

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE *Quercus ilex* L. EN VARIAS PROVINCIAS ESPAÑOLAS.

AUTORES.

- 1: J. CANO
- 2: Á. GONZÁLEZ
- 3: J. VILLANUEVA

DIRECCIONES.

Autores 1 y 2: Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A. (Tragsatec)
C/ Conde de Peñalver, 84
28006 Madrid

Autor 3: Ministerio de Medio Ambiente
Secretaría General de Medio Ambiente
Dirección General de Conservación de la Naturaleza
Subdirección General de Montes
Gran Vía de San Francisco, 4
28005 Madrid

RESUMEN.

El presente artículo resume la metodología seguida en el Tercer Inventario Forestal Nacional para calcular tarifas de crecimiento individual en función del diámetro normal del pie.

Para ello se toma como ejemplo una especie poco conocida respecto a éste parámetro y de especial relevancia: *Quercus ilex* L. También se analiza la relación de algunos parámetros geográficos y fisiográficos con su crecimiento.

PALABRAS CLAVE: crecimiento, *Quercus ilex*, España.

SUMMARY.

This extract summarizes the method used on the Third Forest Spanish Inventory to estimate the individual growth equations according to the normalized diameter of tree.

For that, it is taken as an example, an important specie whose growth parameter is barely known: *Quercus ilex* L. Also, the relationship among geographic and physiographic parameters and this specie growth is analyzed.

KEY WORDS: growth, *Quercus ilex*, Spain.

INTRODUCCIÓN.

Una de las características fundamentales de las masas forestales arboladas es el crecimiento de los árboles, ya que estos son la base del ecosistema. Para su gestión resulta necesario conocer y predecir su evolución, ya sea para poder planificar y alcanzar los objetivos productivos de madera, como los protectores, de cobijo a las especies cinegéticas, recreativos, paisajísticos, etc. De los múltiples parámetros que pueden considerarse para estimar la evolución de las masas forestales, el crecimiento del fuste es uno de los más adecuados y utilizados.

La bibliografía forestal recoge cualitativamente información del crecimiento de la mayor parte de las especies forestales arbóreas características de los ecosistemas españoles. Pero su cuantificación se limita a un reducido número de ellas (MADRIGAL *et al.* 1999, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE 1998). Algunas especies de crecimiento muy lento han estado descuidadas de investigación (*Quercus ilex*, *Quercus suber*, *Olea europaea*, etc.) en lo que respecta a este parámetro. En muchos trabajos, sus crecimientos ha sido considerados nulos, y en otros se han asemejado al de otras de crecimiento muy escaso.

Los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) permiten cuantificar los crecimientos de dichas especies y revisar los que ya se tenían de otras, mediante mediciones repetidas sobre los mismos pies con un lapso de tiempo de 10 a 12 años.

A continuación se expone la metodología utilizada en el IFN3 para la estimación de tarifas de crecimiento de volumen de fuste con corteza, tomando como ejemplo la especie *Quercus ilex*, por la novedad que supone para la ciencia forestal. Además, para profundizar en el conocimiento de dicha especie, se analiza la relación de ciertas características geo y fisiográficas en su crecimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Estimación de tarifas de crecimiento.

Para estimar el crecimiento individual se han tomado los datos de los pies de las parcelas de muestreo del Segundo Inventario Forestal Nacional, IFN2 (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE 1998) medidas entre 1986 y 1996, según provincias. El diseño del muestreo fue sistemático con malla cuadrada de 1 Km sobre los puntos con vegetación arbolada según el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 de la Dirección General de Producción Agraria del MAPA u otros mapas forestales autonómicos más actualizados en algunas provincias. Esta metodología se llevó a cabo en 46 de las 50 provincias españolas. En las otras cuatro -Islas Baleares, Asturias, Cantabria y Navarra- se realizó un muestreo aleatorio estratificado con afijación óptima según el Primer Inventario Forestal Nacional, IFN1 (MINISTERIO DE AGRICULTURA 1965-1974). Estos pies han sido localizados y vuelto a medir en el ciclo del IFN3, excepto en Asturias e Islas Baleares, donde se implantó el muestreo sistemático sin medir las parcelas del IFN2. Hasta el momento (Febrero de 2000) se han remedido, y por este orden, las siguientes provincias: A Coruña, Pontevedra, Lugo, Ourense, Murcia, La Rioja, Navarra, Cantabria, Madrid y Tarragona.

Uno de los objetivos del IFN es obtener resultados a nivel de provincia. Por ello la metodología que se detalla a continuación se realiza para los pies medidos en cada una de ellas.

El diseño de las parcelas de inventario es de radio variable según la distancia al centro de la parcela y el diámetro normal (D_n) de cada pie, siendo en todo caso el D_n mínimo inventariable de 75 mm. Los datos tomados de cada pie han sido:

- D_n, diámetro normal obtenido como media aritmética de dos medidas perpendiculares del diámetro del fuste a 1,3 m de distancia al suelo, en mm.
- H_t, altura total del pie en proyección vertical en m, excepto si el pie está inclinado más de 45°, que se mide la longitud máxima.
- F, forma de cubicación, según la forma del fuste con los criterios recogidos en el IFN2 (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, 1998).

En el IFN1, se midieron árboles tipo pies de las especies arbóreas más frecuentes (entre ellas el *Quercus ilex*) y se cubicaron según la siguiente fórmula:

$$VCC = \frac{\pi}{24} [2,2D_1^2 + 4D_n^2 + D_{2,4}^2] + (H_f - 2,4)(D_{2,4}^2 + 4D_{1,2}^2 + D_{\frac{1}{3}}^2)$$

Siendo: VCC, volumen de fuste con corteza en dm³.

D₁, diámetro del tocón en cm.

D_n, diámetro normal en cm.

D_{2,4}, diámetro a 2,4 m del suelo en cm.

H_f , altura o longitud de fuste en m.
 $D_{1/2}$, diámetro a mitad de ($H_f-2,4$) en cm.
 D_{ff} , diámetro a fin de fuste en cm.

Posteriormente se han calculado regresiones para cada especie y cada F según la función $VCC=f(D.n.,H.t.)$. Una vez establecidas estas tablas de cubicación, se calcula el volumen con corteza de cada pie medido, según la especie, F, D.n. y H.t., en el IFN2 y en el IFN3. El crecimiento anual del volumen de fuste con corteza (IACV) se calcula dividiendo la diferencia de ambos volúmenes entre el período entre ambos inventarios en años.

Para optimizar la bondad de los ajustes se han depurado los datos eliminando los que han disminuido la H, Dn, VCC, y los que han experimentado cambios de F "improbables" (diferentes criterios de asignar la F a cada pie según el operador, errores por diferentes causas, etc.)

Una vez evaluado el IACV de cada pie, se busca una ecuación de regresión $IACV=f(Dn_{IFN2})$. Para ello se tienen en consideración los siguientes modelos:

$$\begin{aligned} IACV &= a + b (D.n. - D.n.m.) \\ IACV &= a D.n.^b \\ IACV &= a + b (CD - CDm) \\ IACV &= a + b D.n.^2 \\ IACV &= a + b D.n. + c D.n.^2 \\ IACV &= p e^{(q D.n.)} \end{aligned}$$

Siendo: IACV, incremento anual de volumen de fuste con corteza en dm^3 .

D.n.m., diámetro normal medio de los medidos en la especie.

CD, clase diamétrica en cm y amplitud de clase de 5 cm.

CDm, clase diamétrica media medida de los medidos en la especie.

a, b, c, coeficientes estimados en cada modelo.

Relación entre el crecimiento, y la fisiografía y posición geográfica.

Para completar el estudio, se han buscado relaciones entre el crecimiento y la fisiografía posición geográfica. Para estudiar el crecimiento se consideran los cuatro parámetros siguientes:

IADn, incremento anual del D.n., en mm.

IAG, incremento anual del área basimétrica, en m^2/ha .

IAH, incremento anual de la H.t., en m.

IACV

Los parámetros de fisiografía y posición geográfica considerados son:

Altitud sobre el nivel del mar en m.

Pendiente, en %.

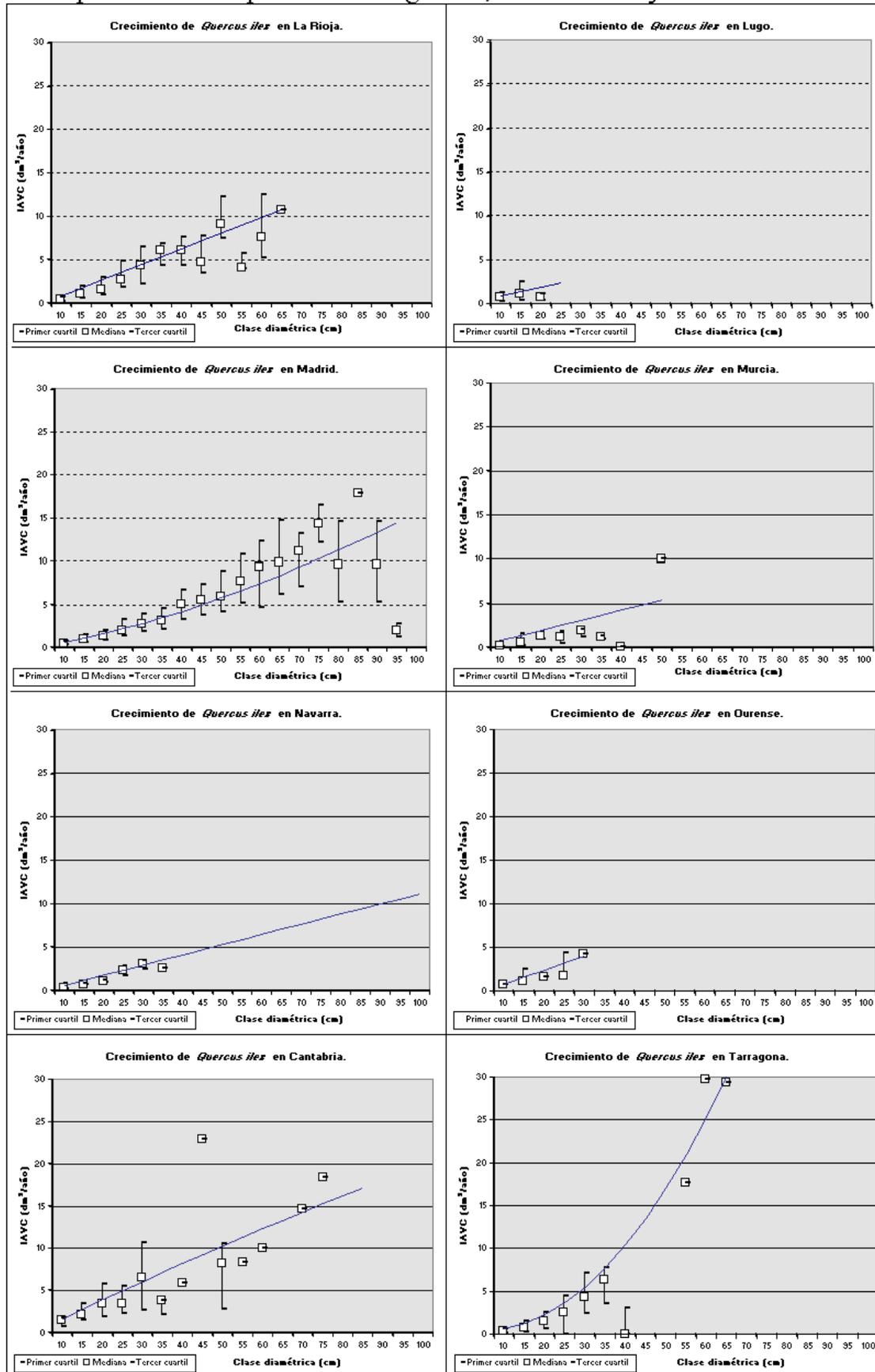
Latitud, coordenada Y del modelo UTM, en Km.

Debido a la influencia que ejerce el D.n. en el IACV, se han separado los datos en tres grupos según su D.n., desechando en todo caso los superiores a 525 mm por su escasez de número de datos y gran dispersión que presentan. De esta manera, para cada grupo, se ha realizado un análisis de correlación, utilizando el coeficiente de Pearson entre el primer y segundo grupo de parámetros.

Debido a que la intensidad de muestreo no es homogénea para todas las provincias, el análisis de correlación se ha realizado ponderando los datos de cada provincia con la cantidad de parcelas remedidas sobre el total de las de los estratos en los que se encontró esta especie en el IFN2.

Fig.1.

Fig.1. Tarifas de crecimiento estimadas para *Quercus ilex* L., por provincias. Representación gráfica, coeficientes y estadísticos.



Provincia	Período (años)	Modelo	Coeficientes del modelo				Estadísticos del modelo				
			a	b	c	D.n.m. (mm)	R ² A	RMSE	GL	F	Prob>F
La Rioja	12	IAVC = a + b(D.n. - D.n.m.)	2,15	0,01812710		175,6	0,4683	1,817	875	772,5	0,0001

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

De entre los modelos considerados para estimar el crecimiento del fuste a partir de su D.n., se han encontrado los mejores resultados con modelos lineales, parabólicos o exponenciales, según la provincia (ver Fig. 1). Todos los modelos obtenidos resultan significativos con un grado de confianza del 95%. Los coeficientes de correlación han resultado variables, desde el 0,7457 obtenido en Tarragona con 1.193 datos, hasta el 0,2369 de Lugo con 24.

Se ha representado gráficamente cada modelo, prolongándolo en el eje de las ordenadas hasta el máximo valor de D.n. encontrado en el muestreo del IFN3, independientemente de los valores de los pies utilizados para la estimación del IAVC (ver Fig. 1). En el mismo gráfico, también se han representado el primer cuartil, mediana, y tercer cuartil de los valores registrados en cada clase diamétrica, considerando una amplitud de clase de 5 cm. De esta manera puede apreciarse visualmente la bondad de cada regresión.

En general, las tarifas obtenidas son satisfactorias, especialmente para D.n. inferiores a 35 cm. Para valores superiores, en unos casos se sobrestimaría ligeramente el IAVC (La Rioja y Murcia), y en otros se subestimaría (Madrid), aunque en la mayoría de los casos dentro del intervalo comprendido entre el primer y tercer cuartil. Hay que tener en consideración la mayor dispersión de los datos para D.n. elevados.

Teniendo en cuenta la clasificación botánica de la especie que nos ocupa, se distinguen dos subespecies: *Q.ilex* subsp. *ballota* que se distribuye por las ocho provincias estudiadas y *Q.ilex* subsp. *ilex* que aparece en Cantabria, Tarragona, Murcia y Navarra (REAL JARDÍN BOTÁNICO 1990). Aunque los pies medidos en el análisis corresponden a ambas subespecies entremezcladas, sí se detecta un crecimiento ligeramente superior en Cantabria y Tarragona (con presencia de *Q.ilex* subsp. *ilex*), aunque no puede decirse lo mismo de Navarra y Murcia.

En general, el análisis de correlación ha encontrado diferencias significativas entre el crecimiento, la fisiografía y la posición geográfica del pie; aunque los coeficientes de correlación de Pearson han sido siempre muy bajos (ver Tabla 1). Cabe destacar que de los parámetros de crecimiento considerados, el que ha presentado mejores coeficientes ha sido el IAVC, y más aún para pies delgados (D.n. inferior a 225 mm), con la latitud y, en menor medida, la altitud.

Tabla 1. Matriz de correlación.

		D.n. entre 75 y 225 mm			D.n. entre 225 y 375 mm			D.n. entre 375 y 525 mm		
		Altitud	pendiente	latitud	altitud	pendiente	latitud	Altitud	pendiente	latitud
IADn	PCC	-0,1006	-0,0408	0,1476	-0,0805	0,0703	0,1663	0,0475	-0,0032	0,0081
	Pr> R	0,0001	0,0166	0,0001	0,0364	0,0679	0,0001	0,4943	0,9638	0,9072
IAG	PCC	-0,1078	-0,1022	0,1037	-0,0957	-0,0265	0,0856	0,0428	-0,0741	-0,0589
	Pr> R	0,0001	0,0001	0,0001	0,0128	0,4914	0,0261	0,5380	0,2865	0,3972
IAH	PCC	-0,1101	-0,1543	0,0534	-0,0648	-0,1200	-0,0297	-0,0392	-0,0905	-0,0776
	Pr> R	0,0001	0,0001	0,0017	0,0923	0,0018	0,4414	0,5731	0,1926	0,2643
IAVCC	PCC	-0,1238	-0,0361	0,2262	-0,2095	0,2270	0,3476	-0,2209	0,1688	0,2819
	Pr> R	0,0001	0,0344	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0013	0,0146	0,0001

PCC, coeficiente de correlación de Pearson y Pr>|R|, grado de significación.

Aparecen marcados con sombreado claro las correlaciones significativas, y en sombreado oscuro las que, además tienen un coeficiente de correlación de Pearson mayor de |0,2|.

De esta manera, se infiere que según la latitud, altitud y pendiente donde está ubicado el pie tiene crece de manera diferente. Fijándonos en el signo de los coeficientes de correlación, se podría afirmar que los pies que están situados más al Norte, a menor cota y menor pendiente, presentan mayor crecimiento, aunque los reducidos valores del coeficiente de correlación (inferiores a 0,35) aconsejan prudencia a la hora de extraer este tipo de conclusiones. Los coeficientes de correlación bajos, además indican que hay más factores que explican el crecimiento, lo que invita a profundizar su búsqueda (clima, suelo, silvicultura, etc.).

CONCLUSIONES.

Tras analizar los datos de 4.167 pies de *Quercus ilex* L., se han obtenido ocho tarifas de crecimiento de volumen de fuste con corteza en función del diámetro normal de pie, una para cada una de las siguientes provincias: Lugo, Ourense, Murcia, La Rioja, Navarra, Cantabria, Madrid y Tarragona.

La especie analizada ha presentado un crecimiento diferente en función de la latitud, altitud y pendiente del lugar donde habita, especialmente el crecimiento del volumen de fuste con corteza, aunque hay más factores relacionados con este parámetro.

BIBLIOGRAFÍA.

- MADRIGAL, A.; ALVAREZ, J.G.; RODRÍGUEZ, R.; ROJO, A.; (1999). *Tablas de producción para los montes españoles*. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid. 253 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; (1965-1974). *Inventario Forestal Nacional*. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Subdirección General de Estudios Técnicos y Servicios Especiales. Sección de Estudios Técnicos. Madrid.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; (1998). *Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996*. Publicaciones del Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.
- REAL JARDÍN BOTÁNICO; (1990). *Flora ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. II*. Servicio de Publicaciones del C.S.I.C..Madrid. 897 pp.