Producción de biomasa aérea por los matorrales españoles

Gregorio Montero (1), Raquel Onrubia (1), Cesar López-Leiva (2), Ricardo Ruiz-Peinado (1), Eduardo Lopez-Senespleda (1), María Pasalodos-Tato (1)

(1).Centro de investigación forestal (CIFOR-INIA) Ctra. A Coruña km.7, 5 28040 Madrid; Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible (UVa-INIA).
(2)Universidad Politécnica de Madrid.

Resumen

Se presentan los resultados de un estudio a nivel nacional basado en 1.514 parcelas de muestreo, en las cuales se han medido la biomasa total acumulada y el crecimiento o tasa de acumulación anual de biomasa.

El muestreo se ha realizado en zonas cubiertas por las principales especies de matorral y arbustivas, unas veces en zonas desarboladas y otras en masas forestales arboladas con sotobosque de matorral.

Los resultados muestran que los 10 millones de hectáreas de matorral existentes en la España peninsular y balear, acumulan una media de 15,3 $t.ha^{-1}$ de materia seca y un crecimiento medio anual de 1,7 $t.ha^{-1}$ de biomasa seca. El estudio incluye resultados individualizados para las principales especies y agrupaciones de matorral y arbustedos que no se presentan en este trabajo por falta de espacio. En este trabajo no se valoran las posibilidades energéticas y métodos de aprovechamiento del matorral más adecuados en cada caso. Solo se presentan datos sobre la cuantificación del matorral total acumulado y su crecimiento anual.

Palabras clave: producción, crecimiento, biomasa aérea, matorrales mediterráneos.

1.-Introducción

Los matorrales son sistemas dinámicos que se caracterizan por la composición de las especies que lo forman, las condiciones ecológicas en las que viven y por el manejo y aprovechamiento a que están o han estado sometidos. En la España mediterránea, debido a la presión humana, basada en cortas del arbolado, incendios y pastoreo, se han creado condiciones propias para la instalación de numerosas especies de matorral y arbustivas, que mezcladas en diferentes proporciones cubren alrededor de 10

millones de hectáreas, de las cuales el 61 % están cubiertas por matorrales desarbolados y el 39 % restante forman parte del sotobosque de masas forestales arboladas, con Fcc > del 10 %.

La mayoría de los matorrales pioneros tienen una corta longevidad (15 a 25 años como promedio) lo que obliga a su regeneración periódica mediante desbroce o esperando el incendio ocasional que permita su rejuvenecimiento. Los matorrales , en ausencia de grandes cargas ganaderas, tienden a regenerarse y a invadir las superficies que los rodean, si no son aprovechados, rozados o incendiados periódicamente para frenar su expansión y que estos no invadan zonas de pasto o arboladas, disminuyendo su capacidad productiva.

No cabe, por ahora, hablar de una práctica de gestión de matorrales en nuestro país, aunque su importancia superficial y ecológica, y su relevancia en el logro del equilibrio territorial y paisajístico, además de su aportación al desarrollo rural como elemento estabilizador entre las superficies forestales arboladas y las tierras agrícolas, hacen necesario abordar la gestión de los matorrales conjuntamente con la gestión de las masas forestales arboladas. Su contribución como bioenergía, biomasa pastable, implicación en los incendios forestales, etc., se han de valorar en cada caso.

2.-Metodología

La composición especifica de los matorrales y las proporciones en que se mezclan las especies que los componen son muy variadas (Ruiz de la Torre, 1981). Estas características, unidas a la gran extensión que ocupan en España, hacen inviable la aplicación de métodos de muestreo aleatorios, con intensidad de muestreo suficiente para alcanzar estimaciones con un error aceptable. En estos casos se ha demostrado que se pueden obtener errores de muestreo suficientemente bajos utilizando métodos de muestreo dirigidos u orientados a las especies más representativas.

En este trabajo el muestreo se ha realizado en 81 municipios y 16 provincias, que se enumeran a continuación seguidas del número de parcelas inventariadas en cada una de ellas: A Coruña, 32; Cáceres, 120; Cadiz,119; Córdoba, 229; Cuenca 120; Girona, 74; Granada 100; Huelva 183; Jaén 194; Lleida, 96; Lugo, 22; Málaga,199; Orense 70; y Pontevedra,21. ANEXO I.

Todas las parcelas son cuadradas y de dimensiones 20x20 m^2, 3x3 m^2 y 2x2 m^2 según las densidades del matorral.

En cada parcela se desbrozó la biomasa, se pesó fresca inmediatamente después de cortada, y se separó una muestra de 2,0-2,5 kg que se envió al laboratorio para su desecación y transformación en materia seca a 102+-2ºC.

La edad media del matorral de cada parcela se determinó contando el número de anillos de crecimiento en la base del tallo de las tres especies más abundantes en cada parcela. Esta información se recogió mediante conteo de anillos en 1878 tallos pertenecientes a 72 especies de matorral, y está referida al diámetro sin corteza en la base del tallo.

3.-Resultados

Los resultados de este estudio incluyen una ficha descriptiva para las 50 especies para las que hemos logrado recoger información suficiente. En cada ficha se incluye información sobre: descripción de la especie, mapa de distribución, superficie ocupada por la especie en España como especie dominante y acompañante, poder calorífico e inflamabilidad de la especie, producción de biomasa y curvas de crecimiento medio en diámetro y altura en función de la edad.

Así mismo se incluyen ecuaciones de estimación de biomasa para las principales agrupaciones de matorral definidas por López-Leiva (2016), tales como: Sotos, Bardas y Orlas, Bujedos, Arbustedos de *Q. ilex*, Sabinares y Sabino-enebrales no rastreros, Lentiscares, Manchas mediterráneas, Garrigas, Brezales, Leguminosas retamoideas, Leguminosas aulagoides, Jarales, Romerales y otras labiadas y Matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales y no asimilables a las agrupaciones anteriores. No se incluyen las ecuaciones de estimación de biomasa para cada especie y agrupación, por motivo de espacio.

3.1.-Estimación de biomasa para la España peninsular y balear conjuntamente

En este apartado se presentan los resultados conjuntamente para todos los matorrales, tanto para los desarbolados como para aquellos que forman parte del sotobosque de las masas forestales arboladas. Tablas 1 y 2. La fracción de cabida cubierta que aparece en las tablas y en las ecuaciones se refiere a la del matorral, no a la del arbolado que en ocasiones lo cubre.

Biomasa total acumulada (tn ha^{-1}MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	5	10	15	20	25	30	35
Fcc (%)							
10	2,61	4,90	7,10	9,22	11,30	13,35	15,36
20	3,64	6,84	9,90	12,87	15,77	18,62	21,43
30	4,46	8,38	12,13	15,77	19,33	22,83	26,27
40	5,19	9,76	14,12	18,36	22,50	26,57	30,58
50	5,88	11,06	16,01	20,81	25,50	30,11	34,66
60	6,56	12,35	17,87	23,23	28,46	33,61	38,68
70	7,27	13,67	19,79	25,72	31,53	37,23	42,85
80	8,04	15,13	21,89	28,45	34,87	41,18	47,39
90	8,97	16,88	24,43	31,76	38,93	45,97	52,90
100	11,06	20,81	30,11	39,14	47,97	56,65	65,20

$$W\ (tn\ ha^{-1}) = a_1 \cdot \left[\mathrm{Hm} \cdot \mathrm{arcoseno}\left(\sqrt{\frac{FCC}{100}}\right)\right]^{b1}$$

	value	std· Error	t-value	p-value
a_1	1,6893814	0,08596185	19,65269	0,00001
b_1	0,9116759	0,01986898	45,88439	0,00001

Tasa de acumulación anual de Biomasa (tn ha^{-1} año^{-1}MS) en función de Fcc y Altura media:

Hm (dm)	5	10	15	20	25	30	35
Fcc (%)							
10	0,20	0,27	0,32	0,36	0,40	0,43	0,46
20	0,37	0,49	0,59	0,67	0,74	0,80	0,85
30	0,53	0,72	0,86	0,97	1,07	1,16	1,24
40	0,70	0,95	1,13	1,29	1,42	1,53	1,64
50	0,89	1,20	1,43	1,62	1,78	1,93	2,06
60	1,09	1,47	1,75	1,98	2,18	2,36	2,53
70	1,31	1,77	2,11	2,39	2,64	2,86	3,05
80	1,58	2,13	2,54	2,88	3,18	3,44	3,68
90	1,93	2,61	3,12	3,53	3,89	4,21	4,50
100	2,84	3,84	4,58	5,19	5,72	6,19	6,62

$$Y(tn\ ha^{-1}\ año^{-1}) = a_1 \cdot \mathrm{Hm}^{b1} \cdot \mathrm{arcoseno}\left(\sqrt{\frac{FCC}{100}}\right)^{b2}$$

	value	Std· Error	t-value	p-value
a_1	0,6605358	0,06404191	10,314119	0,00001
b_1	0,4347823	0,0437338	9,941562	0,00001
b_2	1,6817780	0,06391779	26,311580	0,00001

Biomasa media modelo: 15,28
Crecimiento medio modelo: 1,67
Transformación CO_2: 1,8333

3.2.-Biomasa del matorral y densidad del arbolado

Una información importante, en el caso que nos ocupa, es la de conocer la cantidad de matorral que existe en el sotobosque en función de la espesura del arbolado. De las 1.514 parcelas de la muestra, 973 están cubiertas por arbolado con Fcc de este, mayor del 10%. Con esta muestra se ha buscado una relación entre la cantidad de biomasa del matorral y la Fcc del arbolado, para demostrar que, en general, a mayor espesura del arbolado suele haber menos matorral en el sotobosque, pero esto no siempre es así, debido a la variabilidad especifica de los matorrales que toleran más o menos sombra, a la especie principal arbórea que los cubre, a la orientación de solana o umbría, a las condiciones ecológicas del micrositio donde se instala cada parcela, y al tratamiento que la masa forestal haya tenido en años anteriores (desbroces, pastoreos, incendios etc.). Estos factores entre otros, no permiten encontrar una relación matemática sencilla y precisa entre espesura o densidad de la masa y la cantidad de matorral que vive bajo su cubierta. En este trabajo hemos encontrado una

buena relación matemática que mide con cierta precisión la relación que existe entre la Fcc. del arbolado (agrupada por clases en intervalos del 10%) y la cantidad de biomasa del matorral del sotobosque. Tabla 3 y fig. 1.

Tabla 3.- Variación de la biomasa del matorral, promedio, en t.ha^{-1} de materia seca, función de la Fcc del arbolado. Nº de parcelas, valores máximos, mínimos, desviación típica de los valores modulares

Clase	n	Promedio	Min	Max	Desvest	Int· Conf
15	178	19,86	0,19	91,41	19,33	2,84
25	101	15,72	0,17	62,58	16,60	3,24
35	70	15,65	0,23	134,80	19,62	4,60
45	91	14,69	0,06	115,30	17,26	3,55
55	57	13,37	0,18	58,76	14,10	3,66
65	62	11,26	0,14	73,75	15,67	3,90
75	69	12,24	0,07	96,12	18,06	4,26
85	64	6,81	0,19	44,13	7,87	1,93
95	49	10,70	0,05	58,40	12,11	3,39
	973	11,12	0,11	64,50	12,52	2,58

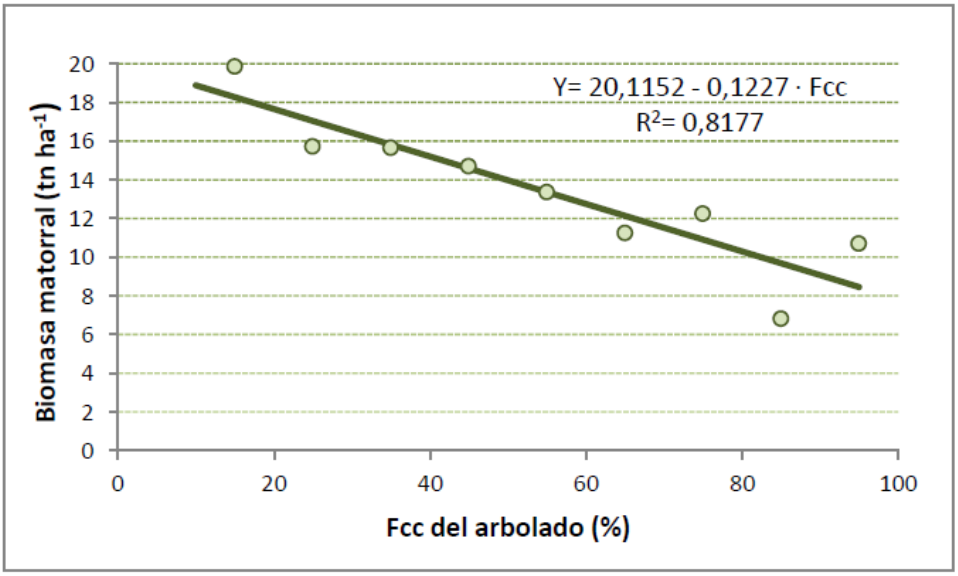

Fig. 1.- Ecuación de tendencia media de la variación de la biomasa del matorral (t.ha^{-1}) en función de la Fcc del arbolado

4.-Conclusiones

Los resultados ponen de manifiesto por primera vez de forma cuantitativa que la superficie ocupada por los matorrales españoles es de aproximadamente 10 millones de hectáreas cuando actúan como especies dominantes ANEXO II. En ellos se acumulan 15,3 t.ha^{-1} de biomasa en materia seca, y tienen un crecimiento anual medio de 1,7 t.ha^{-1} y año.

La información aportada contribuye al conocimiento de la cantidad de biomasa existente en nuestros matorrales y por ello puede resultar de interés para pensar en establecer normas de gestión racionales que tengan en cuenta su aprovechamiento

energético, su regulación en la defensa contra incendios y su gestión conjunta con las masas forestales arboladas.

5.-Bibliografía

ALVAREZ, J.G.; MERINO, A. 2009. Posibilidades de aproveitamento enerxético da biomasa de mato en Galicia (Informe final del proyecto). Universidad de Santiago de Compostela, 78 pp.

CARRASCOSA, A.; LATORRE, B.; OCAÑA, L.; 2009. Desarrollo de técnicas para el cultivo y aprovechamiento de especies forestales arbustivas con fines energéticos. VI Congreso Forestal Español. 10-14 junio 2013. Vitoria-Gasteiz.

CASTRO, I.; CASADO, M.A; RAMIREZ-SANZ, L.; DE MIGUEL, J.M.; COSTA, M.; DIAZ, F.; 1996. Funciones de estimación de fitomasa aérea de varias especies del matorral mediterráneo del centro de la península Ibérica. Orsis 11, 107-116. CEBALLOS, L.; 1945. Los matorrales españoles y su significación. Discurso en la Real Academia de las Ciencias Físicas y Naturales.

CEBALLOS, L.; MARTÍN BOLAÑOS, M. 1930. Vegetación forestal de la provincia de Cádiz. IFIE. Madrid, 353 pp.

GUINEA, E. 1954. Cistáceas españolas. (Cistografía hispánica) Con exclusión del género Cistus. I.A.E. nº 71 M. de Agricultura. 196 pp.

MONTERO, G.; PASALODOS, M.; LOPEZ-SENESPLEDA, E.; RUIZ-PEINADO, R.; BRAVO-OVIEDO, A.; MADRIGAL, G.; ONRUBIA, R.; 2015. Modelos de selvicultura y producción de madera, frutos y fijación de carbono de los sistemas forestales de Andalucía. En: Economía y selviculturas de los montes de Andalucía (Campos P., Díaz-Balteiro L., eds). Memorias científicas de RECAMAN. Volumen 1. Memoria 1.2. Editorial CSIC, Madrid.

MONTERO, G.; PASALODOS, M.; MONTOTO, R.; LOPEZ-SENESPLEDA, E.; ONRUBIA, R.; BRAVO-OVIEDO, A.; RUIZ-PEINADO, R.; 2013. Contenido de Carbono en la biomasa de las principales especies de matorral y arbustedos de España. VI Congreso Forestal Español. 10-14 junio 2013. Vitoria-Gasteiz. VI Congreso Forestal Español. 10-14 junio 2013. Vitoria-Gasteiz.

MONTERO, G.; PASALODOS-TATO, M.; LÓPEZ-SENESPLEDA, E.; ONRUBIA, R.; MADRIGAL, G.; 2013. Ecuaciones para la estimación de la biomasa en matorrales y arbustedos mediterráneos.

MONTERO, G.; RUIZ-PEINADO, R.; MUÑOZ M. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles. Monografías INIA. Serie forestal nº 13. 270 p. Madrid

PASALODOS-TATO M.; RUIZ-PEINADO R.; RIO M.; MONTERO G. 2015. Shrub biomass accumulation and growth rate models to quantify carbon stocks and fluxes for the Mediterranean región. European Journal of Forest Research 134, 537-553.

RUIZ-PEINADO, R.; MONTERO, G.; RIO, M. 2012. Biomass models to estimate carbon stock for hardwood tree species. Forest Systems 21(1): 42-52.

RUIZ-PEINADO, R.; MORENO, G.; JUAREZ, E.; MONTERO, G.; ROIG, S. 2013. The contribution of two common shrub species to above ground and below ground carbon stock in Iberian Dehesa. Journal of Arid Environments 91: 22-30.

RUIZ-PEINADO, R.; RIO, M.; MONTERO, G. 2011. New models for estimating the carbon sink capacity of Spanish softwood species. Forest Systems 20(1): 176-188.

SAN MIGUEL, A.; PEREA, R.; ROIG, S.; FERNANDEZ OLALLA, Mª. 2012. Bosques y matorrales mediterráneos continentales. Ambienta Nº 98, 2012-03-01.

SAN MIGUEL, A.; ROIG, S.; CAÑELLAS, I. 2008. Fruticeticultura. Gestión de arbustedos y matorrales en SERRADA R., MONTERO G., REQUE J. (Eds.). Compendio de Selvicultura aplicada en España. INIA y FUCOVASA- Madrid p. 877-9

SAN MIGUEL. 2009. El papel de los montes desarbolados y su gestión multifuncional. Jornadas sobre bosques sumideros de Carbono y cambio climático. Word Trade Center. Zaragoza 07.

SEIJAS, E.; BALBOA, M.A.; MERINO, A. RUIZ A.D.; ALVAREA, J.G.; 2009. Ecuaciones de estimación de biomasa en formaciones de tojo de alta densidad de matorral. Universidad de Santiago de Compostela. 5º Congreso Forestal Español- Montes y sociedad: saber qué hacer. Ávila (España), 21-25/09/2009.

ANEXO I. Distribución por provincias y municipios de las 1.514 parcelas de la muestra

Provincia/municipios	Nº de parcelas
A Coruña	**32**
Carnota	20
Carral	2
Dumbria	10
Almería	**7**
Canjayar	7
Cáceres	**120**
Acebo	20
Cilleros	10
Descargamaría	10
Gata	40
Perales del Puerto	10
Robledillo de Gata	10
Valverde del Fresno	20
Cádiz	**119**
Alcalá de los Gazules	51
Jerez de la Frontera	57
Los Barrios	11
Córdoba	**229**
Alcaracejos	10
Añora	83
Cardeña	4
Córdoba	40
Espiel	10
Hornachuelos	18
Montoro	4
Villaharta	10
Villaviciosa de Córdoba	50
Cuenca	**120**
Alarcón	10
Almodóvar del Pinar	20
Cardenete	10
Cuenca	20
Minglanilla	10
Mira	30
Monteagudo de las Salinas	10
Narboneta	10
Girona	**74**
Fontanals de Cerdanya	40
Guils de Cerdanya	7
Ger	9
Meranges	18
Granada	**100**
Baza	18
Colomera	9
Lentejí	29
Los Guajares	27
Lugros	17
Huelva	**183**
Almonte	98
Calañas	7
Campofrío	23
Encinasola	17
Los Marines	1
Paymogo	3
San Lúcar de Guadiana	1
Zufre	32
Jaén	**194**
Mancha Real	25
Segura de la Sierra	67
Sta. Elena	62
Vilches	14
Villacarrillo	24
La Carolina	2
Lleida	**96**
Bellver de Cerdanya	10
Lles de Cerdanya	16
Montellà-Martinet	12
Riu de Cerdanya	8
Prullans	50
Lugo	**22**
Begonte	6
Guitiriz	2
Lugo	4
O Corgo	3
Outeiro de Rei	3
Palas de Rei	2
Rábade	1
Vilalba	1
Málaga	**99**
Almogía	39
Gaucín	21
Jubrique	2
Nerja	37
Ourense	**70**
Bande	10
Entrimo	7
Lobeira	10
Verea	43
Pontevedra	**21**
Agolada	21
Sevilla	**29**
Castiblanco de los Arroyos	6
El Castillo de las Guardas	2
El Real de la Jara	21
Total general	**1514**

ANEXO 2. Estimación de las superficies ogupadas por Agrupaciones de arbustedos y matorralesen la España peninsular y balear

		Superficie (ha)					
		Dominante (Codominante)			Acompañante		
		Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total	Fcc Arb < 10%	Fcc Arb > 10%	Total
1. Arbustedos y agrupaciones afines							
11	Galerías arbustivas, matorrales hidrófilos o freatófitos	21.675	15.033	36.708	526.543	1.125.016	1.651.559
12	Setos, bardas, orlas	36.774	14.532	51.305	1.806.373	4.474.829	6.281.202
13	Bujedos (*Buxus sempervirens*, *B. balearica*)	81.414	19.247	100.661	65.449	496.996	562.444
14	Cornicabrales (*Pistacia terebinthus*)	760	4.661	5.421	113.473	521.499	634.972
15	Arbustedos de *Quercus ilex*	473.633	1.008.612	1.482.245	692.038	723.210	1.415.249
16	Sabinares, enebrales y sabino-enebrales no rastreros	142.847	203.731	346.578	1.241.296	4.770.776	6.012.072
17	Coscojares ± puros (*Quercus coccifera*)	96.514	104.139	200.653	595.578	1.622.785	2.218.364
18	Lentiscares/charnecales (*Pistacia lentiscus*)	20.398	20.050	40.448	468.889	1.217.778	1.686.668
19	Manchas y afines	207.724	221.290	429.014	955.126	2.784.307	3.739.433
19A	Garrigas (matorrales pluriespecíficos calcícolas ± termófilos)	353.446	192.197	545.643	219.687	418.638	638.325
19B	Espinares subxerófilos y xerófilos (*Hippophäe rhamnoides, Rhamnus saxatilis, Rh.lycioides* -éste último no en área hiperárida-)	14	0	14	46.639	13.898	60.537
	TOTAL	1.435.198	1.803.491	3.238.689	6.731.091	18.169.733	24.900.824
2. Matorrales y cubiertas mixtas de leñosas y herbáceas							
21	Sabinares y enebrales rastreros	24.205	19.005	43.210	217.503	170.587	388.090
22	Brezales, matorrales de Ericaceae y agrupaciones afines	302.306	120.705	423.010	1.945.151	4.022.623	5.967.775
23	Matorrales de leguminosas retamoideas	539.844	204.540	744.385	3.189.954	4.771.327	7.961.281
24	Matorrales de leguminosas aulagoideas y afines	1.186.507	246.250	1.432.757	2.170.859	4.354.770	6.525.629
25	Jarales y matorrales de Cistáceas	319.138	435.979	755.117	1.566.647	5.648.293	7.214.939
26	Matorrales de labiadas y "tomillares" s.l. (incluyendo estepas leñosas, pastizales leñosos y afines)	1.280.521	507.786	1.788.307	4.444.504	9.321.375	13.765.878
27	Otros matorrales y cubiertas mixtas no intrazonales (no asignables a grupos anteriores)	589.197	438.490	1.027.687	165.599	427.738	593.337
28	Matorrales y cubiertas hiperxerófilos/termoxerófilos, gipsofilos, halófilos, psammófilos y otros intrazonales	323.546	42.906	366.452	633.411	604.732	1.238.143
	TOTAL	4.565.264	2.015.661	6.580.924	14.333.627	29.321.446	43.655.073
3. Comunidades herbáceas y pastizales							
35	Atochares, espartizales, albardinales	337.677	65.390	403.068	499.294	695.710	1.195.004

Brezales puros por degradación de *Quercus pirenaica* en el Valle del Silencio. Peñalba de Santiago (León)

Cistus ladanifer en encinar. Dehesa de Vilches (Jaén)

Parcela de *Erica arbórea* de 8 años. Verea (Orense)

Pinus pinaster con grandes calveros cubiertos de matorral en la Sierra Palmitera. Igualeja (Malaga)

Brotes de *Quercus fruticosa* y brezo en la Sierra del Aljibe. Alcalá de los Gazules (Málaga)