ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y BIOMASA DEL ACEBO EN LAS MASAS DE ESPESURA TRABADA EN LA ACEBEDA DE GARAGÜETA (SORIA).

GARCÍA, D.[1]; SAN MARTÍN, R[2].

[1] Dpto. de Investigación Forestal de Valonsadero. Junta de Castilla y León .
Apartado 175. Soria.

[2] Dpto. de Estadística e Investigación Operativa. E.T.S. de Ingenierías Agrarias. Palencia Universidad de Valladolid C/ Avda. de Madrid 57. Palencia 34071.

RESUMEN

Este estudio se ha realizado en la Acebeda de Garagüeta , bosque con estructura de monte bajo y claro origen antrópico, que sin duda es la acebeda pura más extensa e importante de la Península Ibérica.

Se ha delimitado, inventariado, caracterizado y dividido en estratos de diferentes densidades la zona de espesura trabada de la acebeda de Garagüeta. Se ha realizado un estudio de la cantidad y composición de la biomasa del acebo en estas zonas, comparando los resultados para distintas densidades. Se ha realizado un análisis de troncos y un estudio de la evolución temporal del crecimiento, tanto en altura como diametral, de los árboles que componen esta masa, en función de las densidades que soportan.

P.C.: *Ilex aquifolium*, acebo, crecimiento, biomasa, densidad.

SUMMARY

This study has been developed in the Acebeda of Garagüeta, holly coppice forest with an anthropic origin. It is beyond all doubt that this holly forest is the broadest pure holly stand in the Iberian Peninsula.

Those areas of the Garagüeta holly forest with overstocked crown cover have been delimited, inventoried, characterised and divided in strata with different density. The quantity and composition of the holly biomass has been surveyed in these zones, and results have been compared amongst areas with different densities. Stem analyses have been carried out by surveying radial growth data. Likewise, both diametral and height growth evolution were studied in every zone depending on the densities they bear. A density interval has been determined as the optimal one for the stand conservation in good sanitary state without modifying its structure.

K.W.: *Ilex aquifolium*, holly, growth, biomass, density.

INTRODUCCIÓN.

En el Sistema Ibérico Norte se encuentran algunas de las más importantes acebedas de la Península Ibérica. Su núcleo principal está situado al norte de la provincia de Soria, entre el puerto de Piqueras y la Sierra del Rodadero (al este del puerto de Oncala), ocupando las Sierras de Cebollera, Montes Claros, Rodadero, Tabanera, y el Valle del Alto Tera.

En estas masas tradicionalmente desde hace siglos se ha venido cortando y podando el acebo (*Ilex aquifolium* L.) para su aprovechamiento, bien para leña, o bien para alimentar al ganado; en la actualidad se sigue cortando pero con un uso diferente: ahora se aprovechan sus ramillas para adorno navideño.

El acebo es desde hace unos años una especie protegida en casi la totalidad del territorio español, protección surgida como reacción a los aprovechamientos abusivos aparecidos a consecuencia de la moda de adornar en Navidad con sus ramillas con frutos. Desde 1984 está protegido en Castilla y León, en el decreto 341/1991, de 28 de Noviembre se establece el régimen de protección del acebo (*Ilex aquifolium*) en el territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, y se manifiesta la necesidad de realizar los estudios y trabajos oportunos para la conservación y mejora de las acebedas. La ordenación de las principales acebedas de esta región fue aprobada en febrero de 1996 regulándose en ella sus aprovechamientos.

Por todo ello, y ante el abandono de sus usos tradicionales y el deterioro progresivo de estas masas forestales, la Junta de Castilla y León, a través del Departamento de Investigación Forestal de Valonsadero, abordó la realización de una serie de estudios con el objetivo primordial de conservar estas masas, de origen claramente antropozoogeno, aprovechándolas.

Las acebedas están compuestas por tres zonas de vegetación claramente diferenciadas: una zona de pastos, sin vegetación arbórea y con algo de matorral, principalmente de rosáceas y leguminosas en las vaguadas y zonas más húmedas; otra zona que podríamos definir como una dehesa de acebo con abundante matorral entre ellos; y finalmente, la zona de espesura trabada, una masa pura de acebo con espesura completa, más o menos extensa y continua, según la superficie de la acebeda.

Las masas de espesura trabada de la acebeda de Garagüeta presentan una densidad muy elevada y claros síntomas de decaimiento tales como: alta mortalidad, puntisecado de ramillas, copas reducidas y ralas, escasa producción de fruto, y crecimientos diametrales mínimos.

El objetivo de este estudio es conocer la estructura y dinámica de las zonas densas de la acebeda para plantear los tratamientos selvícolas adecuados que garanticen su persistencia y equilibrio.

MATERIAL Y METODOS.

Para la caracterización de las masas densas de la acebeda se realizó un inventario en dos tiempos por muestreo sistemático. El muestreo piloto constó de 5 parcelas de 100 m^2 situadas en zonas de diferentes densidades. En la segunda fase, de inventario propiamente dicho, se realizaron 40 parcelas circulares de radio 2,52 m que se situaron mediante una malla cuadrada de 107 m de lado. En cada una de ellas se tomaron datos ecológicos y fisiográficos y se apearon 3 árboles del estrato dominante: el central y dos periféricos.

Posteriormente se ha estratificado la masa mediante la clasificación automática jerarquizada de las parcelas para la densidad, medida en nº de pies / ha.

En cada uno de los pies cortados se midió *in situ* la altura total, el diámetro en la base, a 1,30 m y a 2/3 de la altura total, y se dividió en trozas de 2 m para su transporte hasta el Centro de Investigación. Una vez allí se procedió a pesar la biomasa total, a su fraccionamiento, a separar las muestras para la realización del peso seco, y se obtuvieron secciones transversales cada metro desde la base, a 1,3 m y a 2/3 de su altura.

El fraccionamiento del árbol realizado según las distintas componentes de la biomasa fue el siguiente:

- Leña gruesa: Fuste y ramas gruesas de diámetro con corteza mayor de 7 cm.
- Leña fina: Toda la leña con diámetro entre 7 y 2,5 cm.
- Chasca: Toda la leña de diámetro inferior a 2,5 cm.

En una segunda fase, se estudió también la biomasa de hojas, principal localización fotosintética, parámetro interesante para estudiar el vigor de los árboles. En las muestras tomadas para la estimación del peso seco de la chasca se separaron las ramillas, hojas y frutos.

El peso en fresco de cada una de las fracciones de biomasas definidas fue medido en el Centro de Investigación en una báscula de pesada máxima 100 kg y una precisión de ±100 g.

Para estimar el porcentaje de humedad de las distintas fracciones de la biomasa, se seleccionaron en cada zona estudiada muestras de cada una de las fracciones de la biomasa, un total de 213, que fueron pesadas en balanza de precisión (±0.01 g) tanto en verde como en seco. Estas muestras se secaron en estufa a 105 ±1ºC, hasta peso constante. Los árboles se cortaron durante el otoño-invierno.

Se realizó un estudio estadístico descriptivo de la biomasa y sus componentes, y un análisis de covarianza del peso verde de cada fracción de la biomasa y del total de la misma entre los estratos de la zona de espesura trabada, utilizándose la edad como covariable. También se calculó y comparó el porcentaje de humedad de cada uno de los componentes de la biomasa y se estudiaron las diferencias existentes en el porcentaje de humedad entre cada una de ellas en los estratos de la zona de espesura trabada.

En el análisis de troncos se midieron los crecimientos radiales anuales del acebo en el radio mayor corrigiéndose posteriormente los crecimientos medidos proporcionalmente al cociente entre el radio medio de la sección transversal considerada y el radio medido.

Para la medición de los anillos de crecimiento se utilizó un medidor semiautomático con lupa óptica, registrándose automáticamente las medidas con el programa informático T.S.A.P. (Time Series Analysis and Presentation). Las medidas se tomaron con 10^{-2} mm de precisión.

Se han utilizado las secciones transversales en la base, pues aunque pueden existir influencias de las raíces en el crecimiento (HANS, 1987) al estudiar la siguiente sección transversal, a un metro, las diferencias de edad existentes entre árboles son demasiado grandes, hasta de 40 años.

Se ha realizado un análisis de varianza anual para estudiar las diferencias en el crecimiento diametral y en altura entre los estratos definidos, o lo que es lo mismo en función de la densidad de la masa. Fue necesario realizar una transformación logarítmica para cumplir las hipótesis de normalidad, independencia, media cero y varianza constante de los residuos del análisis de varianza. Se han analizado solamente los 50 primeros años de vida de los árboles, pues la edad alcanzada por los árboles en el estrato 3 no sobrepasa esta edad.

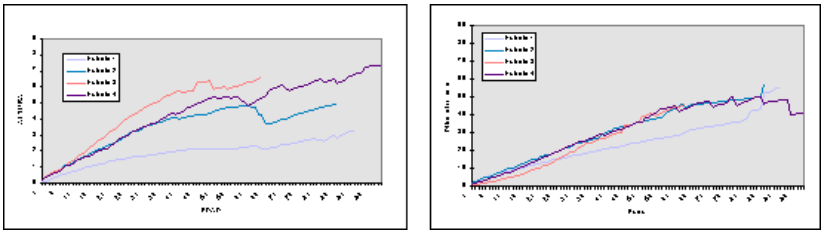
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Mediante la clasificación automática jerarquizada se han definido 4 estratos, cuyas principales características dasométricas se exponen a continuación:

Tabla 1. Valores, medio, máximo y mínimo de la densidad, área basimétrica, diámetro cuadrático medio, diámetro medio y altura de dosel de cada uno de los estratos definidos.

		Nº de pies/ha	Altura de dosel(m)	Diámetro cuadrático medio (cm)
Estrato 1	Límites	(55.000 , 36.000)	(5.90 , 3.45)	(6.9 , 3.0)
	Valor medio	43.250	4.56	4.55
Estrato 2	Límites	(36.000 , 26.000)	(7.70 , 2.90)	(9.2 , 3.9)
	Valor medio	29812	5.28	5.8
Estrato 3	Límites	(26.000 , 19.000)	(9.5 , 5.15)	(8.5 , 5.1)
	Valor medio	22042	6.57	6.5
Estrato 4	Límites	(19.000 , 8.000)	(9.2 , 4.0)	(14.0 , 4.8)
	Valor medio	14375	6.45	8.55

En el análisis de varianza realizado para el logaritmo neperiano del crecimiento anual en altura, no aparecen diferencias significativas a ninguna edad (α<0,05%).A pesar de ello, en la figura 1 se observa que el estrato 1, el más denso, es claramente el de menor altura media, mientras que la altura media de los otros tres estratos es muy similar en casi toda la vida de los acebos.



Figuras 1y 2. Altura (m) y diámetro (cm) medios de los pies de acebo de cada estrato según la edad.

Los resultados del análisis de varianza del logaritmo neperiano del incremento radial anual y su separación de medias, realizada mediante el test de Tukey (α>90%), en el caso de existir diferencias significativas, se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Agrupación de los estratos según las diferencias significativas que aparecen para el crecimiento radial anual de los pies de acebo de la zona densa según el test de Tukey (α<0,05%) para cada edad. (Los estratos unidos por una línea horizontal no presentan diferencias significativas entre sí).

Año	Grupos	Año	Grupos	Año	Grupos	Año	Grupos	Año	Grupos
1	3 1 4 2	11	NS	21	NS	31	NS	41	NS
2	3 4 2 1	12	NS	22	NS	32	NS	42	1 3 2 4
3	3 4 2 1	13	NS	23	NS	33	NS	43	NS
4	3 4 2 1	14	NS	24	NS	34	NS	44	1 2 3 4
5	3 2 4 1	15	NS	25	1 2 4 3	35	1 2 3 4	45	1 2 3 4
6	3 4 1 2	16	NS	26	1 2 4 3	36	1 2 3 4	46	1 2 3 4
7	NS	17	NS	27	1 2 4 3	37	1 2 3 4	47	1 3 2 4
8	NS	18	NS	28	1 2 4 3	38	NS	48	NS
9	NS	19	1 4 2 3	29	1 2 4 3	39	NS	49	1 2 3 4
10	NS	20	1 2 4 3	30	1 2 3 4	40	NS	50	NS

En los 6 primeros años de vida no hay una marcada diferencia entre el crecimiento de los anillos de las distintas parcelas. El estrato 3 (E3) mantiene el menor crecimiento anual de los anillos y la posición de los demás estratos se va alternando.

Entre los 7 y los 24 años de edad sólo hay 2 años donde hay diferencias significativas, es común a todos ellos que el estrato 2 ocupe el lugar del mayor crecimiento anual en diámetro. Estos 25 primeros años son muy difíciles de interpretar, ya que no se conoce con detalle la historia de la masa. A pesar de conocer sus aprovechamientos no podemos saber en qué zonas eran aplicados ni con qué intensidad, ignorando cuales han sido las densidades reales de la masa en el pasado. A partir de 1972 se dejó de sacar acebo para leña, lo cual nos permite poder interpretar con más fiabilidad los datos posteriores.

Del año 25 al 50, tanto en los años con diferencias significativas como en el resto, el estrato 1 (E1) es la que presenta anillos de crecimiento diametral de menor grosor y el estrato 4 (E4) es el de mayor crecimiento anual en diámetro. A excepción de algunos años que en general no son significativos, el orden de parcelas a partir de los 30 años es siempre el mismo, de mayor a menor diámetro: E1 E2 E3 E4, donde, por lo general, el estrato1 y el 4 son significativamente distintos entre ellos. Los otros dos estratos no suelen ser significativamente distintos entre ellos, ni tampoco con los anteriores, cambiándose de orden en ocasiones.

El contenido medio de humedad respecto al peso verde de cada componente de la biomasa en la zona densa y en cada uno de los estratos definidos se resumen en la tabla siguiente.

Tabla 3. Valor medio y desviación típica del porcentaje de humedad (expresado en tanto por uno) de cada una de las partes que componen la biomasa de los árboles de acebo de la zona densa.

	Zona Densa	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Leña Gruesa	0,44±0,02	0,45±0,01	0,44±0,02	0,44±0,02	0,42±0,03
Leña Fina	0,44±0,04	0,46±0,02	0,43±0,02	0,43±0,05	0,43±0,03
Chasca	0,47±0,04	0,47±0,03	0,46±0,05	0,47±0,05	0,46±0,03
Ramillas	0,46±0,05	0,45±0,03	0,46±0,04	0,47±0,06	0,44±0,04
Hojas	0,51±0,05	0,52±0,01	0,50±0,08	0,51±0,06	0,52±0,02
Frutos	0,50±0,11	.	0,51±0,13	0,51±0,11	0,50±0,08

No se han encontrado diferencias significativas en el porcentaje de humedad entre los estratos definidos en la zona densa para ninguna de los tipos de biomasa (α<0,05).

De acuerdo con las características de los principales aprovechamientos del acebo, los cuales se cuantifican en peso fresco, y con la escasa variabilidad del porcentaje de humedad entre las componentes de la biomasa, como puede verse en la tabla 1, existiendo además en todos los casos un coeficiente de correlación de Pearson entre el peso verde y el peso seco de 0,99 (P<0,0001) que permite trabajar indistintamente con una u otra variable, se utilizará solamente el peso verde para trabajar a lo largo del resto del estudio de la biomasa.

Del análisis de covarianza del peso verde de cada componente de la biomasa y del total de la misma entre los estratos de la zona de espesura trabada se obtienen resultados diferentes según la fracción de biomasa de la que se trate. Pero es común a todas ellas la existencia de diferencias significativas entre el peso verde de la biomasa del estrato 1 y todos los demás. La cantidad de biomasa de los árboles de acebo en el estrato más denso es significativamente menor que en el resto de la zona densa (α<0,05). En la tabla siguiente se muestra la agrupación de los estratos realizada mediante el test de Tukey para cada una de las fracciones de la biomasa estudiada.

Tabla 4. Agrupación de los estratos según las diferencias significativas que aparecen para el peso verde de biomasa de cada una de las componentes consideradas de los pies de acebo de la zona densa según el test de Tukey (α<0,05). (Los estratos unidos por una línea horizontal no presentan diferencias significativas entre sí).

Biomasa Total	4 3 2 1
Hojas	4 2 3 1
Ramillas	4 3 2 1
Frutos	4 2 3 1
Chasca	4 3 2 1
Leña Fina	3 4 2 1
Leña Gruesa	4 3 2 1

A la vista de estos resultados anteriores y estudiando los valores medios de los datos de cada fracción de la biomasa, los estratos 2, 3 y 4 se considerarán agrupados de aquí en adelante para el estudio de la biomasa.

Para estudiar la proporción existente de cada una de las fracciones de biomasa estudiadas en la biomasa total del acebo se han dividido los datos en tres clases de edad: hasta 39 años, de 40 a 89 años de edad y mayores de 90 años. En los gráficos de la figura siguiente puede verse la composición de la biomasa de un árbol medio de cada uno de los grupos definidos en la zona densa.

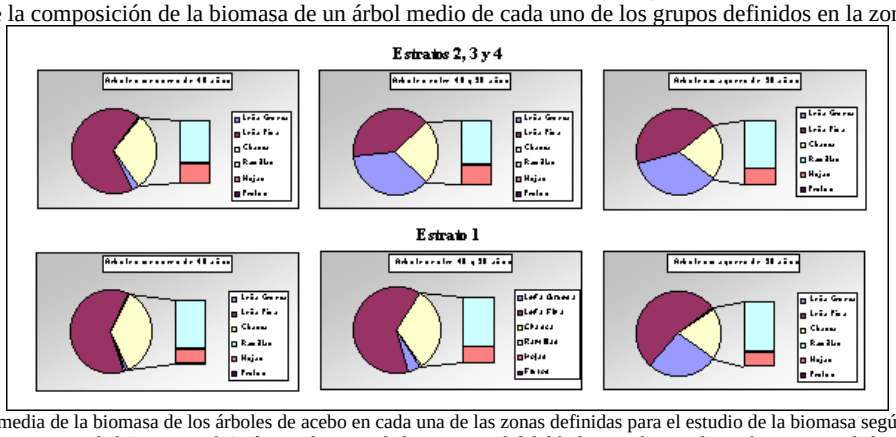


Figura 3. Composición media de la biomasa de los árboles de acebo en cada una de las zonas definidas para el estudio de la biomasa según su edad. En el gráfico principal se incluyen los porcentajes de leña gruesa, leña fina y chasca en la biomasa total del árbol, y en el secundario el porcentaje de hojas, ramillas y frutos en la chasca.

Puede observarse en los gráficos anteriores que tanto el porcentaje de leña fina como el de chasca disminuyen con la edad del árbol, mientras que el de leña gruesa va aumentando. Esta variación es mayor en los árboles de los estratos menos densos.

Destaca también que la proporción de chasca de la biomasa total se mantiene muy similar en los dos grupos de árboles a lo largo del tiempo. Esto mismo ocurre con el porcentaje de hojas que forman la chasca.

Se deduce de los resultados anteriores que el acebo posee una cubierta muy pesada sustentada por una cantidad de biomasa (leña gruesa) muy pequeña, esto es más notable cuanto más densa es la masa. Además, según PETERKEN (1969) la productividad de biomasa del acebo es muy elevada, superior a la mayoría de las frondosas de climas templados y comparable con algunas coníferas caducifolias.

CONCLUSIONES

Se han encontrado diferencias significativas, tanto en la cantidad y composición de la biomasa, como en el crecimiento de los acebos de esta masa según la densidad en la que se encuentren.

Las zonas de las acebedas de mayor densidad, superior a los 36.000 pies/ha, presentan crecimientos diametrales y en altura y una cantidad de biomasa por árbol significativamente menor que el resto. Estas zonas son las que necesitan más urgentemente la realización de un resalveo para disminuir su densidad y garantizar su persistencia.

BIBLIOGRAFÍA

HANS, F., (1987). *Tree rings*. Kluver Academic Publishers. Holland.

PETERKEN, G.F.; NEWBOULD, P.J., (1969). *Dry matter production by ilex aquifolium L. in the new forest*. Journal of Ecology nº54. fVol.1. Pgs:143-150.