CARACTERIZACIÓN SELVÍCOLA DE LAS MASAS FORESTALES DE *PINUS PINASTER* SUBSP. *MESOGEENSIS* DEL SISTEMA IBÉRICO MERIDIONAL

C. del Peso Taranco y F. Bravo Oviedo

Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestal. E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid. Campus "La Yutera". Avda. de Madrid 44. 34004-PALENCIA (España). Correo electrónico: cdelpeso@pvs.uva.es; fbravo@pvs.uva.es

Resumen

La tipificación de estas masas forestales nace de la necesidad de disponer de herramientas básicas a partir de las cuales desarrollar una correcta planificación comarcal o regional, y por tanto una gestión forestal óptima. Mediante la caracterización forestal se puede conocer la situación actual de las masas, así como su composición específica y desarrollo, facilitando su manejo en el tiempo y planificando las futuras actuaciones. Se elaboran además, relaciones dasométricas básicas y normas de densidad para el manejo de estos pinares mediterráneos.

Palabras clave: *Relaciones dasométricas, Normas selvícolas, Pinus pinaster*

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realiza una caracterización selvícola de las masas españolas de *Pinus pinaster* subsp. *mesogeensis* en el Sistema Ibérico Meridional. La especie es, sin duda, una de las más importantes dentro del paisaje forestal español, pues a su amplia distribución natural se le debe añadir el aumento de superficie de pinares de negral fruto de la intensa labor repobladora llevada a cabo entre los años 40 y 80 del siglo pasado.

El Segundo Inventario Forestal Nacional es una importante fuente de información forestal, que capacita la caracterización selvícola de especies forestales, pero cuyo manejo es dificultoso por el gran volumen de datos que se deben procesar. Como solución a este problema se desarrolló la aplicación informática BASIFOR que permite manejar con flexibilidad y potenciar la base de datos del Segundo Inventario Forestal Nacional, optimizando el tiempo invertido en obtener la información requerida (DEL RÍO et *al.,* 2002).

En el presente trabajo se han delimitado un conjunto de 3 zonas de estudio que se corresponden con las definidas regiones de procedencia (ALÍA et *al.,* 1996): Páramos de Molina (Guadalajara), Albarracín (Teruel) y Serranía de Cuenca (con masas forestales principalmente en Cuenca y en menor medida en Valencia). Así mismo, se ha elaborado un pormenorizado estudio de la composición específica de estas masas, ajustando para la especie las principales relaciones dasométricas. Por último, se han obtenido unas normas de densidad o tarifas de masa que permiten la gestión dentro de unos rangos selvícolas óptimos para la especie, llenando un importante vacío en la bibliografía forestal de la especie.

ISSN: 1575-2410

© 2004 Sociedad Española de Ciencias Forestales

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la caracterización selvícola de las masas forestales de este estudio se han tomado los datos de las parcelas del Segundo Inventario Forestal Nacional (IFN2) con presencia de pino negral en el área de estudio. Estos datos seleccionados y elaborados a través del programa BASIFOR han dado lugar a la definición de la estructura de la masa, y a la elaboración de las principales relaciones dasométricas y unas sencillas normas selvícolas mediante un paquete estadístico (SAS). Estas herramientas suponen la base para una gestión selvícola adecuada.

Para el estudio de la composición específica de las masas se han definido los siguientes tipos:

- Masas con área basimétrica < 10 m^2/ha (masas excesivamente claras para considerarlas masas forestales o con regenerado joven no inventariable).
- Masas con área basimétrica ≥ 10 m^2/ha (masas consideradas con interés forestal).
- Masas con área basimétrica ≥ 10 m^2/ha y un número de pies de la especie de estudio ≥ 90% en número de pies. (Masas consideradas masas forestales puras (MADRIGAL, 1994)).
- Masas con área basimétrica ≥ 10 m^2/ha y un número de pies de la especie de estudio < 90% y ≥ 10%. (Masas consideradas masas forestales mixtas).
- Masas con área basimétrica ≥ 10 m^2/ha y un número de pies de la especie de estudio <10%. (Masas en las que la especie, es especie acompañante secundaria, según JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN (1999)).

Así mismo se ha realizado una estadística descriptiva de las principales variables dasométricas:

- *Variables de espesura,* que condicionan el manejo que se le puede dar a la masa (número de pies por hectárea (N), Área basimétrica por hectárea (G), Volumen maderable con corteza (V_{CC}), Índice de Hart, e Índice de Reineke (SDI)).
- *Variables del árbol medio del rodal:* Diámetro medio cuadrático (D_G), Diámetro medio (DM), Altura media (HM) y
- *Variables del árbol dominante,* que reflejan la calidad de estación: Altura dominante (H_O) y Diámetro dominante (D_O).

En cada una de las zonas de estudio, y para cada una de estas variables, se analizó la siguiente información estadística: Número de datos, valor promedio, máximo y mínimo, desviación estándar, mediana, rango, coeficiente de asimetría estandarizado y coeficiente de apuntamiento estandarizado.

Además de la estadística descriptiva se ajustan distintas relaciones dasométricas con un cierto interés selvícola (presentadas de forma multiplicativa y linelizadas mediante logaritmos):

- *Volumen con corteza en función del área basimétrica y la altura dominante.*

$$V_{CC}= \beta_0 * G^{\beta 1} * H_0^{\beta 2}$$
$$LV_{CC}= L\beta_0 + \beta_1 * LG + \beta_2 * L\, H_0$$

- *Volumen con corteza en función del índice de Reineke y la altura dominante.*

$$V_{CC}= \beta_0 * SDI^{\beta 1} * H_0^{\beta 2}$$
$$LV_{CC}= L\beta_0 + \beta_1 * LSDI + \beta_2 * L\, H_0$$

- *Diámetro medio cuadrático en función del número de pies y la altura dominante.*

$$D_G= \beta_0 * N^{\beta 1} * H_0^{\beta 2}$$
$$LD_G= L\beta_0 + \beta_1 * LN + \beta_2 * L\, H_0$$

- *Área basimétrica en función del número de pies y la altura dominante.*

$$G= \beta_0 * N^{\beta 1} * H_0^{\beta 2}$$
$$LG= L\beta_0 + \beta_1 * LN + \beta_2 * L\, H_0$$

Donde: V_{CC}: Volumen con corteza, en m^3/ha. G: área basimétrica, en m^2/ha. H_0: altura dominante, en m. D_G: diámetro medio cuadrático, en cm. N: número de pies por ha. SDI: índice de Reineke y β_0, β_1, β_2: Parámetros de estimación

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición específica y tipos de masa de las zonas de estudio

A continuación se presentan las distintas zonas estudiadas, con el análisis de la composición específica para diferentes tipos de masas, según rangos dasométricos de área basimétrica y número de pies.

En Albarracín las masas puras tienen mucha importancia (llegan al 80% del conjunto de masas de interés forestal). Incluso en las escasas masas mixtas existentes *Pinus pinaster* se presenta básicamente dominante en la mayoría de ellas. Aparece de forma puntual mezclado con *Pinus nigra* y mucho más ocasional con otras

	ANÁLISIS DE PRESENCIA DE LA ESPECIE: IBÉRICO SUR	Nº de parcelas	% sobre el total de parcelas con presencia	% sobre el total de parcelas representativas de masa forestal
ALBARRACÍN	**Total parcelas con presencia de *Pinus pinaster***	**74**	**100%**	
	Total parcelas con A.B.< 10 m²/ha	19	25,68%	
	Total parcelas con A.B.≥10 m²/ha	55	74,32%	100%
	Masa pura:	44		80%
	Masa mixta:	8		14,55%
	***Pinus pinaster* como especie acompañante:**	3		5,45%
RODENALES DE MOLINA	**Total parcelas con presencia de *Pinus pinaster***	**153**	**100%**	
	Total parcelas con A.B.< 10 m²/ha	46	30,07%	
	Total parcelas con A.B.≥10 m²/ha	107	69,93%	100%
	Masa pura:	87		81,31%
	Masa mixta:	19		17,76%
	***Pinus pinaster* como especie acompañante:**	1		0,93%
SERRANÍA DE CUENCA	**Total parcelas con presencia de *Pinus pinaster***	**465**	**100%**	
	Total parcelas con A.B.< 10 m²/ha	209	44,95%	
	Total parcelas con A.B.≥10 m²/ha	256	55,05%	100%
	Masa pura:	146		57,03%
	Masa mixta:	81		31,64%
	***Pinus pinaster* como especie acompañante.**	29		11,33%

Tabla 1. *Composición específica y tipos de masa en las parcelas del IFN2 con presencia de pino negral en las zonas de estudio*

especies. La poca gestión en cortas de regeneración (ligada a una mayoritaria propiedad pública) es patente en el porcentaje relativamente bajo de masas con repoblado joven (25,68%).

Presentan, los Rodenales de Molina, una marcada tendencia a la monoespecificidad (81,31%), posiblemente debido a su pasado de claro interés resinero, apareciendo escasamente masas mezcladas con otras especies, pues aún en éstas, el pino negral presenta importantes porcentajes en número de pies y área basimétrica.

Aparecen en la Serranía de Cuenca importantes masas mixtas junto con pino laricio. Más escasas son las masas mezcladas con pino silvestre (en las zonas más montanas) y con pino carrasco y pino piñonero (en las zonas más levantinas). Las quercíneas tienen un papel secundario en las masas mixtas dominadas principalmente por asociaciones de pináceas. Testimonial también, es la presencia de pino negral junto con enebro.

Estadística descriptiva

Se recoge en la siguiente tabla los resultados de la estadística descriptiva de las principales variables en las masas puras.

ALBARRACÍN									
	DATOS	MEDIA	MEDIANA	DES. ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO	RANGO	COEF. APUNTAMIENTO	COEF. ASIMETRIA
N	44	616.47	472.16	397.20	129.59	1715.34	1585.75	3.55	1.85
DG	44	25.59	26.50	6.47	13.73	37.03	23.30	-0.43	-1.36
DM	44	24.23	25.57	6.48	13.23	36.28	23.05	-0.19	-1.46
DO	44	35.21	36.17	6.42	19.71	50.20	30.49	-0.81	-0.12
HM	44	9.61	9.57	2.53	5.62	19.04	13.42	2.69	4.21
HO	44	11.51	11.61	2.77	6.50	19.94	13.44	0.83	1.08
AB	44	26.46	27.04	10.12	11.75	58.05	46.29	1.81	1.34
VCC	41	132.45	120.69	63.29	35.14	357.23	322.09	3.04	3.43
HART	44	43.17	39.29	14.60	20.46	93.32	72.86	3.08	2.72
REINEKE	44	541.17	534.13	207.73	215.42	1158.56	943.14	1.69	0.55

RODENALES DE MOLINA									
	DATOS	MEDIA	MEDIANA	DES. ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO	RANGO	COEF. APUNTAMIENTO	COEF. ASIMETRIA
N	87	498.38	389,05	359.38	106.39	1810.83	1704.44	5.78	3,99
DG	87	27.02	27,3	8.34	11.87	49.36	37.49	0.58	-0.90
DM	87	25.92	26,5	8.49	11.46	48.21	36.75	0.88	-1.15
DO	87	34.53	35,34	7.54	17.13	52.43	35.30	-1.07	-0.21
HM	87	9.74	9,92	2.94	4.57	16.57	12.00	1.64	-0.98
HO	87	11.60	11,19	3.07	6.32	20.23	13.91	1.66	-0.62
AB	87	22.05	20,53	7.94	10.36	40.82	30.46	2.15	-0.81
VCC	87	112.71	94,48	55.31	28.50	243.49	214.99	2.66	-0.67
HART	87	48.48	47,58	14.87	20.41	83.17	62.77	1.84	-0.55
REINEKE	87	442.75	418,66	155.59	212.83	847.56	634.73	2.39	-0.62

SERRANÍA DE CUENCA									
	DATOS	MEDIA	MEDIANA	DES. ESTANDAR	MÍNIMO	MÁXIMO	RANGO	COEF. APUNTAMIENTO	COEF. ASIMETRIA
N	146	696.73	616.89	416.33	120.53	2139.75	2019.22	6.80	4.97
DG	146	21.78	20.96	5.70	12.60	48.88	36.28	6.12	7.34
DM	146	20.60	19.42	5.79	11.93	48.00	36.07	6.39	7.07
DO	146	30.62	30.11	5.49	20.26	53.57	33.31	4.51	5.08
HM	146	9.25	8.90	2.57	4.85	19.38	14.54	4.56	2.76
HO	146	11.64	11.59	2.57	6.64	21.30	14.66	2.89	1,35
AB	146	22.57	20.02	9.71	10.05	53.49	43.44	4.38	0.72
VCC	145	114.83	95.82	64.19	33.61	361.47	327.87	5.46	2.28
HART	146	39.40	37.42	12.79	18.04	87.12	69.07	4.58	2.48
REINEKE	146	490.35	436.55	208.42	219.74	1127.42	907.68	4.39	0.57

Tabla 2. *Resumen variables dasométricas en las masas puras de las zonas de estudio. Donde: N: número de pies por ha. DG: diámetro media cuadrática en cm. DM: diámetro medio en cm. DO: diámetro dominante en cm. HM: altura media cm. HO: altura dominante en m. AB: área basimétrica en m^2 por ha. VCC: volumen con corteza em m^3 por ha. Hart: índice de Hart. REINEKE: índice de Reineke*

Relaciones dasométricas

Los modelos dasométricos de las zonas para las cuales se realizaron estos ajustes (a partir de los datos referidos a masas puras), se muestran a continuación. Debajo de cada parámetro se incluye entre paréntesis su error estándar. Las variables que participan en las relaciones propuestas son: el logaritmo neperiano del diámetro medio cuadrático (LDG), el logaritmo neperiano del número de pies por ha (LN), el logaritmo neperiano de la altura dominante (LH_0), el logaritmo neperiano del área basimétrica (LG), el logaritmo neperiano del índice de Reineke (LSDI) y el logaritmo neperiano del volumen con corteza (LVCC).

Albarracín

$LDG = 3.844060 - 0.274270\ LN + 0.445184\ LH_0$ $(R^2 = 0.7407)$
(0.373) (0.037) (0.092)

$LG = -1.763785 + 0.451460\ LN + 0.890368\ LH_0$ $(R_2 = 0.5246)$
(0.747) (0.074) (0.184)

$LVCC = -3.649328 + 0.875583\ LSDI + 1.232611\ LH_0$ $(R^2 = 0.9295)$
(0.381) (0.055) (0.093)

$LVCC = -0.650125 + 0.962089\ LG + 0.969591\ LH_0$ $(R^2 = 0.9843)$
(0.118) (0.027) (0.045)

Rodenales de molina

$LDG = 4.372023 - 0.347182\ LN + 0.400133\ LH_0$ $(R^2 = 0.7969)$
(0.346) (0.033) (0.084)

$LVCC = -3.794332 + 0.872018\ LSDI + 1.301057\ LH_0$ $(R^2 = 0.8934)$
(0.412) (0.061) (0.084)

$LVCC = -0.726783 + 0.982801\ LG + 0.974293\ LH_0$ $(R^2 = 0.9760)$
(0.114) (0.029) (0.042)

Serranía de cuenca

$LDG = 3.401276 - 0.249289\ LN + 0.509844\ LH_0$ $(R^2 = 0.7176)$
(0.242) (0.023) (0.060)

$LG = -2.649351 + 0.501422\ LN + 1.019689\ LH_0$ $(R^2 = 0.5699)$
(0.485) (0.047) (0.120)

$LVCC = -4.185790 + 0.925142\ LSDI + 1.288414\ LH_0$ $(R^2 = 0.9250)$
(0.246) (0.036) (0.063)

$LVCC = -0.808618 + 0.998077\ LG + 0.981406\ LH_0$ $(R^2 = 0.9769)$
(0.090) (0.020) (0.036)

Normas de densidad

Se analizaron los distintos valores que tomaban los índices de densidad de Hart y de Reineke para las distintas zonas de estudio.

Se elaboraron normas de densidad empleando los criterios de densidad óptima de LONG (1985), a partir del índice de Reineke, para las distintas zonas (BRAVO et *al.* 1997). Los criterios de Long utilizados como óptimos oscilan entre el 35 % y el 60 % del índice de Reineke máximo observado en la zona (SDI máx). Se desestimó la realización de normas de densidad a partir del índice de Hart, pues las masas mediterráneas de *Pinus pinaster* suelen presentar densidades defectivas en muchos casos, falseando el óptimo de Hart entre un rango de 20-30, más adecuado para masas eurosiberianas con cobertura completa de la estación forestal (DEL PESO et *al.,* 2002). De este modo la metodología propuesta permite ajustar los límites de Long a las características de densidad de cada zona por lo que se aconseja trabajar con el índice de Reineke. Sólo se han elaborado normas de densidad para las zonas de estudio que presentaban un mínimo número de parcelas para su elaboración (Rodenales de Molina y Serranía de Cuenca). Debajo de cada parámetro se incluye (entre paréntesis) su error estándar.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de este estudio ha sido la caracterización selvícola de las masas españolas de la especie *Pinus pinaster* ssp. *mesogeensis,* por su interés forestal. Dicha caracterización proporciona herramientas básicas a partir de las cuales desarrollar una correcta planificación y gestión forestal.

Dentro de las relaciones dasométricas elaboradas, destaca por su importancia, la regresión que permite obtener el volumen (VCC) en función del área basimétrica (G) y la altura dominante (H_0), puesto que la variable volumen es muy interesante en la gestión forestal, y el área basimétrica y altura dominante son fácilmente medibles, o al menos estimables.

Por último, se elaboraron normas de densidad para las zonas donde existían suficientes parcelas de masa pura, siguiendo los criterios de densidad óptima de Long a partir del índice de Reineke. Se desestimó la utilización del índice de Hart por el escaso número de parcelas en densidades óptimas y por que la utilización del índi-

RODENALES DE MOLINA	$LN=11.212841-1.632288LDG$ *(0.235) (0.070)*	$R^2=0.9363$
	$N=e^{11.212841} * DG^{-1.632288}$	n=38
SERRANÍA DE CUENCA	$LN=11.453922-1.617263LDG$ *(0.320) (0.104)*	$R^2=0.8610$
	$N=e^{11.4592}2 * DG^{-1.617263}$	n=41

Tabla 3. *Normas de densidad elaboradas a partir del rango de SDI óptimo en las distintas zonas de estudio*

ce de Reineke permite el ajuste de los óptimos de densidad a coberturas defectivas, tan características de las masas mediterráneas de pino negral. Los resultados indicaron que los ajustes tienen un coeficiente de determinación, en general, alto y se cumplieron las hipótesis de partida de normalidad e independencia de los residuos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (proyecto AGL 2001-1780 del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica).

BIBLIOGRAFÍA

ALÍA, R.; MARTÍN, S.; DE MIGUEL, J.; GALERA, R.M.; AGÚNDEZ, D.; GORDO, J.; SALVADOR, L.; CATALÁN, G Y GIL, L.; 1996. *Las regiones de procedencia de Pinus pinaster Aiton.* Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.

BRAVO, F.; MONTERO, G. Y DEL RÍO, M.; 1997. Índices de densidad de las masas forestales. *Ecología* 11: 177-187.

DEL PESO, C.; SANITJAS, A.; MONREAL, J.A.; GUERRA, B.; VILLADA, D.; REQUE, J.A.; DOMÍNGUEZ, M.; PRIETO, C. Y RUIZ, I.; 2002. Caracterización selvícola de masas forestales mediante el Inventario Forestal Nacional. *En*: *El Inventario Forestal Nacional. Elemento Clave para la Gestión Forestal Sostenible*: 79-104. Fundación General de la Universidad de Valladolid. Madrid.

DEL RÍO, M.; RIVAS, J.; CONDÉS, S.; MARTÍNEZ MILLÁN, J.; MONTERO, G.; CAÑELLAS, I.; ORDÓÑEZ, C.; PANDO, V.; SAN MARTÍN, R. Y BRAVO, F.; 2002. Basifor: aplicación informática para el manejo de bases de datos del Segundo Inventario Forestal Nacional. *En*: *El Inventario Forestal Nacional. Elemento Clave para la Gestión Forestal Sostenible*: 181-191. Fundación General de la Universidad de Valladolid. Madrid.

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN, 1999. *Instrucciones generales de ordenación de montes arbolados.* Consejería de Medio Ambiente. Dirección General del Medio Natural. Decreto 104/1999, de 12 de mayo de 1999. Valladolid.

LONG, J.N.; 1985. A practical approach to density management. *For. Chr.* 61: 23-27.

MADRIGAL, A.; 1994. *Ordenación de montes arbolados.* ICONA. Madrid.