenido al aplicar ese procedimiento. Los resultados no fueron significantes ni para el picea ni para el abeto. Estos resultados se obtienen a partir de un programa BDAT el cual está basado en los datos de una masa regular y no irregular, como ocurre en este caso.

ZIMMERLE (1951/52) estudió las considerables diferencias que hay entre las formas del tallo de masas regulares y de masas irregulares. El mostró que los diámetros (incluido el d_7) de masas irregulares en general son más grandes en las zonas más bajas de los troncos si se comparan dos tallos de idéntica altura.

- Las ecuaciones de regresión obtenidas. La aplicación de las funciones de estimación del d_7 para el bosque de Kreuzberg no se recomiendan sin hacer antes un test de validez.

La estimación del d_7 del picea en la verificación material se vio que era precisa y sin sesgos. Sin embargo, para el abeto no sucedía esto, se comprobó la validez de la función de estimación del d_7 para el abeto.

Una comparación con datos de d_7 de Suiza confirmó la validez de la función del abeto para 3 áreas experimentales en Emmental. Se vio que las funciones de estimación de d_7 obtenidas en este trabajo son sólo localmente válidas en general para el picea: las estimaciones, para el modelo picea 1 y picea 2, sobreestiman el d_7 (diferencias negativas). En otras palabras el d_7 de los piceas de Kreuzberg son considerablemente más grandes. Por otro lado, el d_7 para el abeto estimado para las áreas experimentales de Emmental son casi no sesgados. Sólo el dbh y la altura mostraron importancia para estimar las funciones. Otras informaciones como las propiedades del suelo y la situación de las copas no eran necesarias en un modelo que ya contenía el dbh y la altura como variables independientes.

- Forma del árbol. El programa BDAT no está capacitado para describir la forma de los árboles de masas irregulares sin desviaciones sistemáticas de la curva de la forma verdadera.

Se necesitan un montón de parámetros para poder estimar la forma del árbol.

Se hizo una comparación de las curvas de las formas de los troncos de los 28 piceas medidos en este trabajo con los datos de ZIMMERLE (1951/52). Muestra que la forma de los árboles (de masa irregular) de áreas geográficas distintas no son comparables necesariamente (figura). Los tallos dados por Zimmerle son las medias de los diámetros a distintas alturas del tronco de muchos árboles. Por tanto las curvas de la forma son muy parecidas. Los árboles de Kreuzberg no disminuyen tanto de tamaño como los de Zimmerle. Los de Kreuzberg alcanzan alturas más grandes. Entre los árboles de Kreuzberg hay una variación bastante grande. Esto debe ser por la situación del árbol y sus condiciones de competición bajo las cuales el árbol crece. Así que una ecuación de estimación potencial debería tener en cuenta esta variación. El propósito de RIEMER et al. (1995) tiene la desventaja de que los parámetros calculados por la función de Brink son sólo para una única edad del árbol. La construcción de una función propia especialmente para masas irregulares es una alternativa para conseguir resultados mejores para estimar las curvas de las formas de los árboles. Pero, para ello se necesitan medir muchos más árboles cortados.

- Cubicación, clasificación y valor neto. Muchos trabajos científicos (KUBLIN et al. 1995)) dieron como resultado que la cubicación puede hacerse de forma más precisa cuando se conoce un diámetro a una altura mayor de 1,3 m (d7). Este resultado se confirma en este trabajo. Cuando el d7 se estima por medio de una función válida localmente, la cubicación en el caso del picea mejoró mucho razonablemente.

Los resultados concernientes a la clasificación con el programa BDAT no son de confianza. Es válido para árboles únicos (picea) así como para los árboles cortados. Los resultados para abeto fueron menos sesgados. Las clasificaciones estimadas por la BDAT no difirieron de la realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCO, R. et. al. (1995): III Curso de especialización: análisis de datos con el sistema SAS. Universitat de Lleida. 261 páginas.

FUCHS, A. y PLEDL, A. (1994): Forstwirtschaftsplan für den Rehtlerwald Kreuzberg 1994- 2013. No publicado.

FUCHS, A. (1996): Forsteinrichtung im Kreuzberger Plenterwald. Forstw. Cbl. 115:51-62.

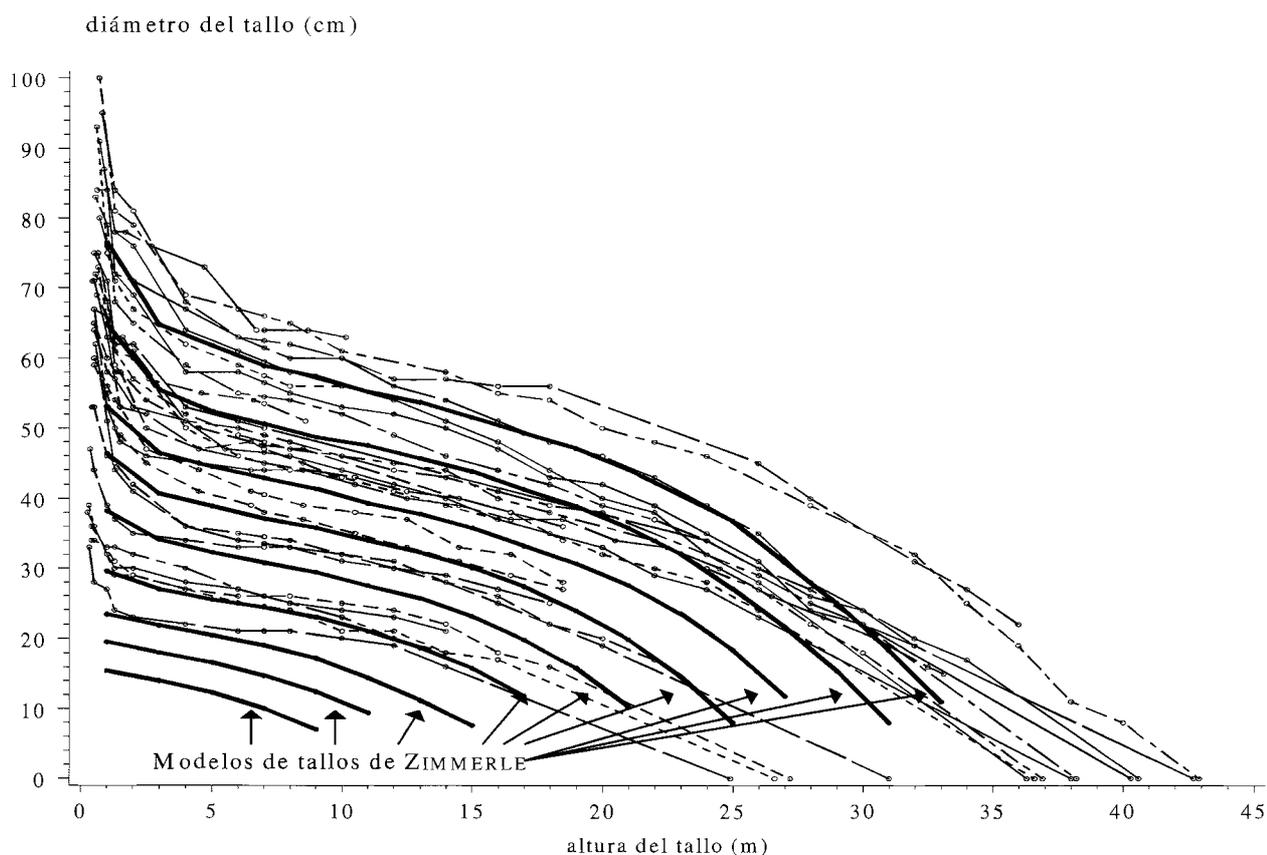
KUBLIN, E. y SCHARNAGL, G. (1988): Verfahrens - und Programmbeschreibung zum BWI- Unterprogramm BDAT. Forstliche Versuchs - und Forschungsanstalt Baden Wüttemberg. Freiburg. 87 páginas.

ZIMMERLE, H. (1950/51): Die Stammform der Weißtanne im Hochwald und Plenterwald und diejenige der Fichte zum Vergleich. AFJZ 121/122: páginas 107-118.

RIEMER, T.; GADOW, K. V. AND SLOBODA, B. (1995): Ein Modell zur Beschreibung von Baumschäften. AFJZ 166: páginas 144-147.

Modelo	Variable dependiente y	Variable independiente $x_1, x_2, z1-z3$	Parámetros	Nivel de significancia	Error medio cuadrático	R ²	Pr < W	N
Abeto1	d7	x_1 $dbh^{0,7}$	a-14,45718730 b 3,56936258	*** ***	3,17	0,9843	0,1603	104
Picea 1	d7	x_1 $dbh^{0,6}$ x_1*x_2 $dbh^{0,6}*h$	a-12,72247881 b 3,67111079 d 0,04097872	*** *** ***	4,31	0,9850	0,1751	103
Picea 2	d7	x_1 $(dbh^2*h)^{0,4}$	a b 0,43107149	n.s. ***	4,42	0,9828	0,1945	104
Abeto2	d7	x_1 $(dbh^2*h)^{0,4}$	a b 0,43836986	n.s. ***	3,79	0,9802	0,2015	105
Picea 3	d7	x h^2 $x*z3$ h^2*z3	a 5,2082794 b 0,03178861 h 0,00254303	*** *** ***	15,70	0,9466	0,4019	105
Abeto3	d7	x h^2 $x*z2$ $z3$ h^2*z2	a 6,91705184 b 0,03114951 e 1,85553147 g 0,00281789	*** *** ** ***	12,75	0,9323	0,5034	101

TABLA 1. Resultados métricos de las ecuaciones de regresión



(nivel de significancia *: $\alpha = 0.05$; **: $\alpha = 0.01$; ***: $\alpha = 0.001$).

Figura 1. Comparación entre las curvas de la forma de los troncos de piceas de Kreuzberg y los tallos modelo publicados por ZIMMERLE (1951/52).