

Lagascalía 15 (Extra): 549-557 (1988).

DISTRIBUCION VERTICAL DE LAS RAICES DEL MATORRAL DE DOÑANA

F. MARTÍNEZ GARCÍA & J. M. RODRÍGUEZ

Departamento de Ecología, Universidad de Sevilla, Apdo. 1095,
41080 Sevilla.

Resumen. En el presente estudio se ha abordado el análisis de la distribución vertical de las raíces del matorral, de *Cistaceas* y *Labiadas*, de la Reserva Biológica de Doñana en dos épocas del año con un régimen de lluvias muy diferente. La biomasa media encontrada en el mes de agosto fue de $1.021,1 \text{ g m}^{-2}$ (S.D.= $245,1 \text{ g m}^{-2}$), y en el de febrero fue de $1.569,4 \text{ g m}^{-2}$ (S.D.= $158,3 \text{ g m}^{-2}$). El patrón de distribución de las raíces en ambas épocas coincide, presentando la mayor parte de su biomasa en los primeros 25 cm. Dado que la capa freática de la zona está situada hacia los 10 m de profundidad, estos resultados ponen de manifiesto que este tipo de matorral explota el agua superficial del perfil, con independencia de la capa freática. La distancia media interradicar de las raíces finas se ha estimado para esta comunidad en 1,9 cm, lo que sugiere una limitación por nutrientes en mayor medida que por el agua.

Summary. A comparison was made of the vertical distribution of roots at two seasons with markedly different rainfall in some shrubby matorral species of the families *Cistaceae* and *Labiatae* in SW Spain. The average biomass for the dry month of August was $1021,1 \text{ g m}^{-2}$ (S.D.= $245,1 \text{ g m}^{-2}$), and for the wet month of February $1.569,4 \text{ g m}^{-2}$ (S.D.= $158,3 \text{ g m}^{-2}$), with the root distribution in both months occurring in the first 25 cm, and the average spacing of fine roots estimated at 0.7 cm for the community. The results indicate that these kinds of shrubs exploit soil crases independently of the crases table which, in this area, is ca. 10 m. It is possible that the rooting pattern can be explained by the nutrient deficiency of the sandy soil.

INTRODUCCION

Los fisiólogos se han interesado por la morfología y fisiología de las raíces desde antiguo debido al importante papel que desempeñan en la planta. Sin embargo, a pesar de que es imposible entender la mayor parte de la dinámica del ecosistema sin hacer referencia a esta importante fracción de

la biomasa, se conocen mal las características ecológicas de los sistemas radicales.

La distribución de la biomasa es una característica importante del sistema radical ya que de ella depende el tipo de recursos que está explotando (WESTMAN, 1983). Este autor señala que, en los ecosistemas mediterráneos, la cantidad de agua y nutrientes disponibles en el suelo son los factores que determinan la distribución vertical de las raíces en la comunidades vegetales, distinguiéndose dos tipos principales: las que explotan el agua de la capa freática con raíces profundas, que son propias de los suelos relativamente fértiles, y las que explotan el agua del perfil, que se localizan en suelos con escasez de nutrientes.

Así mismo la interacción entre individuos y, como consecuencia, la existencia o no de competencia y su intensidad dependen de la forma y distribución del sistema radical (NOBEL & al., 1986).

En este trabajo se han planteado dos objetivos: analizar la distribución vertical del sistema radical del matorral de Doñana en relación con los recursos disponibles del sustrato arenoso de la zona, y cuantificar el grado de explotación del suelo.

MATERIAL Y METODO

Area de estudio. El Parque Nacional de Doñana se encuentra situado en la zona costera de las provincias de Huelva y Cádiz. El clima es de tipo mediterráneo con una marcada influencia oceánica. La precipitación media anual es de 620 mm con una sequía muy acusada en los meses veraniegos. Según la clasificación climática de Thornthwaite el clima de la zona se puede clasificar como seco subhúmedo, con un índice hídrico anual de -200 mm, aunque en invierno hay exceso de agua (RUIZ HOYOS, 1977).

La zona se caracteriza por presentar un suelo muy poco evolucionado, en el que apenas se distingue un horizonte A con pobre contenido de materia orgánica (1,13%), y valores muy bajos de C orgánico (0,66%) y N (0,09%). Este tipo de suelo ha sido clasificado como Dystric Quartzipsamment.

La geomorfología de la zona, con suaves ondulaciones del terreno, condiciona la profundidad de la capa freática que a su vez determina el tipo de vegetación que se implanta en cada zona, localizándose en los lugares más altos una comunidad de matorral xerofítico de *Cistáceas* y *Labiadas* (RAMÍREZ DÍAZ, 1973), que ha sido la considerada en el presente estudio.

Muestreo y tratamiento. Para evaluar la biomasa radical se realizó un

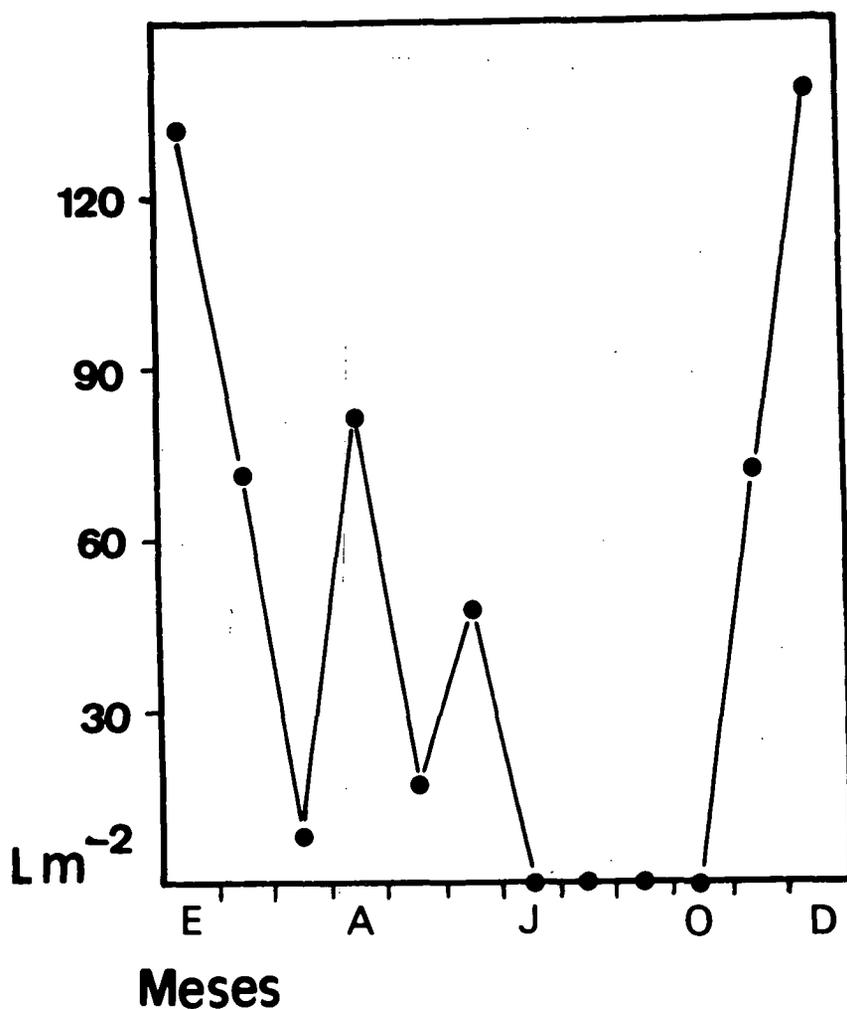


Fig. 1. Precipitación durante el período de estudio.

muestreo al azar en dos épocas del año bien diferenciadas en su régimen de precipitaciones, agosto y febrero (Fig. 1), tomándose 5 perfiles de 1 m de profundidad en cada muestreo. Para ello se utilizó una sonda con cuerpo de extracción de 20 cm de diámetro y 12,5 de altura. De este modo cada perfil resultó dividido en profundidad en 8 muestras distintas. Estas muestras se

Profundidad (cm)	Perfiles							
	1		2		3		4	
	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.
0-12	311.5	124.4	179.9	80.0	706.9	113.2	245.7	151.7
12-25	85.0	26.8	54.2	13.1	116.1	127.3	61.0	125.7
25-37	59.5	32.2	38.4	11.9	84.1	123.2	31.7	36.3
37-50	56.5	37.1	38.7	11.3	63.1	63.6	35.1	38.7
50-62	45.5	37.3	26.3	13.9	49.1	54.5	28.7	22.5
62-75	24.4	9.0	26.7	9.3	46.0	33.3	37.9	13.7
75-87	7.3	15.9	23.7	39.9	33.0	37.9	13.7	8.6
87-100	17.9	4.1	9.6	4.1	24.7	47.4	12.6	8.9

Cuadro 1. Biomasa (g m^{-2}) en cada uno de los perfiles muestreados en agosto. F.F, fracción fina; F.G, fracción gruesa.

sometieron posteriormente a un proceso de criba en el laboratorio para separar las raíces de la arena. Las raíces obtenidas quedaron separadas en dos fracciones en función de su diámetro: una fracción fina con raíces de diámetro menor de 1,25 mm y una fracción gruesa con raíces de diámetro mayor de 1,25 mm.

Para estimar la longitud radical de las raíces finas se siguió el método de NEWMAN modificado por MARSH (TENNANT, 1975) de la intersección de líneas, utilizándose una placa basal de 25 por 35 cm dividida en cuadrículas de 1 cm^2 de superficie. Estos valores se refirieron al volumen de suelo explotado (dm^3), y el inverso de estos números se utilizó para estimar las distancias medias interradales de las raíces finas (MILLER & NG, 1977).

Profundidad (cm)	Perfiles									
	1		2		3		4		5	
	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.	F.F.	F.G.
0-12	386.4	90.4	796.4	247.1	410.8	140.6	719.1	388.2	771.6	109.7
12-25	88.0	106.1	190.7	111.1	89.4	76.6	128.2	132.3	146.6	47.2
25-37	54.2	140.1	64.9	46.5	66.4	41.5	64.7	77.3	49.0	28.6
37-50	31.0	41.4	87.2	9.2	66.1	71.8	39.9	29.7	48.0	15.5
50-62	27.5	30.5	48.3	17.1	39.4	38.9	31.9	49.5	38.5	13.4
62-75	32.0	147.5	41.3	20.8	24.3	18.3	38.0	39.6	29.2	17.0
75-87	29.2	52.0	27.3	52.0	26.8	23.0	65.3	61.8	28.3	57.8
87-100	33.6	21.5	62.3	32.3	49.5	32.6	78.1	68.8	10.5	16.9

Cuadro 2. Biomasa (g m^{-2}) en cada uno de los perfiles muestreados en febrero. F.F, fracción fina; F.G, fracción gruesa.

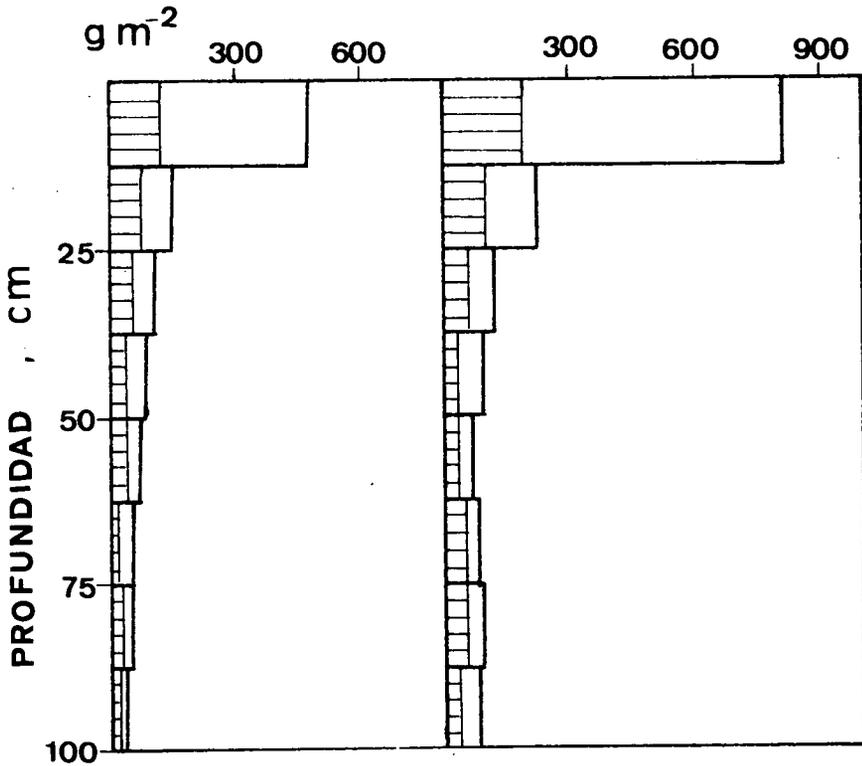


Fig. 2. Distribución vertical de la biomasa media estimada en los dos muestreos realizados. Fracción gruesa, trazos rayados. Fracción fina, vacío.

RESULTADOS

En el Cuadro 1 se presentan los valores de biomasa (g m^{-2}) estimados en cada perfil muestreado en el mes de agosto. En el Cuadro 2 se presentan los valores correspondientes al mes de febrero. La biomasa media encontrada en el mes de agosto fue de $1.021,2 \text{ g m}^{-2}$ ($S=424,6$) y en febrero de $1.569,4$ ($S=316,7$).

En la Fig. 2 se representa la distribución de la biomasa media de raíces en los meses de agosto y febrero. En ambos muestreos el patrón de estructuración vertical permanece constante, con la mayor parte de la biomasa en los primeros 25 cm de perfil del suelo (62,1% del total en verano y 65,9% en febrero).

Profundidad (cm)	Distancias medias	
	Agosto	Febrero
0-12	0,93	0,55
12-25	1,40	1,32
25-37	1,98	1,95
37-50	2,06	2,16
50-62	2,58	2,47
62-75	2,48	2,12
75-87	2,76	1,54
87-100	2,79	1,33

Cuadro 3. Distancias medias interradales, en cm, estimadas para la fracción fina radical en cada profundidad considerada en los dos muestreos realizados.

En el Cuadro 3 se presentan las distancias medias interradales, en centímetros, estimadas para la fracción fina en los dos muestreos realizados. La distancia media de ambos muestreos es de 0,71 cm para los primeros 12 cm de profundidad, que es el que presenta una mayor biomasa. Considerando todo el perfil la distancia media del sistema radical estudiado es de 1,91 cm.

DISCUSION

El matorral xerofítico de la Reserva Biológica de Doñana presenta una estructuración vertical de las raíces muy superficial, localizándose más del 60% de su biomasa en los primeros 25 cm de suelo. Este tipo de distribución es el esperado por ser característico de ambientes desérticos y subdesérticos (HELLMERS, 1955; SPECHT & RAYSON, 1957; KUMMEROW, 1981). Esta superficialidad de las raíces es también propia de los matorrales mediterráneos con nutrientes escasos, capa freática profunda y agua relativamente accesible en el perfil (OPPENHEIMER, 1960; WESTMAN, 1983).

Dadas las características físicas del sustrato arenoso sobre el que se asienta la comunidad estudiada (valores muy bajos de carbono y nitrógeno, y capa freática hacia los 10 m de profundidad), la distribución detectada en el presente estudio encaja bien en el modelo de WESTMAN (1983) en cuanto a la pobreza de nutrientes del sustrato, pero mal en lo que se refiere a la disponibilidad de agua, ya que la distribución sugiere que el matorral dispone de agua suficiente en el perfil, lo que resulta sorprendente teniendo en cuenta

las características granulométricas del sustrato. Sin embargo, a pesar de que el balance hídrico anual es deficitario, parece haber un exceso de disponibilidad de agua en el suelo durante la época de lluvias (CLEMENTE & al., 1983), lo que parece confirmarse a la vista de las observaciones fenológicas realizadas sobre las especies más representativas (MERINO, 1983) y sus relaciones hídricas (MERINO, O., comunicación personal). Todo ello conjuntamente sugiere que el agua no actúa como factor limitante durante el período de crecimiento.

La ausencia de un desplazamiento de la biomasa radical en sentido vertical asociado a la penetración del frente mojante en el suelo, similar al detectado en otros ecosistemas deficitarios en agua (CADWELL & FERNÁNDEZ, 1975), apoya esta hipótesis.

Por otra parte la proximidad del sistema radical a la hojarasca superficial, donde tiene lugar la liberación de los nutrientes, aseguraría la reabsorción muy eficiente de los mismos (KUMMEROW & al., 1977). La eficiencia en la reutilización de los nutrientes debe ser un requerimiento importante para la persistencia de estas especies en un sustrato extremadamente pobre y permeable como el estudiado aquí (MERINO, 1983). En este tipo de ambientes uno de los mecanismos para aumentar la eficiencia de la absorción radical es presentar un sistema radical muy fino con una gran superficie de absorción (READ & al., 1983), lo que a igualdad de pesos determina unas distancias interradales muy pequeñas que aumentan el grado de explotación del suelo y por lo tanto la captación de nutrientes.

La distancia media interradales estimada para las raíces finas del matorral estudiado es de 0,71 cm en los primeros 12 cm de profundidad, nivel en el que se localiza la mayor parte de la biomasa, siendo inferior a la publicada por otros autores para comunidades análogas (KUMMEROW & al., 1977; HOFFMAN & KUMMEROW, 1978).

Lógicamente esta distancia debería estar en función de los requerimientos de la planta y de la solubilidad de los nutrientes que actúen como limitantes del crecimiento (MILLER, 1979). Este autor estima que, para el chaparral, las raíces absorbentes son capaces de explotar el agua disponible en un radio de 8 cm a su alrededor, el nitrógeno en un radio de 4 cm y el fósforo en 0,4 cm. Teniendo en cuenta esto, las distancias interradales calculadas para el matorral estudiado aquí parecen indicar que el crecimiento del matorral está limitado por los nutrientes.

Los resultados sugieren por tanto que la estructuración vertical detectada en el presente estudio se debe en mayor medida a los nutrientes que al agua, apareciendo éstos como el factor limitante del crecimiento de la planta,

hecho que se ve reforzado al considerar las distancias medias interradales que presenta el sistema radical de esta comunidad.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Estación Biológica de Doñana la ayuda prestada. Este trabajo ha sido posible gracias a una ayuda de la CAICYT, proyecto 2896.

BIBLIOGRAFIA

- CLEMENTE, L., P. SILJESTROM, J. MERINO, M. E. FIGUEROA & J. PASCUAL (1983) Diferenciación geomorfológica de las arenas estabilizadas de la Reserva Biológica de Doñana, en base a la evolución edáfica. *VI Reunión do grupo español de Cuaternario*. Galicia. España. pp. 243-254.
- OPPENHEIMER, H. R. (1960) Adaptation to drought: Xerophytism. En: *Plant-Water Relationships in Arid and Semi-Arid Conditions*. Arid Zone Res., XV. pp. 105-138.
- CADWELL, M. & O. FERNÁNDEZ (1975) Dynamics of Great Basin Shrub Root Systems. En: *Environmental Physiology of Desert Organisms*. N. F. HADLEY (ed.) Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg. Pennsylvania. pp. 38-51.
- HELLMERS, H., J. S. HORTON, G. JUHREN & J. O'KEEFE (1955) Root systems of some chaparral plants in southern California. *Ecology* **36**: 667-678.
- HOFFMANN, A. & J. KUMMEROW (1978) Root Studies in the Chilean Matorral. *Oecologia* **32**: 57-69.
- KUMMEROW, J. (1981) Structure of Root Systems. En: *Ecosystems of the World. II. Mediterranean-Type Shrublands*. F. DI CASTRI, GOODALL & R. L. SPECHT (eds.) Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. pp. 269-288.
- _____, D. KRAUSE & W. JOW (1977) Root Systems of Chaparral Shrubs. *Oecologia* **29**: 163-177.
- MERINO, O. (1983) *Producción de hojarasca del matorral de la Reserva Biológica de Doñana*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Sevilla. España.
- MILLER, P. C. (1979) Quantitative Plant Ecology. En: *Analysis of ecological systems*. D. J. HORN, G. R. STAIRS & R. D. MITCHELL (eds.) Ohio State University Press. Columbus. pp. 179-231.
- _____, & E. NG (1977) Root-Shoot biomass ratios in shrubs in southern California and central Chile. *Madroño* **24**: 249-259.
- NOBEL, P. S. & A. C. FRANCO (1986) Annual root growth and intraspecific competition for a desert sundgrass. *J. Ecol.* **74**: 1119-1126.
- RAMÍREZ DÍAZ, L. (1973) *Estudio ecológico cuantitativo de la Reserva Ecológica de Doñana*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. España.
- READ, D. J. & D. T. MITCHELL (1983) Decomposition and Mineralization Processes in Mediterranean-Type Ecosystems and Heatlands of similar Structure. En: *Mediterranean-Type Ecosystems. The role of Nutrients*. F. J. KRUGER, D. T. MITCHELL & J. U. M. JARVIS (eds.). Ecological Studies, 43. Springer-Verlag. New York. pp. 233-245.
- RUIZ HOYOS, M. (1977) Nota sobre la clasificación climática del Guadalquivir. En: *Prospección de ecosistemas naturales y evaluación de impactos ambientales*. Departamento de Ecología. Universidad de Sevilla. España.
- SPECHT, R. L. & P. RAYSON (1957) Dark island heath (Ninety-Mile Plain, South Australia). III The Root System. *Aus. J. Bot.* **5**: 103-114.

- TENNANT, D. (1975) A test of a modified line intersect method of estimating root length. *Journal of Ecology* **64**: 995-1001.
- WESTMAN, W. E. (1983) Plant Community Structure-Spatial Partitioning of Resources. En: *Mediterranean-Type Ecosystems. The role of Nutrients*. F. J. KRUGER, D. T. MITCHELL & J. U. M. JARVIS (eds.) Ecological Studies, 43. Springer-Verlag. New York. pp 417-445.