

ECUACIONES DE CUBICACION PARA EL ALCORNOQUE DEL ESTE DE ARGELIA

J. M. CUEVAS GOZALO

Area de Conservación del Medio Natural
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
Apdo. 8.111. 28080 Madrid. ESPAÑA

RESUMEN

Se presentan las ecuaciones de cubicación para el alcornoque (*Quercus suber* L.) realizadas durante el inventario de los montes de El Kala-Souk Ahras, situados en el este de Argelia. Estas ecuaciones se obtuvieron a partir de la información de 234 alcornoques apeados. Las ecuaciones de cubicación se encuentran diferenciadas en dos grupos correspondientes a alcornoques nunca descorchados y a alcornoques descorchados al menos una vez. Las ecuaciones son, en el caso de los alcornoques nunca descorchados, para los volúmenes de madera, de corcho bornizo de apeo y de corcho bornizo de primera pela, y en el caso de los alcornoques descorchados alguna vez para los volúmenes de madera, de corcho bornizo de apeo y de corcho de reproducción.

PALABRAS CLAVE: Alcornoque
Quercus suber
Corcho
Ecuaciones de cubicación

INTRODUCCION

Las ecuaciones de cubicación son una herramienta imprescindible en la inventariación forestal (Pardé, Bouchon, 1988), puesto que permiten estimar los volúmenes de un árbol en función de pocos parámetros medidos con facilidad en los árboles en pie. No obstante, es frecuente no disponer de ellas para las especies forestales mediterráneas. En Bouchon (1974) se puede encontrar un análisis documental y bibliográfico sobre las ecuaciones de cubicación.

Un caso especial entre las especies forestales mediterráneas es sin duda el del alcornoque (*Quercus suber* L.), por las características de esta especie y de su aprovechamiento, fundamentalmente orientado a la obtención de corcho, que hacen que los modelos habitualmente utilizados para la obtención de ecuaciones de cubicación, diseñados para la estimación de volúmenes de madera, no sean totalmente adecuados para la estimación de volúmenes de corcho.

Recibido: 30-3-94

Aceptado para su publicación: 20-5-95

Información general sobre los alcornoques se puede encontrar en Natividade (1950) y en Montoya (1988), y sobre los alcornoques del Norte de Africa en Boudy (1948). Montero (1988) y Ferreira (1991) han estudiado modelos estadísticos para la evaluación de la producción de corcho, que se han validado (Ribeiro, 1992) en una región de Portugal. Montero *et al.* (1991) han estudiado los parámetros dendrométricos que tienen mayor influencia en la producción de corcho en el suroeste de España.

En el Primer Inventario Forestal Nacional de España (IFN, 1980) las ecuaciones de cubicación utilizadas para el alcornoque, al igual que para las demás especies forestales, fueron construidas a partir de la información obtenida en numerosos árboles tipo, pero medidos en pie con relascopio y con poca precisión en los diámetros superiores al normal (Millán *et al.*, 1994). En el caso del alcornoque se distinguieron tres situaciones diferentes según se tratase de alcornoques sin descorchar, alcornoques descorchados solamente en el tronco o alcornoques descorchados en tronco y ramas. Para cada uno de estos tres grupos se obtuvieron diferentes ecuaciones de cubicación de volúmenes de madera. Estas ecuaciones adoptaron como modelo la fórmula combinada simple, utilizando la altura total o la altura de fuste. En el Primer Inventario Forestal Nacional no se obtuvieron ecuaciones de cubicación específicas para el corcho.

Los alcornoques ocupan en Argelia una superficie de aproximadamente 440.000 ha, según el mapa forestal de Argelia y Túnez (Peyermimhof, 1941), siendo el tercer país en superficie ocupada por el alcornoque en masas puras o mezcladas, tras Portugal y España. Los alcornoques se extienden en Argelia en una estrecha banda litoral desde Argel hacia el Este, hasta la frontera con Túnez, que no sobrepasa, en general, los 70 km de anchura.

Se presentan las ecuaciones de cubicación para el alcornoque obtenidas en 1978-1979, durante la realización del Proyecto de Inventario y Ordenación de los montes de El Kala-Souk Ahras. Este proyecto fue encargado y coordinado por la ONTF (Office Nationale des Travaux Forestières) argelina.

MATERIAL Y METODOS

El área geográfica abarcada por el proyecto está situada (Fig. 1) en el este de Argelia, cerca de la ciudad de Annaba y en las proximidades de la frontera con Túnez, extendiéndose en una franja de unos 300 km en sentido Norte-Sur y cubriendo una superficie forestal de aproximadamente 200.000 ha.

La superficie objeto del proyecto se articulaba en varios sectores de características naturales y masas forestales diferentes, de los que se realizó un inventario extensivo apoyado en fotointerpretación convencional. Como resultado de esta fase se obtuvo que el área ocupada por alcornoques era 72.000 ha, por pinares de *Pinus halepensis* Mill. 100.000 ha, por eucaliptares 9.800 ha, por quejigares de *Quercus canariensis* Wild. 8.200 ha, y por pinares de *Pinus pinaster* Ait. 670 ha.

Tras la realización del inventario extensivo se llevó a cabo un inventario intensivo en las zonas en que los alcornoques y quejigares formaban mejores masas mediante toma de datos de campo en dos sectores. Los sectores elegidos

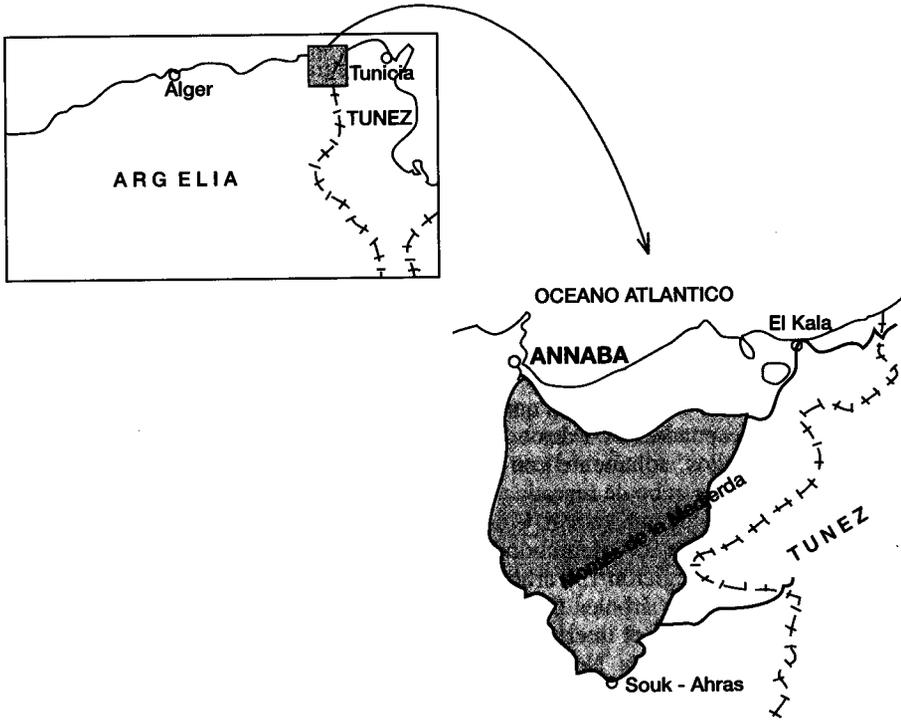


Fig.1.—Situación del área en estudio
Location of the study area

fueron el 2, que se extiende desde la costa del Mediterráneo hacia el sur, hasta los contrafuertes de la cadena montañosa del Medjerda, e incluye tres montes (Kanguet Aoun, Nehed y Souarekh) y el 7 más meridional, situado en el Atlas telliano y caracterizado por un relieve montañoso en el que se llegan a superar ligeramente los 900 m de altitud, y que incluye dos montes (Fedj el Ahmed, Boumezranne). La superficie total forestal obtenida en estos sectores fue 9.510,6 ha en el sector 2 y 11.518,5 ha en el sector 7.

En el primer sector los sustratos son dunas, aluviones limosos y arcillas del Neopleistoceno, areniscas de Numidia y areniscas cuarcíticas. Las masas forestales están situadas en gran parte sobre las areniscas de Numidia, sobre las

que se desarrollan mejor que sobre las areniscas cuarcíticas. En el segundo sector predominan los terrenos de origen eruptivo del Terciario silíceo y areniscas con formaciones calcáreas en las cumbres más altas.

Las precipitaciones son de 815 mm de media anual en el sector litoral, lloviendo una media de cien días al año (datos procedentes de siete estaciones), y de 715 mm en el sector telliano, lloviendo una media de 90 días al año (datos procedentes de siete estaciones). Las temperaturas medias son superiores en el sector litoral, siendo la media anual cercana a 18° C, en tanto que es próxima a 14° C en el sector telliano. Estas diferencias de temperaturas entre ambos sectores se debe sobre todo a un menor valor de las temperaturas mínimas en el sector telliano, en que se llegan a observar temperaturas de -9° C, en tanto que en el sector litoral muy excepcionalmente descienden por debajo de 0° C.

En el sector 2 la especie forestal dominante es el alcornoque, *Quercus suber* L., existiendo repoblaciones de *Eucalyptus camaldulensis* Delnh. y *Pinus Pinaster* Ait., en tanto que en el sector 7 el quejigo andaluz, *Quercus canariensis* Willd., adquiere mucha mayor presencia, llegando a formar masas de una calidad muy notable.

Las ecuaciones de cubicación que se presentan se encuentran diferenciadas en dos grupos correspondientes a dos estados selvícolas del alcornoque: alcornoques nunca descorchados, solamente con corcho bornizo, y alcornoques alguna vez descorchados, con corcho de reproducción o segundero.

Las ecuaciones de cubicación se construyeron por regresión lineal (Carbonell *et al.*, 1983) a partir de 234 alcornoques apeados distribuidos entre los sectores 2 y 7. En el sector 2 se eligieron 150 árboles y en el sector 7, 84.

La elección de los árboles tipo siguió la siguientes normas: los árboles tipo debían estar situados en el interior de las masas forestales, nunca al borde pistas, carreteras o cursos de agua. No debía tratarse de árboles deformados, mutilados o en mal estado sanitario. No se eligieron ejemplares con una ramificación inhabitual en estas masas. Se buscó que los ejemplares elegidos estuvieran repartidos en todos los tipos de masa existentes, y en todas las exposiciones, pendientes y altitudes.

En el caso de alcornoques nunca descorchados se eligieron árboles con circunferencia normal superior a 30 cm, buscando que los árboles más representados fuesen los que tuvieran una circunferencia normal entre 50 y 90 cm. En el caso de alcornoques descorchados alguna vez también debían tener una circunferencia normal superior a 30 cm y estar representadas todas las combinaciones de circunferencia y altura total existentes. Los árboles elegidos debían representar toda la gama existente de alturas de descorche, estando bien representados los árboles con coeficientes de descorche entre 1 y 2. No se eligieron alcornoques con altura de descorche inferior a 0,80 m o superior a 4 m, o con un coeficiente de descorche superior a 2,7.

De los 234 árboles elegidos, 136 eran alcornoques que habían sido descorchados al menos una vez y 98 eran alcornoques nunca descorchados, de los que solamente los 48 que tenían una circunferencia normal sobre corcho igual o superior a 70 cm fueron utilizados para la obtención de la ecuación de cubicación del volumen de corcho bornizo de primera pela.

De cada uno de los árboles tipo de alcornoque elegidos, una vez apeados, se anotó:

- La circunferencia normal sobre corcho y bajo corcho.
- La circunferencia normal sobre corcho y bajo corcho en el centro de las trozas de un metro en que se dividió el fuste. El fuste se consideró que finalizaba a la altura en que la circunferencia sobre corcho era de 30 cm.
- La altura total y la altura de fuste.
- La altura de descorche, si éste había tenido lugar.

En la Tabla 1 figura el reparto de los árboles tipo de alcornoque nunca descorchados de acuerdo a su circunferencia normal sobre corcho y su altura total, y en la Tabla 2 el reparto de los árboles tipo de alcornoque alguna vez descorchados de acuerdo a su circunferencia normal sobre corcho y su altura total.

TABLA 1

ARBOLES TIPO DE ALCORNOQUE NUNCA DESCORCHADOS SEGUN SU CIRCUNFERENCIA NORMAL CON CORCHO Y SU ALTURA TOTAL

Type trees of cork oak never uncorked according to their normal circumference with cork and their total height

Circunferencia Normal sobre corcho	30-49	50-69	70-89	90-109	110-129	130-149	TOTAL
30-49	8	5	1				14
50-69	9	15	11	1			36
70-89	3	14	18	5			40
90-109			4	2	2		8
Total	20	34	35	8	2		98

TABLA 2

ARBOLES TIPO DE ALCORNOQUE ALGUNA VEZ DESCORCHADOS SEGUN SU CIRCUNFERENCIA NORMAL CON CORCHO Y SU ALTURA TOTAL

Type trees of cork oak once uncorked according to their normal circumference with cork and their total height

Circunferencia Normal sobre corcho	< 50	50-69	70-89	90-129	> 130	TOTAL
< 50			2			2
50-69	2	5	14	3		24
70-89	2	19	38	17	5	81
90-129			10	15	2	27
> 130					2	2
Total	4	24	74	35	9	136

RESULTADOS Y DISCUSION

Las ecuaciones de cubicación obtenidas para los alcornoques nunca descorchados fueron:

- Volumen de madera sin corcho:

$$\text{Ln VMSC} = -6,7314 + 2,3637 \text{ Ln CC} + 0,6268 \text{ Ln AT}$$

$$R^2 = 0,914$$

- Volumen de corcho bornizo de apeo:

$$\text{Ln VCBA} = -5,9950 + 2,2228 \text{ Ln CC} + 0,3724 \text{ Ln AT}$$

$$R^2 = 0,898$$

- Volumen de corcho bornizo de primera pela:

$$\text{VCBPP} = (2,9482 - 0,09109 \text{ ECO} + 0,00105 \text{ ECO}^2) \text{ VCO}$$

$$R^2 = 0,520$$

Las ecuaciones de cubicación obtenidas para el alcornoque descorchado al menos una vez fueron:

- Volumen de madera sin corcho:

$$\text{Ln VMSC} = -4,6882 + 2,0283 \text{ Ln CS} + 0,6290 \text{ Ln AT}$$

$$R^2 = 0,952$$

- Volumen de corcho bornizo de apeo:

$$\text{Ln VCBA} = -3,6211 + 1,6632 \text{ Ln CS} + 0,5869 \text{ Ln (AT-AD)}$$

$$R^2 = 0,750$$

- Volumen de corcho de reproducción:

$$\text{Ln VCR} = -7,8573 + 1,1913 \text{ Ln CS} + 0,7546 \text{ Ln AD} + 1,2256 \text{ Ln ECO}$$

$$R^2 = 0,812$$

Siendo:

CC = Circunferencia normal con corcho (cm).

CS = Circunferencia normal sin corcho (cm.)

AT = Altura total (dm).

AD = Altura de descorche (dm).

VMSC = Volumen de madera sin corcho (dm³).

VCBC = Volumen de corcho bornizo de apeo (dm³).

VCBPP = Volumen de corcho bornizo de primera pela (dm³).

VCR = Volumen de corcho de reproducción (dm³).

ECO = Espesor medio normal del corcho (mm), obtenido partir de las circunferencias normales sobre y bajo corcho.

VCO = (ECO × CC - ECO²) ADA, siendo ADA la altura en dm del descorche a aplicar que se obtuvo adoptando un coeficiente de descorche de 1,5.

Se puede observar cómo los coeficientes de determinación de los ajustes obtenidos por regresión lineal son más bajos para las ecuaciones de cubicación de

corcho que las de madera. Todas estas ecuaciones de cubicación presentan unos coeficientes de determinación aceptables, a excepción de la ecuación de volumen de corcho bornizo de primera pela, en que tras haber ensayado con modelos logarítmicos y parabólicos se eligió el presentado, basado en un coeficiente mórfico variable, función del espesor medio normal del corcho, que se aplica al volumen de una corona cilíndrica de altura igual a la del descorche a aplicar, circunferencia igual a la circunferencia normal con corcho y espesor igual al espesor medio normal de corcho.

Esta ecuación presenta como principal ventaja el poder ser extrapolada sin grandes riesgos para valores de circunferencia normal con corcho superiores a los valores de la reducida muestra de árboles tipo con que se construyó (48 pies), pero presenta como principales deficiencias el que éstos no superaban los 100 cm de circunferencia normal sobre corcho y su bajo coeficiente de determinación.

CONCLUSIONES

Las ecuaciones de cubicación obtenidas para el alcornoque, tanto de volúmenes de madera como de corcho, son en su mayoría buenas y aceptables para su utilización en los alcornocales orientales del norte de Africa, en tanto no se disponga de otras obtenidas a partir de un número mayor de árboles tipo.

SUMMARY

Volume equations for the cork oak in East Algeria

The volume equations obtained for the cork oak (*Quercus suber* L.) in the inventory of the forests of El Kala-Souk Arhas (East Algeria) are presented. These equations are separated in two groups, one for the cork oaks never stripped and the other for the cork oaks at least once stripped. The equations are in the case of the cork oaks never stripped for the volumes of wood, virgin cork from the first stripping and virgin cork of cut, and in the case of cork oaks at least once stripped for the volumes of wood, virgin cork of cut and cork in planks.

KEY WORDS: Cork oak
Quercus suber
Cork
Volume equations

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BOUCHON J., 1974. Les tarifs de cubage. CNRF/ENGREF, París.
BOUDY P., 1948. Economie forestière nord-africaine. Tomo I, Editions Larose, París.
CARBONELL E., DENIS J. B., CALVO R., GONZALEZ F., PRUÑONOSA V., 1983. Regresión lineal. Un enfoque conceptual y práctico. Colección Monografías INIA, 43. Madrid.
FERREIRA M. C., 1991. Modeling cork oak production in Portugal. Agroforestry Systems, 16: 41-54, Kluwer Academic Publishers.
IFN, 1980. Las frondosas en el Primer Inventario Forestal Nacional. Sección de Inventario y Mapas, ICONA, Madrid.

- MARTINEZ MILLAN J., ARA LAZARO P., GONZALEZ DONCEL I., 1994. Ecuaciones alométricas de tres variables: Estimación de volumen, crecimiento y porcentaje de corteza de las principales especies maderables españolas. Invest. Agrar., Sist. Recur. For., Vol. 2, 211-228.
- MONTERO G., 1988. Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornoques en función de la calidad de estación y de los tratamientos selvícolas. Tesis Doctorales, 75, INIA, Madrid.
- MONTERO G., SAN MIGUEL A., ALIA R., 1991. Estructura y producción de los alcornoques (*Quercus suber* L.) del SO de España. Invest. Agrar., Sist. Recur. For., Vol. 0, 69-74.
- MONTOYA J. M., 1988. Los alcornoques. MAPA-SEA, Serie Manuales Técnicos. Madrid.
- NATIVIDADE J. V., 1950. Subercultura. Direc. G. Serv. Flor. e Aquícolas, Lisboa.
- PARDE J., BOUCHON J., 1988. Dendrometrie. ENGREF, Nancy.
- PEYERIMHOFF P., 1941. Carte forestière de L'Algerie et de la Tunisie. Imprim. Papeterie Baconnier Frères, Argel.
- RIBEIRO N. A., 1992. Caracterização do potencial produtivo de un area de sobro na região de Coruche. Com. en 1.º Encontro sobre os montados de sobro e azinho, Evora (Portugal).