

TABLAS DE PESO PARA PIES INDIVIDUALES DE REBOLLO (*QUERCUS PYRENAICA* WILLD.) EN MONTES BAJOS DEL SISTEMA CENTRAL ESPAÑOL

A. SAN MIGUEL AYANZ¹ .
A. FERNANDEZ CANCIO².
J. SAN MIGUEL AYANZ³

¹ Dpto. Silvopascicultura (U.P.M.). E.T.S.I. Montes. Ciudad Universitaria 28040 Madrid.

² Dpto. Sistema forestales. I.N.I.A. Apdo. 8.111. 28080. Madrid.

³ Dpmt. Forestry and Resource Management. 145 Mulford Hall. U.C. Berkeley CA 94720

RESUMEN

Se presentan tablas y tarifas de peso para chirpiales (brotes de cepa o raíz) de rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) utilizando el diámetro basal D (a 25 cm sobre el suelo) y la altura total H, como variables independientes en modelos potenciales y lineales. Los primeros se ajustaron por técnicas de regresión no lineal y los últimos por regresión lineal.

D presenta una correlación muy alta con el peso seco total del chirpial y puede utilizarse como única variable independiente en tarifas locales construidas a partir de modelos potenciales. Para grandes áreas, es necesario incluir también la variable H en el modelo, que proporciona así estimaciones precisas para chirpiales de masas muy distintas. En este caso, se han obtenido resultados muy similares con ecuaciones potenciales y lineales, lo que, dada la simplicidad de estas últimas, nos lleva a utilizarlas para la confección de las tablas de peso que se presentan.

Finalmente, se presentan datos adicionales de porcentajes en peso de corteza y materia seca por categorías diamétricas.

PALABRAS CLAVE: Biomasa
Monte bajo
Rebollo
Quercus pyrenaica

INTRODUCCION

El rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) es una de las especies arbóreas más abundantes y características en España y seguramente la mejor adaptada al método de beneficio de monte bajo por su facilidad de rebrote de cepa y raíz (a ello alude su nombre vulgar). Por eso, la mayor parte de sus masas son tallares (montes regenerados por brotes de cepa y/o raíz) que tradicionalmente se han aprovechado para leña en turnos de 20-25 años.

Recibido: 10-10-91.

Aceptado para su publicación: 12-2-92.

El rebollo es una especie silicícola que, no obstante, puede vivir sobre suelos calizos descalcificados. Prefiere climas mediterráneos subhúmedos, aunque también se presenta en mediterráneos semiáridos en zonas relativamente húmedas e incluso en atlántico-centroeuropeos con cierta sequedad estival (Allué Camacho, 1991). El área de las masas en que se constituye en especie dominante en España se acerca a las 600.000 ha.

Los estudios realizados sobre la especie no son abundantes, pero existe una información relativamente aceptable sobre su fitosociología (Martínez, Molero, 1981; Mesón, 1982b; Mesón, Montoya, 1985; Rivas Martínez, 1987; etc), ecología (Mesón, 1982a; Aramburu, 1984; Allué Camacho, 1991; etc.) y posibilidades de utilización de sus masas (Zulueta, 1981; Montoya, 1982, 1983; San Miguel, 1985). Sin embargo, los trabajos relativos a su selvicultura y a la cuantificación de su biomasa y producciones son todavía muy escasos (Monzón, 1951; Gallardo *et al.*, 1986; González Doncel, 1987; Allué Camacho, Hernández, 1990; Allué Camacho, San Miguel, 1991; Bengoa *et al.*, 1991).

En este trabajo presentamos tablas y tarifas de peso para chirpiales (brotes de cepa o raíz) individuales de rebollo en el Sistema Central español y aportamos datos adicionales sobre la composición diamétrica y los porcentajes de corteza y humedad de esta biomasa. Con ello, pretendemos contribuir al conocimiento de las bases ecológicas que permitan el aprovechamiento racional de los rebollares (la biomasa aporta una valiosa información ecológica sobre el sistema rebollar y constituye su principal producto) y, también, proporcionar a sus actuales gestores una herramienta que les permita estimar con facilidad, a priori o a posteriori (tras la corta), la cantidad y calidad de la biomasa existente en dichos montes.

MATERIAL Y METODOS

Toma de datos

La toma de datos se efectuó poco antes del inicio de la foliación (finales de abril) en tallares de calidad media de tres zonas representativas del área de distribución del rebollo en el Sistema Central: Cercedilla y Rascafría en Madrid, y Riaza en Segovia. Las masas de las dos primeras zonas corresponden a la serie *Luzulo forsteri-Querceto pyrenaicae* S. Riv. Mart. 1962 y la de la tercera a *Festuco heterophyllae-Querceto pyrenaicae* S. Br. -Bl. 1967.

En cada una de ellas se trató de cubrir homogéneamente el rango de variación diamétrica de los chirpiales de la masa, eligiendo aproximadamente el mismo número de árboles-dato para cada clase diamétrica de 1 cm. Así, se seleccionó una muestra de 433 pies repartidos de la siguiente forma: 155 en Cercedilla, 138 en Rascafría y 140 en Riaza. Tras su apeo, se tomaron, en cada uno de ellos, los siguientes datos:

D = Diámetro basal, a 25 cm sobre el suelo, en centímetros.

H = Altura total, en metros.

Pf = Peso total en fresco, en kilogramos.

Se midió el diámetro basal en vez del normal, a 1,30 m de altura, para poder calcular los pesos de pies de pequeño tamaño y para, una vez obtenidas las tarifas, poder estimar la biomasa extraída de una masa a partir de los diámetros de los tocones. No obstante, para poder efectuar una transformación de variable y trabajar con diámetros normales,

hemos ajustado, por regresión lineal y para la misma muestra de árboles, la ecuación que relaciona al diámetro basal con el normal, obteniendo el siguiente resultado:

$$D = 1,519988 + 1,13906 DN \quad r^2 = 0,9477$$

donde DN es el diámetro normal, a 1,30 m sobre el suelo, en centímetros.

Asimismo, y para cada chirpial, se separó la biomasa correspondiente a las tres categorías diamétricas clásicas: chasca (menos de 2 cm), leña fina (de 2 a 7 cm) y leña gruesa (más de 7 cm), y se llevaron varias muestras de cada una de ellas al laboratorio para calcular su contenido en materia seca (105°C hasta peso constante) y corteza (porcentaje en peso sobre materia seca). De esta forma se pudo conocer también para cada chirpial su peso seco total (P), su porcentaje de corteza y la composición diamétrica de su biomasa.

Tratamiento estadístico

La revisión bibliográfica efectuada (Young, 1976; Pardé, 1980; BonhPam, 1988, etc.) y los resultados obtenidos en experiencias anteriores (San Miguel *et al.*, 1988; Allué Camacho, San Miguel, 1991; Bengoa *et al.*, 1991) nos llevaron a ajustar los datos obtenidos en cada una de las zonas y en su conjunto a los siguientes modelos:

$$P = a D^b ; \quad P = a D^b H^c \quad \text{y} \quad P = a D^2 H$$

donde P = peso seco del chirpial (en kg), D = diámetro basal (en cm), H = altura total (en m) y a, b, c = parámetros a estimar.

Los dos primeros modelos presentan las ventajas de proporcionar generalmente muy buenos ajustes y de tener un claro significado biológico al reconocer la proporcionalidad (alometría) existente entre los incrementos relativos de dos atributos de una misma planta ($dy/y = a \times dx/x$).

El tercer modelo, en el que D^2H se considera como variable independiente única, presenta las ventajas de su simplicidad: es lineal, y de tener también un cierto significado biológico, ya que representa el producto de un volumen por un parámetro que corresponde al producto de un coeficiente mórfico por una densidad. En los tres casos se ha suprimido en el modelo la ordenada en el origen porque carece de significado biológico.

Los ajustes de las dos primeras ecuaciones se efectuaron por regresión no lineal por máxima verosimilitud (programa MLP de la Rothampstead Experimental Station) y los de la tercera por regresión lineal simple (programa BMDPIR de la Universidad de California).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos con los tres tipos de ecuaciones en cada una de las zonas y en su conjunto se presentan resumidos en la Tabla 1. En ella, sólo se incluye el valor del estadístico r^2 en el tercer tipo de ecuación por ser la única que se ha obtenido por regresión lineal.

Como puede observarse, las ecuaciones obtenidas con el primer modelo, potencial con una sólo variable independiente (D), son aceptables aunque, como se deduce del análisis de las desviaciones típicas de los parámetros y de la comparación de las curvas obtenidas para las distintas zonas, no es recomendable su empleo fuera de la masa para la cual han sido elaboradas.

La inclusión de la variable H (altura) en el modelo hace mejorar bastante la precisión de las estimas al reducir notablemente la suma de cuadrados medios residuales; y permite generalizar el empleo de las ecuaciones predictivas a áreas mayores, como puede comprobarse comparando las curvas obtenidas para las distintas zonas y para su conjunto.

Con respecto a los modelos que incluyen dos variables independientes (D y H), los resultados obtenidos son muy similares. Por ello, considerando que uno de ellos incluye dos parámetros y es no lineal, mientras que el otro sólo tiene un parámetro y es lineal, creemos que, al menos en este caso, es más recomendable la utilización del lineal para la construcción de tablas de peso para árboles individuales.

TABLA 1
ECUACIONES PARA ESTIMAR EL PESO (M.S.)
DE CHIRPIALES INDIVIDUALES DE REBOLLO

Dry matter estimation equations for individual rebollo oak (Quercus pyrenaica Willd) coppice shoots

ECUACION	CERCEDILLA	RASCAFRIA	RIAZA	TOTAL
$p = aD^b$	a = 0,02455 (0,0059) b = 2,47534 (0,0848) SCMR = 10,34	a = -0,03936 (0,0100) b = 2,44518 (0,0904) SCMR = 23,37	a = 0,04152 (0,0120) b = 2,32023 (0,1014) SCMR = 21,64	a = 0,04419 (0,0087) b = 2,31744 (0,0698) SCMR = 28,19
$p = aD^bH^c$ (*)	a = 0,01611 b = 1,79670 c = 1,20000 SCMR = 8,36	a = 0,01173 b = 1,92068 c = 1,20000 SCMR = 16,33	a = 0,01111 b = 1,78470 c = 1,40000 SCMR = 12,89	a = 0,02924 (*,0001) b = 1,67837 (0,0347) c = 1,08079 (0,0465) SCMR = 13,49
$p = aD^2H$	a = 0,01338 (0,0002) $r^2 = 0,97$ SCMR = 8,49	a = 0,01475 (0,0002) $r^2 = 0,97$ SCMR = 15,31	a = 0,01367 (0,0002) $r^2 = 0,96$ SCMR = 13,29	a = 0,01393 (0,0001) $r^2 = 0,94$ SCMR = 12,91

Los valores incluidos entre paréntesis corresponden a los errores standard de los parámetros.

Values between brackets are standard errors of parameters.

SCMR = Suma de cuadrados medios residuales (suma de cuadrados de los residuos dividida por los grados de libertad).

Residual mean square.

(*) En las ecuaciones obtenidas para las zonas individuales se omite el valor del error standard porque, aunque los valores de los parámetros permanecen estables después de un número muy grande de iteraciones, el algoritmo no alcanza la convergencia.

En la Tabla 2, se presenta la tabla de peso (materia seca) elaborada con el modelo lineal $P = aD^2H$ para el Sistema Central y se incluyen datos adicionales sobre el porcentaje de corteza en peso y el contenido en humedad en el momento de la toma de muestras.

TABLA 2
TABLA DE PESO PARA REBOLLOS (*QUERCUS PYRENAICA* WILLD)
Weight table for individual rebollo oak (Quercus pyrenaica Willd) coppice shoots

D/H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,014	0,028											
2	0,056	0,111	0,167										
3	0,125	0,251	0,376	0,501									
4	0,222	0,446	0,669	0,891	1,114								
5	0,348	0,696	1,045	1,393	1,741	2,089							
6	0,501	1,003	1,504	2,006	2,507	3,009	3,501						
7		1,365	2,048	2,730	3,412	4,095	4,778	5,460					
8		1,783	2,674	3,566	4,458	5,349	6,241	7,132					
9			3,385	4,513	5,642	6,770	7,898	9,027	10,155	11,283			
10			4,179	5,572	6,965	8,358	9,751	11,144	12,537	13,930	15,323		
11			5,056	6,742	8,428	10,113	11,799	13,484	15,170	16,855	18,388	19,920	
12			6,018	8,023	10,030	12,035	14,041	16,047	18,053	20,059	21,883	23,706	
13			7,062	9,417	11,771	14,125	16,479	18,833	21,187	23,542	25,896	28,054	30,604
14				10,921	13,651	16,382	19,112	21,842	24,572	27,303	30,033	32,536	35,494
15				12,537	15,671	18,805	21,940	25,074	28,208	31,342	34,477	37,350	40,745
16				14,264	17,830	21,396	24,962	28,529	32,095	35,661	39,227	42,496	46,359
17				16,103	20,129	24,155	28,180	32,206	36,232	40,258	44,283	47,974	52,335
18				18,053	22,567	27,080	31,593	36,106	40,620	45,133	49,646	53,784	58,673
19				20,115	25,144	30,172	35,201	40,230	45,258	50,287	55,316	60,345	65,373
20					27,860	33,432	39,004	44,576	50,148	55,720	61,692	66,864	72,436
21						36,859	43,002	49,145	55,288	61,431	67,574	73,717	78,861
22						40,453	47,195	53,937	60,679	67,421	74,163	80,905	87,648
23							51,583	58,951	66,321	73,690	81,059	88,428	95,797

La tabla ofrece, para cada combinación diámetro basal (cm)-altura total (m), el peso, en kg de materia seca, de la biomasa aérea sin hojas. La ecuación utilizada para la obtención de dichos pesos es: $P = 0,01393 D^2H$, donde P = peso total en kg de materia seca, D = diámetro basal en cm, H = altura total en m.

Otros datos de interés obtenidos en la muestra de 433 árboles son:

PORCENTAJE DE CORTEZA: Chasca (0-2): 39,3 (en peso)	Leña fina (2-7 cm): 32,0 Leña gruesa (más de 7 cm): 29,0	PORCENTAJE DE MATERIA SECA: Chasca: 55,7 Leña fina: 57,9 Leña gruesa: 59,6
--	---	--

En la Figura 1, se representan gráficamente los datos correspondientes a cada una de las zonas y la ecuación lineal predictiva obtenida para su conjunto. Como puede observarse, no se aprecian diferencias en la distribución relativa de los datos correspondientes a cada una de las zonas con respecto a la recta, lo que confirma la posibilidad de empleo de la ecuación en masas pertenecientes a zonas muy diferentes.

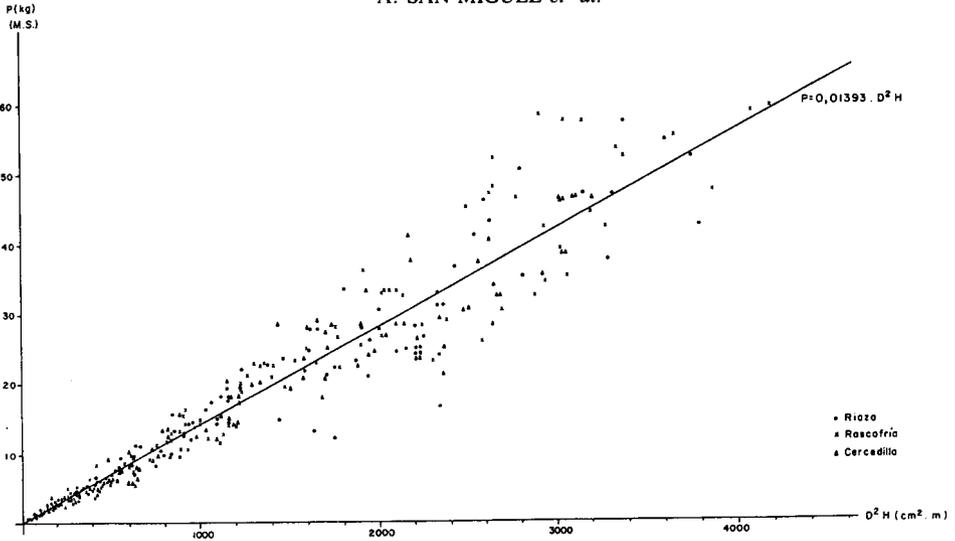


Fig. 1.

Fig. 1.—Diagrama de la relación entre el peso total de materia seca (P), en kg, y $D^2 H$ en donde D es el diámetro basal, en cm, y H altura total en metros.
 Plot of dry matter total weight (P) in kg versus $D^2 H$, where D is basal diameter, in cm, and H, total height, in m.

SUMMARY

Weight tables for individual rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) coppice shoots in the Central Massif (Central Spain).

Weight tables for individual rebollo oak (*Quercus pyrenaica* Willd.) coppice shoots (from roots or stumps) are presented using basal diameter, D (25 cm above floor level) and total height, H, as independent variables in potential (allometric) and linear models. The former were fitted through non linear regression and the latter through linear regression.

D shows a high correlation with total oven dry weight and may be used as the only independent variable in local weight tables built from potential equations. For large areas, it is necessary to also include H in the equation which, this way, offers good estimates for trees belonging to different stands. In this case, similar results have been achieved with potential (allometric) and linear equations and therefore the latter, which is simpler, has been chosen.

Finally additional data are presented on bark and oven dry weight percentages for different diametrical classes.

KEY WORDS: Biomass
 Coppice
 Rebollo oak
Quercus pyrenaica

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLUE CAMACHO M., 1991. Posición fitoclimática general de *Quercus pyrenaica* Willd.. Comunicación. III Jornadas de Ecología Terrestre. León.
 ALLUE CAMACHO M., HERNANDEZ E., 1990. Silviculture and Management of Stands of *Quercus pyrenaica* Willd. On the northern slopes of the Central Spain Mountain Range. IUFRO Working Groups S1.01-02 & S1.05-08 Meeting on «Mountain Silviculture in the Southern Alps». Trento, Bolzano. Italia.

- ALLUE CAMACHO M., SAN MIGUEL A., 1991. Estructura, evolución y producción de tallares de *Quercus pyrenaica* Willd. En el centro de España. Inv. agrar., Sist. recur. for., 0: 35-48.
- ARAMBURU M.P., 1982. Contribución al estudio de *Quercus pyrenaica* en el Sistema Central y la provincia de Santander. Tesis Doctoral. Fac. C. Biol. Univ. Complutense. Madrid.
- BENGOA J., SAN MIGUEL A., ALLUE CAMACHO M., 1991. Estimación de biomasa y determinación de calidad en tallares de rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la Rioja. Comunicación. III Jornadas de Ecología Terrestre. León.
- BONHAM C.C., 1988. Measurements for terrestrial vegetation. J. Wiley, sons. New York.
- GALLARDO JF., SANTA REGINA I., SAN MIGUEL C., 1986. Retorno al suelo y evolución de la descomposición de la hojarasca en tres ecosistemas forestales de la Sierra de Bejar (resumen), pp: 102-103. En: Bases Ecologiqués per la gestió ambiental. Diputacó de Barcelona. Barcelona.
- GONZALEZ DONEL I., 1987. El rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) de la provincia de León como opción energética: regeneración tras las cortas y tablas para la estimación en peso de la biomasa. Tesis Doctoral E.T.S.I. Montes. Univ. Politécnica. Madrid. 188 pp.
- MARTINEZ J.M., MOLERO J., 1981. Ecología y fitosociología de *Quercus pyrenaica* Willd. en la provincia Bética. Los melojares béticos y sus etapas de sustitución. Lazaroa, IV: 91-104.
- MESON M.L., 1982a. Bases ecológicas y pascícolas para la planificación de las masas de *Quercus pyrenaica* Willd. en la provincia de Madrid. Tesis Doctoral. Fac. C. Biol. Univ. Complutense. Madrid.
- MESON M.L., 1982b. Tipificación forestal de los bosques españoles: los rebollares de *Quercus pyrenaica* Willd. Bol. Est. Central de Ecología 11(21):11-18.
- MESON M.L., M.L. MONTOYA J.M., 1985. Vegetación forestal y degradación de los bosques de *Quercus pyrenaica* Willd. en España. Comunicaciones INIA Serie Recursos Naturales nº 41, Madrid. 138 pp.
- MONTOYA J.M., 1982. Selvicultura, ordenación y economía de los rebollares de *Quercus pyrenaica* Willd. Bol. Est. Central de Ecología 11(22): 3-13.
- MONTOYA J.M., 1983. Usos alternativos y conservación de los rebollares de *Quercus pyrenaica* Willd. Bol. Est. Central de Ecología 12(23): 35-42.
- MONZON C., 1951. Monte bajo. Rev. Montes 39:157-164.
- PARDE J., 1980. Forest Biomass (Review Article). Forestry Abstracts 41(8):343-362.
- RIVAS MARTINEZ S., 1987. Memoria del Mapa de las Series de Vegetación de España. ICONA. Madrid. 268 pp.
- SAN MIGUEL A., 1985. Variaciones producidas en un pastizal arbolado con rebollos (*Quercus pyrenaica* Willd.) por claras de distinta intensidad. Anales INIA, Serie Forestal 9: 97-104.
- SAN MIGUEL A., FERNANDEZ A., YAGUE S., 1988 Ecuaciones para estimar la biomasa en pie en tallares de chopo a turno corto. Invest. Agr.: Prod. Prot. veg. Vol. 3(1): 85-97.
- YOUNG H.E., 1976. A summary and analysis of wieght table studies. En. Oslo Biomass Studies. pp. 251-282. XV International Congress IUFRO.
- ZULUETA J., 1981. Recherches en vue de lámélioration des pâturages dans les fôrest de *Q. faginea* et *Q. pyrenaica* en Espagne. Fôret Méditerranéenne, III (1): 58-61.