

BIOGEOGRAFÍA
UNA CIENCIA PARA LA CONSERVACIÓN DEL MEDIO

**(VI CONGRESO ESPAÑOL DE BIOGEOGRAFÍA
ALICANTE, 2010)**

Editores

Pablo Giménez, Juan Antonio Marco, Enrique Matarredona
Ascensión Padilla, Ángel Sánchez

Caracterización de los bosques de sabina (*Juniperus turbinata* Guss.) del entorno de la laguna Charco del Toro (Parque Nacional de Doñana, Huelva): aplicación de una metodología alternativa para el estudio de la vegetación

Bejarano Palma, R.^{1*}; Cámara Artigas, R.¹; Borja Barrera, C.¹;
Díaz del Olmo, F.¹; Recio Espejo J.M.²; Borja Barrera F.³

¹ Dpto. Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla

² Dpto. Botánica, Ecología y Fisiología Vegetal. Universidad de Córdoba

³ Área de Geografía Física. Dpto. Historia II. Universidad de Huelva

*Autora de contacto: rosalia@us.es

Resumen: la laguna del Charco del Toro se halla ubicada al Sur del Parque Nacional de Doñana. Es el elemento más occidental del conjunto de lagunas peridunares que se extiende desde las lagunas de Los Hermanillos, en el contacto con el manto eólico de dunas semiestables, y el comienzo del sistema de lagunas en contacto con el alto manto eólico seco que se extiende hacia el Oeste. Los humedales desarrollan un ritmo de comportamiento hídrico acorde a la estacionalidad de las precipitaciones mediterráneas y conforme a las formaciones superficiales en las cuales tienen lugar estos ritmos a lo largo del año. En el contacto con el charco del Toro encontramos diferentes ejemplos de bosque de sabina relacionados con el alto manto eólico seco. Se han aplicado dos técnicas de muestreo basadas en el método fitosociológico y el método de Gentry, para evaluar el alcance interpretativo de cada una de ellas.

Palabras clave: Charco del Toro, Doñana, humedal, manto eólico litoral, método de Gentry modificado, sabinar, vegetación mediterránea.

Abstract: Charco del Toro small-lake is located in the South of Doñana National Park. It is the westernmost of the peridunares small-lakes extending from Los Hermanillos, in the contact with the Aeolian Semistable Mantle, to the beginning of the small-lakes system in contact with the Upper Dry Aeolian Mantle. Wetlands develop a rhythm of hydric behavior related to the seasonality of Mediterranean rains and according to the superficies in which these rains occur throughout the year. In Charco del Toro rim different examples of savin forests are found related to the Upper Dry Aeolian Mantle. Two sampling techniques

have been applied: phytosociology and Gentry's approaches to evaluate the interpretative scope of each one, and to analyze the dynamics of the savin-pine clumps in the surroundings of the pond from 1956 to 2000.

Key words: Charco del Toro, Doñana, wetland, Aeolian Littoral Sand Sheet, sabinar, mediterranean vegetation, Gentry's method modify.

1. DISTRIBUCIÓN Y CONDICIONES MESOLÓGICAS DE LOS SABINARES COSTEROS DE *JUNIPERUS TURBINATA*

Las formaciones de sabina mora (*Juniperus turbinata* Guss.) constituyen la vegetación potencial de arenales y sistemas de dunas fitoestabilizadas del manto eólico seco del complejo dunar de Doñana. Regionalmente está casi extinguida en la vertiente mediterránea de la Península Ibérica y sólo quedan bosques importantes en Baleares y costas de Huelva y Cádiz. La especie *turbinata*, antes subespecie y sinónimo de *Juniperus phoenicea turbinata* (Guss.) Nyman, es nativa del Mediterráneo occidental y de la costa atlántica de Andalucía. Se encuentra en la región Macaronésica (Madeira y Canarias) con la subespecie *Juniperus turbinata* Guss. Ssp. *Canariensis* Rivas-Mart., Wildpret & P. Pérez. Es aún abundante en el Hierro y La Gomera; menos en Tenerife y La Palma, y en Gran Canaria es escasa, sólo ejemplares aislados; falta en Lanzarote y Fuerteventura.

Fitosociológicamente son considerados como «comunidades permanentes sobre sustratos especiales» pertenecientes a la geoserie edafoxerófila litoral termomediterránea-Iberoatlántica de los ecosistemas dunares (Valle, 2003) acompañadas de enebro (*Juniperus oxycedrus* subsp. *Macrocarpa*). En concreto, los sabinares se localizan en las dunas y arenales situadas hacia el interior (asociación *Rhamno-Juniperetum lyciae*), en contraposición a los enebrales (*Rhamno-Juniperetum macrocarpae*), cuya ubicación corresponde al sector más expuesto al mar. La serie incluye otras comunidades potenciales: *Rubio longifoliae-Coremetum albi*, *Artemisio-Chritmifoliae* y *Linarion pedunculatae*, según Valle (2003). Los jaguarzales (*Halimio-halimifolii-Stauracanthetum genistoides*), localmente denominados «monte blanco», constituyen la etapa de sustitución de esta Serie (Asensi y Díez, 1987). La especie *Juniperus turbinata* es de un marcado carácter xerófilo ocupando suelos arenosos, desagregados, seco (alta transmisividad), por lo que es identificada como una especie edafoxerófila-psammófila litoral, con un estatus de *rara* a *en peligro*, que constituye el elemento fundamental de las comunidades litorales de *sabinares litorales occidentales* (*Osyrio quadripartitae-Juniperetum turbinatae*) del piso mediterráneo seco-subhúmedo (litoral de Huelva, Cádiz y Málaga) y orientales (*Rubio longifoliae-Juniperetum lyciae*) del piso mediterráneo árido-semiárido (Almería). En la proximidad de la línea de costa *Juniperus turbinata* es sustituida por *Juniperus oxycedrus* subsp. *Macrocarpa* (Pérez Latorre et al., 2001).

2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo de este trabajo es comparar los resultados de la aplicación de dos métodos y técnicas de inventario a una misma formación objeto de estudio, en nuestro caso los sabinares del entorno de la laguna peridunar de Charco del Toro en la Reserva Biológica del Parque Nacional de Doñana. Un segundo objetivo es establecer cual ha sido la dinámica de esta formación en este lugar en los últimos cincuenta años, y estudiar su variación en comparación con las formaciones de pinar de *Pinus pinea* que caracterizan también a este Parque Nacional.

Para alcanzar estos objetivos se ha procedido a realizar diversos recorridos de campo en diferentes épocas del año desde de Febrero de 2003, hasta marzo de 2010, seleccionando once parcelas, 9 que se han trabajado con la metodología fitosociológica y 10 con el método de A. Gentry (1982, 1988). En cada una de estas parcelas se realizaron inventarios siguiendo *Fase analítica* del método fisiológico de Braun Blanquet (1979), determinando la abundancia-dominancia y sociabilidad de cada especie por estrato y por parcela. Para establecer las tipologías de formaciones se procedió al análisis de similitud de Czekanovski (Lacoste, 1981), para luego comparar los resultados obtenidos con la abundancia dominancia de *Pinus pinea* y *Juniperus turbinata* como especies identificadoras de las formaciones arbóreas.

El método alternativo utilizado para los nuevos inventarios (10 transectos) en los bosques de sabina fue el de Gentry relacionándolo con los perfiles de suelos para la caracterización de las formaciones superficiales que acompañan a las formaciones vegetales. El método se basa en definir la unidad básica del muestreo en un censo de plantas leñosas (fanerófitas) de 2,5 cm DBH (diámetro en altura del pecho / DAP) dentro de 0,1 hectáreas de transecto lineal. En la práctica, una parcela de 0,1 hectárea se basa en 10 subunidades de transecto de 50 m x 2 m. La ubicación de estas subunidades no tiene por que ser geométrica, paralela entre sí o en transecto continuo, sino que debe prevalecer el objetivo del inventario: que las subunidades de muestreo sean sobre una misma unidad homogénea de formación vegetal-formación superficial; o que las subunidades marquen un transecto geobotánico. Una cinta métrica de 50 m. marca el centro del eje a lo largo de cada línea; los individuos censados son aquellos que se sitúan dentro de la distancia de 1 m a ambos lados de la cinta métrica. Este método ha sido modificado y adaptado por nosotros para el inventario de especies arbustivas de porte inferior a 1,5 m (fanerófitos y caméfitos) y por lo tanto sin DAP. En esta modificación se considera la altura del individuos, su diámetro mayor y su diámetro menor, para establecer la estructura vertical y horizontal de las especies leñosas arbustivas, subarbustivas de porte inferior a 1,5 m, Para las especies no leñosas (géofitas y hemicriptófitas) de comportamiento anual se procede al levantamiento de parcelas de 1 x 1 m necesarias para que quede representado todas las variaciones en el tapiz herbáceo dentro de cada transecto de 50 m, y extrapolarlo a la superficie que ocupa en el transecto. Al método, se ha añadido, tanto para la modificación como

para el planteamiento básico, la posición del individuo identificado y medido, tanto en su distancia longitudinal, como su separación a derecha o izquierda de la cinta métrica, a partir de esa posición.

3. LOCALIZACIÓN DEL CHARCO DEL TORO. MARCO GEOMORFOLÓGICO Y BIOGEOGRÁFICO

El área de estudio comprende un sector de *bosque de naves* según el topónimo vernáculo (Vozmediano, 2010) situado en las dunas fitoestabilizadas, entre las lagunas de Charco del Toro y del Brezo en extremo SW del Parque Nacional de Doñana, al norte del núcleo turístico de Matalascañas (Fig. 1). Más en detalle se sitúa en una zona de encrucijada en la que entran en contacto tres de la unidades morfosediementarias que conforman el Manto Eólico Litoral (MEL) de El Abalario-Doñana (Borja y Díaz del Olmo, 1994 y 1996; Borja, *et al.*, 1999; Montes *et al.*, 1998; Zazo *et al.*, 1999). Ubicada sobre el Alto Manto Eólico Húmedo (AMEH), en su parte meridional queda limitada por el Manto Eólico de Dunas Semiestables (MEDS), mientras que en el sector noroccidental se sitúa el Alto Manto Eólico Seco (AMES). Los sabinarses se hallan ubicados en esta última unidad geomorfológica.

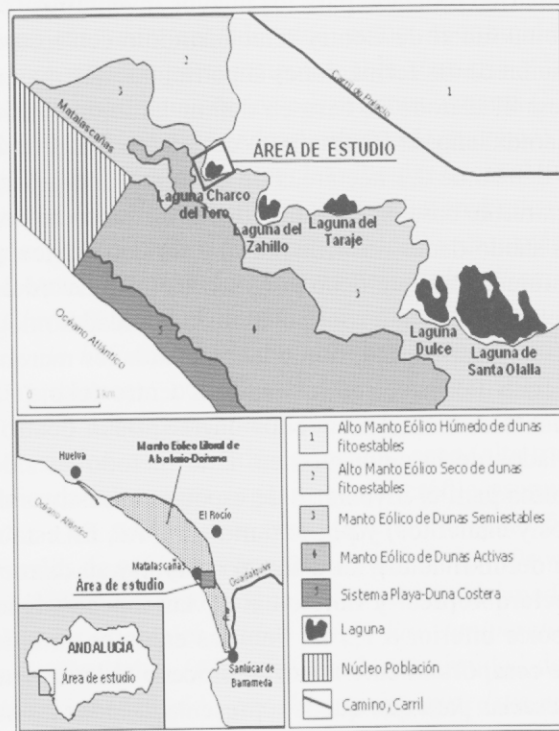


FIGURA 1. Localización del área de estudio.

Morfogenéticamente el sector analizado presenta un carácter eólico en el que se identifican ámbitos palustres conformando el sistema de lagunas peridunares que limitan al norte el AMES. Se reconocen, desde el punto de vista del modelado, elementos de carácter dunar (dunas parabólicas en el MEDS o dunas transversales, muy arrasadas, en el AMEH), así como elementos de carácter lagunar (lagunas funcionales como la de Charco del Toro, o afuncionales, como la del Brezo). Desde el punto de vista hidrogeológico, el sector analizado ha sido tradicionalmente una zona de afloramiento del acuífero regional, encontrándose los humedales ubicados en el mismo, entre los del tipo hipogénico, es decir, aquellos que se alimentan principalmente de aguas subterráneas (Borja, 2008). Sin embargo, esta situación se ha visto alterada en las últimas décadas, apreciándose un considerable descenso del nivel acuífero propiciado, entre otras muchas causas, por la puesta en cultivo de un importante número de hectáreas con la puesta en marcha del Plan Almonte-Marismas, las extracciones para consumo urbano del cercano núcleo turístico de Matalascañas, etc. El descenso generalizado del nivel del acuífero ha tenido importantes consecuencias desde el punto de vista ecológico, tales como la desaparición de lagunas y zonas de encharcamientos superficiales, como es el caso de la laguna del Brezo, hoy día inactiva y recolonizada por *Pinus pinea* (Hollis, *et al.*, 1988; Vela, 1991); o los cambios experimentados por la vegetación con la sustitución de especies hidrófitas por otras más xerófitas (Merino y Merino, 1988; Vela *et al.*, 1991; Muñoz Reinoso, 2001). La presente aportación sobre el sabinar próximo a la Laguna Charco del Toro tiene como precedente varios trabajos anteriores (Bejarano 1997a, 1997b; Bejarano, 2004). En este último se realizó un ensayo de tipología de los sabinars costeros de Andalucía occidental, en función los criterios de composición florística, abundancia-dominancia por especie, estructura, según el método de Bertrand (1966), y riqueza florística de las leñosas acompañantes de la sabina. Esta tipología ha servido de base para el estudio más pormenorizado del sabinar estudiado para establecer los tipos básicos: sabinar, sabinar/pinar y sabinar/con presencia de frondosas.

4. LOS SABINARES DE LA LAGUNA DEL CHARCO DEL TORO: INVENTARIOS, ANÁLISIS DE LOS DATOS Y DISCUSIÓN

Utilizando el método fitosociológico se realizaron once parcelas de 25 m² cada una (250 m² inventariados) que aportaron en su totalidad 48 especies (Tabla 1). El inventario con más especies fue el de la parcela número 5 (CHTN7) con 24 especies, y la que presentó menos el inventario de la parcela 1, con 10 especies. Las especies con mayor grado de presencia en todos los inventarios son *Juniperus turbinata*, *Cistus salvifolius*, *Halimium halimifolium*, con un 80%, seguidas por *Pinus pinea*, *Rosmarinus officinalis*, *Asparagus aphyllus* y *Phyllyrea angustifolia*.

TABLA 1. Inventarios según método fitosociológico.

Coordenadas WGS84 29 UTM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
X	721267	721276	721372	721393	721668	721314	721355	721309	721259	721318	721310
Y	4096874	4096847	4096854	4096815	4096737	4096378	4096875	4096869	4096920	4096884	4096700
fecha	37667	37667	37696	37667	38006	38065	37899	37896	37667	37896	37667
especies	10	12	11	20	24	15	16	17	14	21	18
	10R2	10R3	CHTN3	11R2	CHTN7	CHTNB	CHTN2	CHTNB	10R1	CHTNIA	11R
<i>Agrostis stolonifera</i>		4.2			4.2				4.2	3.3	3.2
<i>Allium</i> sp.						+					
<i>Andryala integrifolia</i>										+	
<i>Armeria gediflora</i>					+						
<i>Asperagus aphyllus</i>	+		+	+	+		r	+	+		
<i>Asphodelus cerasifer</i>						+			r		
<i>Briza maxima</i>			r	r	r		+				
<i>Chamaerops humilis</i>	+						r				
<i>Cistus crispus</i>					1.1						
<i>Cistus ladanifer</i>						+					
<i>Cistus salvifolius</i>	3.2	1.1		3.2	1.1		1.1	1.1	r	1.1	3.2
<i>Cladonia</i> sp.			1.2		+						
<i>Cynodon dactylon</i>										+	
<i>Cytisus grandiflorus</i>					+						
<i>Daphne gnidium</i>				1.1	+						2.1
<i>Dianthus hinoxianus</i>								r			
<i>Erica scoparia</i>				3.2	4.2		1.2	1.2		r	3.2
<i>Erodium aethiopicum</i>						+			1.1		
<i>Fritillaria lutea</i>						r					
<i>Galium palustre</i>					r						
<i>Genista anglica</i>			r				+				
<i>Genista triacanthos</i>			r	r							
<i>Halimium conmutatum</i>					+	1.1					
<i>Halimium halimifolium</i>		+	+	+	2.2	1.1	1.2	1.1		+	2.2
<i>Halimolobos longifolius</i>										r	
<i>Halimolobos longifolius</i>				+						+	
<i>Imperata cylindrica</i>											
<i>Juncus conglomeratus</i>											
<i>Juniperus turbinata</i>	4.1	3.1	3.1	4.1	2.1	3.3	1.1	1.1	+		2.1
<i>Lavandula stoechas</i> subsp. <i>pedunculata</i>	r	r			1.1	1.1				r	+
<i>Lupinus albus</i>	+	+				r					
<i>Lygos sphaerocarpa</i>				1.1	1.1		1.1				
<i>Malcolmia lacera</i>						+					
<i>Myrtus communis</i>				+	+			+		r	1.2
<i>Olea europaea</i> var. <i>sylvestris</i>		r						r			
<i>Ononis subspicata</i>	r									r	
<i>Oxyria lanceolata</i>											1.1
<i>Phylliraea argusifolia</i>				2.1	+		+	+	r	r	1.1
<i>Pinus pinea</i>			1.1	1.1	+		+	1.1	4.1	+	2.1
<i>Pistacia lentiscus</i>				r	r		1.2	1.1	r		+
<i>Pteridium equilinum</i>											r
<i>Rhamnus oleoides</i>				r				r		r	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	1.2	2.2	+	3.2	2.2	1.2	1.2	+			
<i>Rubia perigrina</i>									r		
<i>Rubus ulmifolius</i>				r				1.1	r	r	1.1
<i>Scirpus holoschoenus</i>				+	r		r	r		1.1	
<i>Smilax aspera</i>							r	r			+
<i>Stauracanthus genistoides</i>		r									
<i>Tolpis barbata</i>										+	

El análisis de similitud de Czekanovski (Lacoste, 1981) (Fig. 2) diferencia dos grupos: por un lado los inventarios 7, 8, 5, 11 y 4, y por otro los inventarios 1, 2, 3 y 6. Ambos grupos responden a formaciones de sabinares, siendo el elemento distintivo más importante taxonómica y fisionómicamente la presencia en el primer grupo de *Erica scoparia* con una alta abundancia-dominancia (entre 3 y 4) y el sabinar sin formación arbustiva de brezo que presenta un estrato arbustivo de *Rosmarinus officinalis*. Con el método Gentry se realizaron 10 parcelas (tabla 2) de 100 m² cada una (1000 m² inventariados), en las que se han identificado 22 especies, con 390 individuos. En estos inventarios nuevamente se observa que las especies acompañantes a las sabinas más importantes por su abundancia son pino (*Pinus pinea*), romero (*Rosmarinus officinalis*) brezo (*Erica scoparia*) y, en menor medida, *Halimium conmutatum* y *Halimium halimifolium*. Se ha obtenido

el DAP de las especies que superan los 2 cm de diámetro, y se ha realizado un estudio de distribución de frecuencias de los DAP de los sabinos (Fig. 3) que nos dan tres poblaciones antiguas de 9, 12 y 15 cm de DAP y una actual en progresión hasta los 7-8 cm. de DAP, lo que nos informa de un manejo de este sabinar para la obtención de madera, antes de que fuera declarada la Reserva Biológica en los años 70.

	4	5	7	8	11	3	9	10	2	1	6
4	100	51	56	48	36	29	31	32	18	20	9
5	51	100	43	41	40	30	22	29	24	23	14
7	56	43	100	47	31	35	25	23	17	23	11
8	48	41	47	100	45	33	36	31	21	17	10
11	36	40	31	45	100	16	28	34	25	12	10
3	29	30	35	33	16	100	19	10	15	16	13
9	31	22	25	36	28	19	100	10	13	20	11
10	32	29	23	31	34	10	10	100	13	7	6
2	18	24	17	21	25	15	13	13	100	37	23
1	20	23	23	17	12	16	20	7	37	100	19
6	9	14	11	10	10	13	11	6	23	19	100

FIGURA 2. Análisis de similitud/disimilitud de Czekanovski.

TABLA 2. Inventarios según método de Gentry modificado. Los valores de cobertura son en metros cuadrados. En las especies arbóreas sobrepasa el valor de parcela porque se mide la copa entera, aunque se salga del transecto.

Coordenadas ED50 295	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	721489	721471	721451	721473	7213597	721457	721460	721460	721500	721556
Y	4096738	4096681	4096640	4096591	4096975	4097075	4097028	4097079	4097106	4097095
Fecha	19/02/2010	19/02/2010	19/02/2010	19/02/2010	20/11/2009	20/11/2009	20/11/2009	11/2/2010	5/3/2010	5/3/2010
Especies	13	6	5	8	2	9	7	10	3	11
Parcelas	CHTvs2-1	CHTvs2-2	CHTvs2-3	CHTvs2-4	CHTvs1-1	CHTvs1-2	CHTvs1-3	CHTvs1-4	CHTvs1-5	CHTvs1-6
<i>Armeria velutina</i>										1.11
<i>Asparagus aphyllus</i>								0.36		1.26
<i>Chamaerops humilis</i>						12.56				
<i>Astus ladanifer</i>										1.98
<i>Astus salvifolius</i>	0.25	0.13	2.46	2.37						
<i>Corema album</i>	1.63	17.66	2.95							
<i>Cyperus schoenoides</i>				2.41						
<i>Cytisus grandiflorus</i>	1.25									
<i>Daphne gnidium</i>	4.35									
<i>Erica scoparia</i>	3.28					326.69	122.99	185.91		5.31
<i>Genista anglica</i>	3.11							29.89	4.43	9.23
<i>Genista triacanthos</i>										15.33
<i>Halimium commutatum</i>	2.01		0.20	0.93						0.89
<i>Halimium halimifolium</i>	7.38	0.07				14.57	3.39	31.65	0.56	2.98
<i>Helichrysum picardii</i>				0.13						
<i>Juniperus turbinata</i>	151.10	1164.59	930.51	293.90	1294.04	557.32	689.17	337.26	1097.61	237.44
<i>Lavandula stoechas</i>	2.98	2.40					0.50			
<i>Osyris lanceolata</i>				0.24		2.20		2.07		
<i>Phyllyrea angustifolia</i>						3.89	10.68	2.85		
<i>Pinus pinea</i>	200.96	803.84		42.36	208.12	78.50		3.14		0.73
<i>Pistacia lentiscus</i>						0.19	1.51	2.26		
<i>Rosmarinus officinalis</i>	0.02		13.43	10.89		43.24	55.89	2.54		0.16

TABLA 3. Índices de diversidad de las parcelas de sabino utilizando el método de inventario en transectos de Gentry.

Especies	22
Individuos	390
Dominance_D	0.1784
Shannon_H	2.228
Simpson_1-D	0.8216
Evenness_e^H/S	0.422
Menhinick	1.114
Margalef	3.52
Equitability_J	0.7209
Fisher_alpha	5.045
Berger-Parker	0.3692

De los índices de diversidad (Tabla 3) (Moreno, 2001) destacamos el valor de Shannon de 2,28 que es un valor normal en los bosques mediterráneos. El valor de Simpson (1-D) nos marca una distribución equitativa de individuos por especie y que todas las especies se acercan a tener la misma abundancia (equitabilidad $J = 0.7$).

La utilización del método Gentry, de carácter cuantitativo frente a los inventarios con valores cualitativos del método fitosociológico, nos permite realizar un análisis cuantitativo de los individuos de cada especie, pero es especialmente en las especies arbóreas (y por extensión en los bosques) donde éste método es más eficaz, al permitir hacer análisis de las poblaciones a partir de la distribución de frecuencias del DAP, así como realizar el cálculo de diversos índices de diversidad que el método fitosociológico por su valor cualitativo no permite.

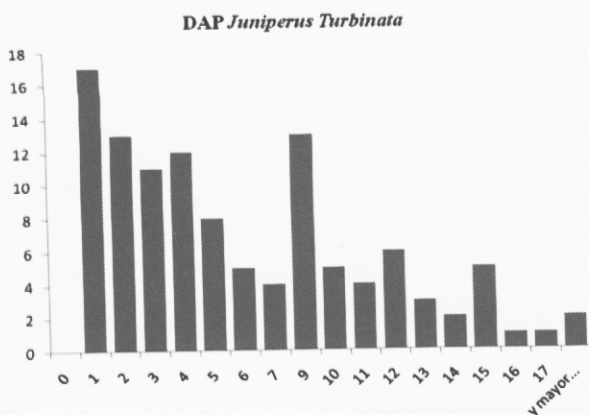


FIGURA 3. Distribución de frecuencias del DAP de los sabinos (*Juniperus turbinata*).

Agradecimientos: *Proyecto de Investigación MADRE II: REN 2001-1293-C02/HID (Ministerio de Ciencia y Tecnología) y Proyecto de investigación OAPN 036/2008 (MARM).*

BIBLIOGRAFÍA

- ASENSI, A. y DÍEZ GARRETAS, B. (1987): «Andalucía Occidental», en: M. Peinado y S. Rivas (coord.): *La vegetación de España*. Madrid. Univ. Alcalá de Henares, pp. 197-230.
- BEJARANO PALMA, R. (1997a): *Vegetación y paisaje en la costa atlántica de Andalucía*, Universidad de Sevilla, 419 pp.
- BEJARANO PALMA, R. (1997b): «El análisis de la vegetación como criterio de interpretación del paisaje (Andalucía atlántica)» en *Estudios Geográficos*, Tomo LVIII, nº 226, pp. 5-32.
- BEJARANO PALMA, R. (2004): «Tipología de los sabinares costeros según su estructura vertical y el grado de cobertura por especies», en Panareda, J.M. *et al* (coord.): *Estudios en Biogeografía 2004. Libro Homenaje a José Manuel Rubio Recio y Jesús García*, Aster, pp. 59-74.
- BERTRAND, G. (1966): «Pour une étude géographique de la végétation», en *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, nº 39, pp. 249-272.
- BORJA, C.; DIAZ DEL OLMO, F. y BORJA, F. (2008): «Dinámica Hidrogeomorfológica de la Laguna de Charco del Toro (Complejo Palustre del Manto Eólico Litoral de el Abalarío-Doñana). Parque Nacional de Doñana, Huelva» en *Territoris*, nº 7-8, pp. 87-98.
- BORJA, F. y DÍAZ DEL OLMO, F. (1994): «Geomorfología del manto eólico litoral de El Abalarío (Huelva)» en J. Arnáez-Vadillo, J.M. García Ruiz y A. Gómez Villar (eds.): *Geomorfología en España*, SEG. Logroño, pp. 327-338.
- BORJA, F. y DÍAZ DEL OLMO, F. (1996): «Manto eólico litoral (MEL) de El Abalarío (Huelva, España): episodios morfogénicos posteriores al 22.000 Bp», en: *Dinámica y evolución de medios cuaternarios*. A. Pérez Alberti, P. Martini, W. Chesworth y A. Martínez Cortizas (eds.). Xunta de Galicia. Santiago de Compostela, pp. 375-390.
- BORJA, F.; ZAZO, C.; DABRIO, C.; DÍAZ DEL OLMO, F.; GOY, J.L. y LARIO, J. (1999): «Holocene aeolian phases and human settlements along the Atlantic coast of southern Spain». en *The Holocene*, nº 9 (3), pp. 333-339.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1979): *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*, Blume, Madrid, 820 pp.
- GENTRY, A.H. (1982): «Patterns of neotropical plant species diversity. Evolutionary Biology. Hecht, Wallace and Prance» en *Plenum Publishing Corporation*, nº 15, pp. 1-84.
- GENTRY, A.H. (1988): «Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients» en *Annals of the Missouri Botanical Garden* nº 75, pp. 1-34.

- HOLLIS, T.; HEURTEAUX, P. y MERCE, J. (1989): *The implications of groundwater extractions for the long term future of the Doñana National Park*. Report of the WWF/IUCN/ADENA. Mission to the Doñana National Park, 60 pp.
- LACOSTE, A. y SALANON, R. (1981): *Biogeografía*, Oikos-Tau. Barcelona, 271 pp.
- MERINO, O. y MERINO, Y. (1988): «El impacto potencial de la explotación del acuífero Almonte-Marismas en los ecosistemas del área de Doñana» en *International Symposium on Hydrology of Wetlands in Arid and Semi-arid Zones*. Agencia del Medio Ambiente, Sevilla, pp. 123-128.
- MONTES DEL OLMO, C.; BORJA, F.; BRAVO, M.A. y MOREIRA, J.M. (1998): *Reconocimiento biofísico de Espacios Naturales Protegidos. Doñana: Una aproximación ecosistémica*. Sevilla, C.M.A., Junta de Andalucía. Memoria, y Mapa Ecológico de Doñana, 1:40.000.
- MORENO, C.E. (2001): *Métodos para medir la biodiversidad*, M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1, Zaragoza, 84 pp.
- MUÑOZ-REINOSO, J.C. (2001): «Vegetation changes and groundwater abstraction in SW Doñana, Spain» en *Journal of Hydrology*, nº 242, pp. 197-209.
- PEREZ LATORRE, A.V.; GALAN DE LA MERA, A. y CARRION, J. (2001): «El papel de las gimnospermas en la vegetación forestal de Andalucía» en *Revista de Medio Ambiente* nº 38, Monográfico/13 III Congreso Forestal español.
- VALLE, F. (edit.) (2003): *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. Madrid. Edit. Rueda. 131 pp. + Mapa 1:400.000.
- VELA, A.L.; RODRÍGUEZ, J. y TENAJAS, J.L. (1991): «Análisis de los efectos de la explotación en el acuífero costero en las proximidades del Parque Nacional de Doñana» en *XXIII Proceedings of the International Association of Hydrogeology: aquifer overexploitation*, nº 1, pp. 179-182.
- VOZMEDIANO, J. (2010): *Silencio en Doñana. Un amenazado patrimonio y léxico de su habla tradicional*, Sev. Pub. Univ. Sevilla, 340 pp.
- ZAZO, C.; DABRIO, C.; BORJA, F.; GOY, J.L.; LEZINE, A.M.; LARIO, J.; POLO, M.D.; HOYOS, M. y BOERSMA, J.R. (1999): «Pleistocene and Holocene aeolian facies along the Huelva coast (southern Spain): climatic and neotectonic implications» en *Geologie in Minjouw*, nº 77, pp. 209-224.