

Estimación de biomasa en los matorrales de albaida (*Anthyllis cytisoides*) del Sureste de España

A. ROBLEDO¹, S. RÍOS¹ y E. CORREAL¹

RESUMEN

La albaida (*Anthyllis cytisoides* L., Fabaceae) ocupa miles de hectáreas en el Sureste de España, donde tiene gran interés para la ganadería ovina y caprina. En cuatro localidades de Murcia, Almería y Albacete, se ha estimado la producción de biomasa ramoneable y leñosa mediante la obtención de ecuaciones de regresión del tipo $y = ax^b$, en las que se relacionaba su biomasa (y) con los parámetros externos de la planta (x). Los parámetros mejor correlacionados con la biomasa ramoneable fueron el área basal y el volumen de máximo follaje ($r^2 = 82$); mientras que para el cálculo de la fracción leñosa la mejor correlación ($r^2 = 73$) la dio el volumen total. La biomasa aérea estimada de la albaida estuvo comprendida entre 2,0 - 4,7 t M.S./ha, de la que 1'3-3'0 t correspondieron a la fracción ramoneable. Se midió también la cobertura vegetal de los albardares, que osciló entre un 71 % y 89 % del total de la superficie del suelo.

Palabras clave: Matorral, biomasa, cobertura, *Anthyllis cytisoides*.

Autores: ¹ Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca. Región de Murcia, C.R.I.A., Dep. Cultivos Zonas Áridas, 30150 La Alberca, Murcia.

INTRODUCCIÓN

La albaida (*Anthyllis cytisoides* L.) es una leguminosa arbustiva, distribuida por el Mediterráneo Occidental (Sur de Francia, Sur y Este de la Península Ibérica, Islas Baleares, Marruecos y Argelia) en zonas no muy alejadas del litoral. Vive en áreas termo y mesomediterráneas (no soporta fríos intensos) bajo ombroclima semiárido a seco (200-650 mm anuales); es indiferente edáfica, encontrándose sobre esquistos, calizas, margas y yesos, preferentemente en suelos removidos y cultivos abandonados, los cuales puede colonizar rápidamente y formar comunidades casi monoespecíficas. Durante la sequía estival suele perder la hoja, comenzando el rebrote con las lluvias otoñales; en las áreas más cálidas las primeras flores aparecen en diciembre-enero, prolongándose la floración hasta mayo-junio, mientras que en las zonas interiores, más frescas, florece desde abril-mayo hasta julio. En las zonas cálidas semiáridas de Alicante, Murcia y Almería se encuentra una especie próxima, *Anthyllis terniflora* (Lag.) Pau también llamada albaida o albaida fina, que presenta un porte más bajo, siendo menos leñosa; tiene las hojas enteras, flores más pequeñas y la floración más tardía (mayo-junio). A veces conviven las dos especies, siendo frecuentes los ejemplares híbridos (*A. x media* Pau).

En España, la albaida tiene su núcleo principal en el Sureste (Murcia y Almería) donde ocupa miles de hectáreas, siendo actualmente aprovechada como recurso forrajero (pastoreo de ovejas y cabras) y para la producción de miel (apicultura); antiguamente era aprovechada para la extracción de leña y como mata de «emboje» para los gusanos de seda. Su importancia forrajera ha sido señalada por algunos autores, pese a considerarla como un recurso alimenticio de escasa calidad, de bajo contenido en proteína y baja digestibilidad (SILVA, 1987; BOZA *et al.*, 1988), sin embargo su aceptación por el ganado es bastante buena (RÍOS *et al.*, 1989). Por estas razones se ha creído conveniente la estimación de la biomasa aérea presente en las formaciones de albaida.

Existen pocos precedentes de este tipo de evaluaciones en España, siendo relativamente frecuentes las referencias en el área mediterránea (LE HOUEROU *et al.*, 1977; BAUDIN, 1985). Por el contrario en Estados Unidos existe abundante bibliografía sobre el tema (COOK, 1960; LYON, 1968; RITTENHOUSE *et al.*, 1977; URESK *et al.*, 1977; BRYANT *et al.*, 1979; VORA, 1988, etc.) y, en menor medida, también en Sudamérica (AZOCAR, *et al.*, 1981; PASSERA, 1983) y Australia (ANDREW *et al.*, 1979, 1981); todas ellas son áreas donde la ganadería extensiva es un importante recurso

económico, cuya actividad ocupa extensas superficies que justifican este esfuerzo investigador.

No obstante, las medidas de cobertura y de biomasa en las formaciones vegetales del S.E. de España son también necesarias, tanto para una ordenación racional del pastoreo, como para conocer la disponibilidad de otros recursos naturales (forestales, aromáticas, ...) y para evaluar riesgos de erosión, incendios, etc., todo ello justificado por la gran fragilidad de los ecosistemas de zonas áridas y semiáridas. Los objetivos de este trabajo se centran en: a) puesta a punto de un método para la estimación de biomasa aérea de las comunidades arbustivas, y b) aplicación de este método a los matorrales de albarda del Sureste de España.



Fig. 1.—Localización de los albardares estudiados.

Fig. 1.—Localization of the *Anthyllis cytisoides* shrublands studied.

MATERIAL Y MÉTODOS

La biomasa en arbustos es un parámetro difícil de medir, comparado con las formaciones herbáceas. El gran volumen, la materia leñosa y la gran variabilidad intraespecífica, han llevado a los investigadores al diseño de técnicas de estimación indirectas, que establecen

relaciones matemáticas entre parámetros externos de la planta y la biomasa que contiene; esta relación se determina mediante curvas de regresión, que hay que establecer para cada especie a estimar. Con esto se puede conocer la biomasa aérea media por planta en una determinada localidad; si se quiere estimar la biomasa de una formación vegetal es necesario conocer, además, la cobertura y la densidad de individuos.

Para el desarrollo de estos trabajos, se realizó en 1989 una prospección de los matorrales de albaida de Murcia, Almería y otras provincias limítrofes, eligiéndose cuatro localidades representativas de la variabilidad observada: Gérgal, Espinardo, Mazarrón y Férez (fig. 1, tabla 1). En las tres últimas, el albaidar se desarrollaba sobre cultivos abandonados (de algarrobo y olivo en Espinardo y Mazarrón y de esparto en Férez); se desconoce el anterior uso del suelo en la localidad de Gérgal.

Tabla 1.—CARACTERISTICAS DEL MEDIO FISICO EN LAS LOCALIDADES SELECCIONADAS PARA LA ESTIMACION DE BIOMASA DE LOS MATORRALES DE ALBAIDA, EN EL S. E. DE ESPAÑA.

Table 1.—Data on the physical environment of four S.E. Spain localities selected to estimate the aerial biomass of the *Anthyllis cytisoides* shrublands.

Localidad	U.T.M.	Alt. (m)	Orientac.	Pen-diente	Sustrato	Piso/Ombroclima *
Gérgal (Almería)	30S WG40	730	O-NO	25°	micasquistos y cuarcitas	mesomediterráneo semiárido
Espinardo (Murcia)	30S XH60	140	O-NO	15°	conglomerados	termomediterráneo semiárido
Mazarrón (Murcia)	30S XG46	220	O-NO	15°	cuarcitas y micasquistos	termomediterráneo semiárido
Férez (Albacete)	30S WH95	520	O-NO	25°	calizas	mesomediterráneo seco

* Pisos bioclimáticos y ombroclimas *sensu* RIVAS MARTÍNEZ (1987).

Las precipitaciones recogidas, durante el período de crecimiento que afecta a esta experiencia (de septiembre de 1988 a mayo de 1989), en Espinardo (375 mm) y en Férez (560 mm) estuvieron por encima (50 mm y 100 mm respectivamente), de la media anual, mientras que en Mazarrón (234 mm) y Gérgal (246 mm) fueron similares a la media.

Estimación de biomasa por planta

De estas cuatro localidades, solamente en una se cosecharán plantas, estimándose la biomasa en las otras tres a partir de las ecuaciones halladas en ella. La localidad de Espinardo, que presentaba un tamaño de planta medio, fue la elegida para cortar la muestra de plantas.

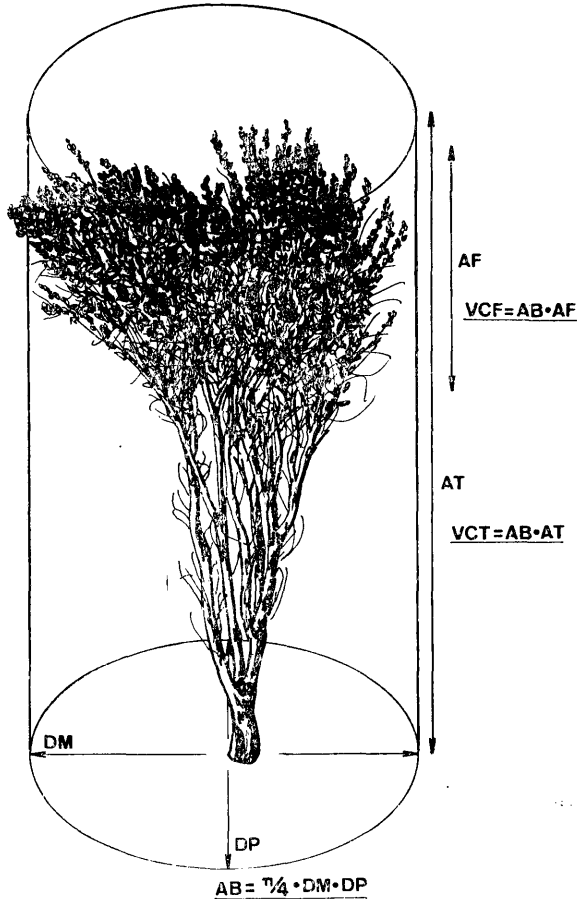


Fig. 2.—Parámetros externos medidos en la albaída; altura total (AT), altura de máximo follaje (AF), diámetro mayor (DM), diámetro perpendicular al anterior (DP), área de la base del cilindro (AB), volumen total (VCT), volumen de máximo follaje (VCF).

Fig. 2.—External parameters measured on the *Anthyllis cytisoides*: total height (AT), height of maximum plant foliage (AF), maximum plant diameter (DM), smaller plant diameter (DP), basal area of the elliptical cylinder (AB), total volume of the cylinder (VCT) and volume of maximum plant foliage (VCF).

a) Elección del tamaño de la muestra.

En la bibliografía disponible sobre el tema aparecen tamaños muestrales muy diversos, de este solamente ocho plantas cosechadas (LUDWIG *et al.*, 1975) hasta 335 (CABRAL *et WEST*, 1986), dependiendo de las características de las especies, si son poblaciones naturales o cultivos, si se realizan o no clasificaciones por tamaños u otro tipo de selección de submuestras, etc. Al no existir un criterio uniforme en los autores conocidos y con la intención de encontrar el tamaño muestral idóneo, se realizó un premuestreo en la localidad de Espinardo, midiéndose en 150 individuos los siguientes parámetros (fig. 2): altura total, altura de máximo follaje, diámetro mayor y diámetro perpendicular al anterior. Se consideró como altura de máximo follaje aquella parte de la planta que comprende la mayor cantidad de materia verde (hojas, tallos tiernos, flores y frutos) obviando las ramas leñosas de la base y algunas ramas aisladas de la copa (tabla 2).

Tabla 2.—VALORES DE LOS PARAMETROS EXTERNOS (EN cm DE 150 PLANTAS DE ALBAIDA, OBTENIDOS EN EL PREMUESTREO REALIZADO EN ESPINARDO (MURCIA).

Table 2.—Measurements of the external parametres (in cm) of 150 *Anthyllis cytisoides* shrubs presampled in Sspinardo (Murcia).

	Altura total	Altura máx. follaje	Diámetro mayor	Diámetro menor
Media	65	29	68	58
Mínimo	30	10	26	18
Máximo	111	62	126	123
CV (%)	28	31	31	36

El tamaño mínimo de la muestra para obtener resultados significativos a una probabilidad determinada (P) en pruebas de *t* de dos colas (COCHRAN *et COX*, 1957; SOKAL *et ROHLF*, 1979) se calculó mediante la fórmula $r \geq 2 (\sigma \delta)^2 (1+t_2)$, donde δ es la diferencia verdadera que se desea detectar o margen de error, σ es la desviación típica verdadera expresada en tanto por ciento de la media, t_1 el valor significativo de la *t* de Student en la prueba y t_2 el valor correspondiente a 2 (1-P).

Para este cálculo se tomó un coeficiente de variación de 30, pró-

ximo al de las cuatro variables medidas, determinándose el número de repeticiones para $\delta = 20\%$ y $\delta = 15\%$, con un nivel de significación $\alpha = 0,01$, obteniéndose:

$$r_1 \geq 2 (30/20)^2 (2,4 + 1,29)^2 \geq 61.$$

$$r_2 \geq 2 (30/15)^2 (2,4 + 1,29)^2 \geq 109.$$

Teniendo en cuenta este resultado y las posibilidades de procesamiento de material vegetal del equipo, se fijó en cien plantas el tamaño de la muestra a cosechar.

b) Realización del muestreo.

Se llevó a cabo en Espinardo cuando la albaida se encontraba en estado de floración-fructificación, que coincide con el de máxima producción de biomasa. Para la elección de las cien plantas se siguió un transecto rectilíneo, midiendo los mismos parámetros externos descritos en el premuestreo (fig. 2) y cortándolas a ras de suelo, sin excepción de tamaños, desechándose solamente las plantas no aisladas (formando parte de grupos compactos), las plantas deformadas por enfermedades u otras causas (caída de piedras, pisoteo) y los ejemplares muertos. Las plantas se individualizaron en sacos transpirables y en laboratorio se procedió a la separación de las siguientes fracciones: tronco basal, resto de tallos leñosos, tallos tiernos y el conjunto de hojas, flores y frutos; todas las muestras fueron secadas en estufa (90° C durante 48 horas) y pesadas posteriormente (tabla 3). La fracción «tronco basal» se refiere a la porción de tronco principal que va desde el suelo hasta que comienza a ramificarse; se creyó conveniente su medida porque muchas plantas con semejante volumen de máximo follaje, poseían troncos basales de longitud muy dispares, e incluso algunas plantas se ramificaban desde el suelo.

Tabla 3.—PESO (g DE MATERIA SECA) DE LAS DISTINTAS FRACCIONES DE BIOMASA AEREA DE 100 PLANTAS DE ALBAIDA, RECOLECTADAS EN ESPINARDO (MURCIA).

Table 3.—Dry mater weight (in g) of the different aerial biomass fractions of 100 plant of *Anthyllis cytisoides* harvested at Espinardo (Murcia).

	Tronco basal	Resto leña	Leña total	Tallos tiernos	Hojas flores	Ramoneable total	Total
Media	5	50	55	38	58	96	151
Mínimo	0	3	3	3	5	9	12
Máximo	37	208	230	232	249	481	616
CV (%)	168	89	88	93	83	86	83

c) Búsqueda de la ecuación de regresión.

Mediante el paquete estadístico integrado Statgraphics se realizó un rastreo en dos direcciones, para determinar que modelo de regresión se ajustaba mejor a la albaida y para ver que parámetros se relacionaban mejor con el peso seco (ramoneable y leñoso).

Se utilizaron como variables independientes la altura total, altura de máximo follaje, diámetro mayor, diámetro perpendicular al anterior, área basal y los volúmenes total y de máximo follaje de un cilindro de base elíptica. Como variables independientes se seleccionaron el peso de la leña y el peso ramoneable (tallos tiernos, hojas, brácteas, flores y frutos).

Mediante el mencionado programa se realizó un análisis de varianza de las variables descritas y se probaron todas las regresiones posibles entre las variables independientes y dependientes con los modelos matemáticos, lineal ($y = a + bx$) y geométrico ($y = ax^b$), linealizando la ecuación y ajustando por el método de mínimos cuadrados. Se dibujaron estas expresiones y una comprobación de la distribución aleatoria de los residuos, mediante su representación gráfica.

Estimación de la cobertura, densidad de plantas y biomasa del matorral de albaida

Estas medidas se realizaron en las localidades descritas anteriormente. Los requisitos que determinaron la ubicación de las parcelas fueron una dominancia clara de la albaida y que fueran representativas del conjunto de la formación vegetal.

a) La cobertura se estimó mediante la transcripción de la proyección vertical de las plantas, presentes en una parcela de 10 m², en papel milimetrado a escala 1:20. La parcela se eligió larga y estrecha y se dispuso perpendicular a las curvas de nivel (STEEL *et* TORRIE, 1985), con las dimensiones utilizadas en el Sur de Francia por BAUDIN (1985) de 20 m x 0,5 m. Dicha parcela se delimitó mediante dos horquillas metálicas clavadas en el suelo, sobre las que se fijaron dos cintas de agrimensor de 20 m de largo, tasadas y dispuestas por encima de la altura de las plantas a medir (fig. 3a).

Mediante una cinta rígida de 0,5 m de largo, colocada perpendicularmente a las otras dos, se fueron anotando cada 5 cm los puntos de intersección con la proyección vertical de cada planta. Este barrido, realizado minuciosamente, proporciona un conjunto de puntos

sobre el esquema milimetrado que, por la angostura de la parcela, permite dibujar con bastante exactitud la silueta de la planta (fig. 3b). Para facilitar la toma de datos, así como la posterior planimetría y comprensión de la estructura de la comunidad, se dibujaron en es-

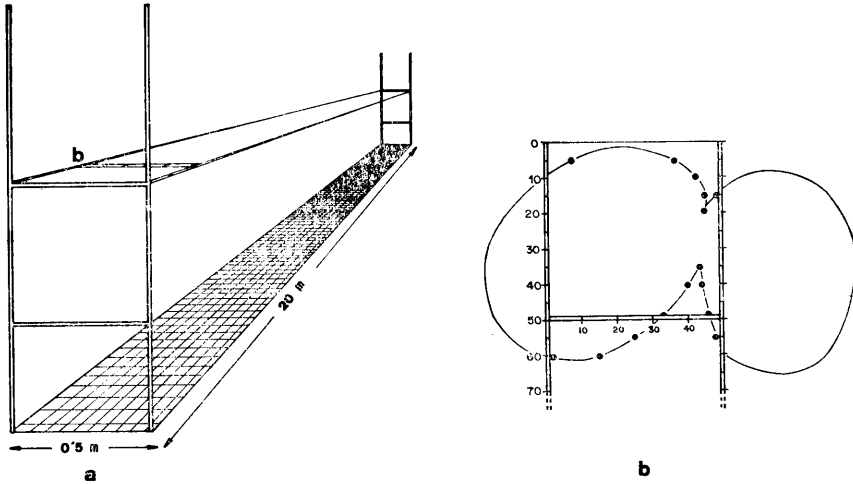


Fig. 3.—Mediciones de cobertura. a) tamaño de parcela y dispositivo utilizado. b) Detalle de la toma de puntos de intersección entre el perfil de la planta y la regla móvil.

Fig. 3.—Measurements of plant cover: a) size of the sampling area and device utilized, b) detail of the intersection points between the plant profile and the sliding spacer.

quemados separados los tres estratos presentes: arbustivo alto (albaida más los arbustos y gramíneas de altura similar a la albaida), arbustivo bajo (pequeños caméfitos) y herbáceo (fig. 4). Se desestimó representar las especies anuales dada su escasez y variabilidad interanual. Esta representación a escala permitió calcular, mediante planimetría (planímetro digital TAMAYA planix 7), la cobertura de cada especie, la de cada estrato y por intersección de todos la del suelo desnudo.

b) Para obtener la densidad se midieron los parámetros externos de cien plantas de albaida, en una línea contigua a la parcela donde se midió la cobertura, lo que permitió determinar el área media de la albaida en cada una de las cuatro localidades. Aplicando el valor del área media ($m^2/planta$) al valor de la cobertura (m^2/ha) se puede conocer el número de plantas por hectárea en cada localidad.

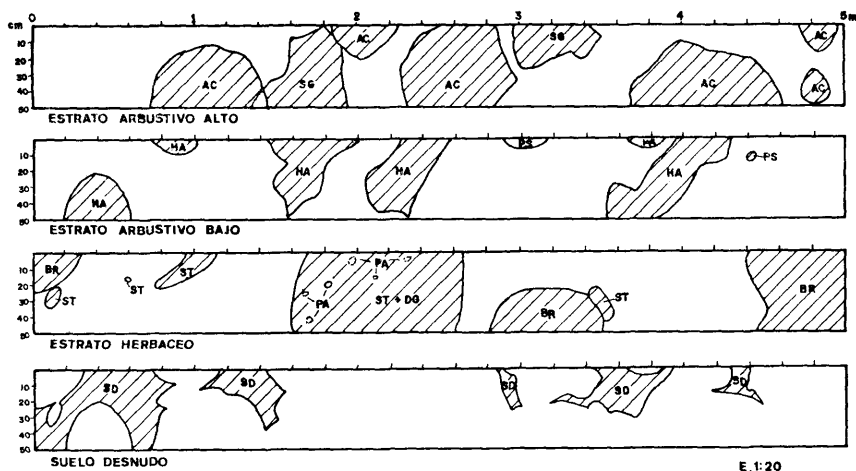


Fig. 4.—Ejemplo de representación a escala del área basal de las especies presentes en una banda de 20 m x 0,5 m en Espinardo. Sólo se representan los primeros cinco metros de cada estrato y el suelo desnudo. AC = *Anthyllis cytisoides*, SG = *Salsola genistoides*, HA = *Helianthemum almeriense subsp. scopulorum*, PS = *Phagnalon saxatile*, BR = *Brachypodium retusum*, ST = *Stipa parviflora*, DG = *Dactylis hispanica*, PA = *Plantago albicans*, SD = suelo desnudo.

Fig. 4.—Example of representation at scale of the basal area of the plant species present in a 20 x 0,5 m band at Espinardo (Murcia). Only the first 5 m of each plant strata and bare soil has been represented. AC = *Anthyllis cytisoides*, SG = *Salsola genistoides*, HA = *Helianthemum almeriense subsp. scopulorum*, PS = *Phagnalon saxatile*, BR = *Brachypodium retusum*, ST = *Stipa parviflora*, DG = *Dactylis hispanica*, PA = *Plantago albicans*, SD = bare soil.

c) A cada una de las cien plantas de albaída medidas en cada localidad, se le aplicaron las ecuaciones halladas para la estimación de biomasa (ramoneable y leñosa), obteniéndose un peso medio por planta, que multiplicado por el número de plantas por hectárea, permitió calcular la biomasa ramoneable y leñosa de la albaída por hectárea.

RESULTADOS

Aunque el objetivo principal de este trabajo era la estimación de biomasa de la formación de albaída, se pudieron obtener algunos resultados parciales interesantes, derivados de las distintas etapas del método empleado; unos relacionados con la búsqueda de la ecuación de regresión y otros con las estimaciones de cobertura, densidad y biomasa de la albaída.

Estimación de biomasa por planta

a) Parámetros externos.

De las mediciones de los parámetros externos de la albaida (tabla 4) se desprenden algunos datos sobre la forma de crecimiento y algunas otras características de las poblaciones. La planta de albaida consta de un tronco basal no ramificado, a veces ausente, que se divide a pocos centímetros del suelo, dando paso a numerosas ramas en las que persisten algunos tallos muertos. La copa o zona de máximo follaje aparece, en general, de manera brusca, existiendo un límite neto en su parte inferior con la porción leñosa; la forma es de semiesfera a tronco-cono invertido (fig. 5). Al parecer, en los primeros estadios la planta crece en altura y anchura, hasta alcanzar un diámetro determinado; a partir de este momento sólo habrá crecimiento en altura. A esto se une la muerte de buena parte de los tallos periféricos, lo que provoca una variación de forma.

Tabla 4.—DIMENSIONES DE LA ALBAIDA EN LAS CUATRO LOCALIDADES ESTUDIADAS Y VALORES ESTIMADOS PARA EL PESO SECO DE SUS FRACCIONES RAMONEABLE Y LEÑOSA.

Table 4.—External parametre values of *Anthyllis cytisoides* in the four localities studied and estimated dry matter values of its browse (PR) and wood (PL) biomass fractions.

LOCALIDAD		AT	AF	DM	DP	AB	VCF	VCT	PR	PL
		(cm)				(cm ²)	(cm ³)		(gr)	
GERGAL	Media	56	29	66	56	3186	104595	199037	77	39
	Mínimo	26	14	33	24	754	10556	19849	11	5
	Máximo	106	61	138	104	11272	619962	1115930	372	198
	CV (%)	26	27	29	32	61	89	88	75	81
ESPINARDO	Media	69	33	67	58	3351	125261	255946	90	49
	Mínimo	31	13	25	15	295	6774	13548	8	3
	Máximo	118	73	124	116	10933	601301	1060480	363	189
	CV (%)	27	30	32	34	63	86	83	74	78
MAZARRON	Media	91	49	85	69	5608	269711	519303	175	95
	Mínimo	44	30	30	22	660	25070	37737	23	8
	Máximo	163	97	220	139	22462	1407870	3369360	757	556
	CV (%)	27	21	33	34	68	89	96	74	88
FEREZ	Media	111	42	58	42	2265	106637	285184	77	54
	Mínimo	38	18	13	9	92	2121	4043	3	1
	Máximo	225	102	149	112	12315	640382	1687160	383	291
	CV (%)	29	29	47	46	93	110	109	94	101

AT = altura total; AF = altura de máximo follaje; DM = diámetro mayor; DP = diámetro perpendicular al anterior; AB = área basal; VCF = volumen de máximo follaje; VCT = volumen total; PR = peso ramoneable; PL = peso de la fracción leñosa.

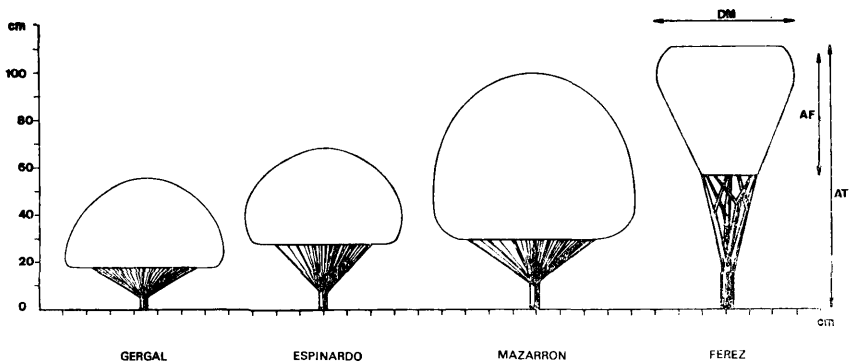


Fig. 5.—Esquema de una albaída de dimensiones medias, en las cuatro localidades estudiadas. En su confección se han tenido en cuenta las dimensiones medias (altura total —AT—, altura de máximo follaje —AF— y diámetro mayor —DM—) y fotografías de plantas representativas de cada población.

Fig. 5.—Scale representation of the average *Anthyllis cytisoides* profile in each sampling locality.

La altura sigue un gradiente ascendente desde la población más joven (Gérgal) hasta la más vieja (Férez); sin embargo no ocurre así con el volumen de máximo follaje, que aumenta hasta alcanzar un punto máximo a una determinada edad de la planta, para luego sufrir una disminución. De esta forma se encuentran poblaciones como Gérgal y Férez, con alturas medias totales muy dispares (56 cm y 111 cm respectivamente) y volúmenes medios de máximo follaje muy parecidos (104595 cm^3 y 106637 cm^3). Esto apoyaría lo antes dicho sobre el tipo de crecimiento y la variación de forma, ya que la altura de máximo follaje en la población más vieja (Férez) es parecida a la de mayor volumen y biomasa (Mazarrón) y sin embargo existe gran diferencia en los diámetros, que registraron los valores más bajos en Férez (fig. 6).

b) Ecuaciones de regresión.

De todas las variables independientes utilizadas, los volúmenes (total y de máximo follaje), el área basal y el diámetro mayor dieron las mejores correlaciones con el peso ramoneable y el peso de la leña. En cuanto a los modelos matemáticos ensayados, el geométrico ($y = ax^b$) fue el que dio, en conjunto, la mejor correlación entre las variables estudiadas; además, en la representación gráfica de los residuos, mostraba una distribución aleatoria en torno a la línea de

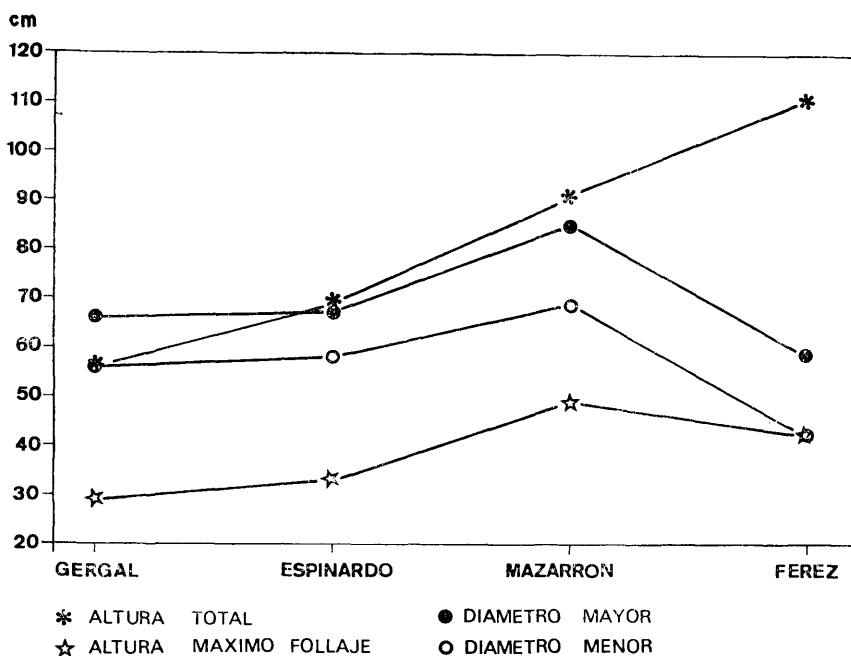


Fig. 6.—Variación de los parámetros externos de la albarda, en las cuatro poblaciones estudiadas.

Fig. 6.—Variation of the external plant parameters of *Anthyllis cytisoides* in the four localities where it has been studied: total height (*), height of maximum foliage (☆), maximum plant diameter (●) and smaller plant diameter (○).

valor cero, no ocurriendo de igual forma con los residuos del modelo lineal, que tenían a agruparse en el origen a modo de «trompeta», de forma que a mayor volumen mayor era la dispersión de las desviaciones del modelo o residuos (CARBONELL *et al.*, 1983); esto indica que el modelo lineal, al menos parcialmente, es inadecuado para esta muestra debido a la presencia de un gran número de valores aberrantes (con residuos muy alejados del valor medio) —fig. 7—.

Con el modelo geométrico, el volumen de máximo follaje (con un valor de $r^2=82$) y el volumen total (con $r^2=73$) fueron los parámetros mejor correlacionados con el peso ramoneable y el peso de la leña respectivamente, y por ello son las variables que se han utilizado para estimar la biomasa por planta en las cuatro localidades (tablas 5 y 6). No obstante, a efectos de estimaciones posteriores, el diámetro mayor parece ser el parámetro ideal, ya que posee buenos coeficientes de

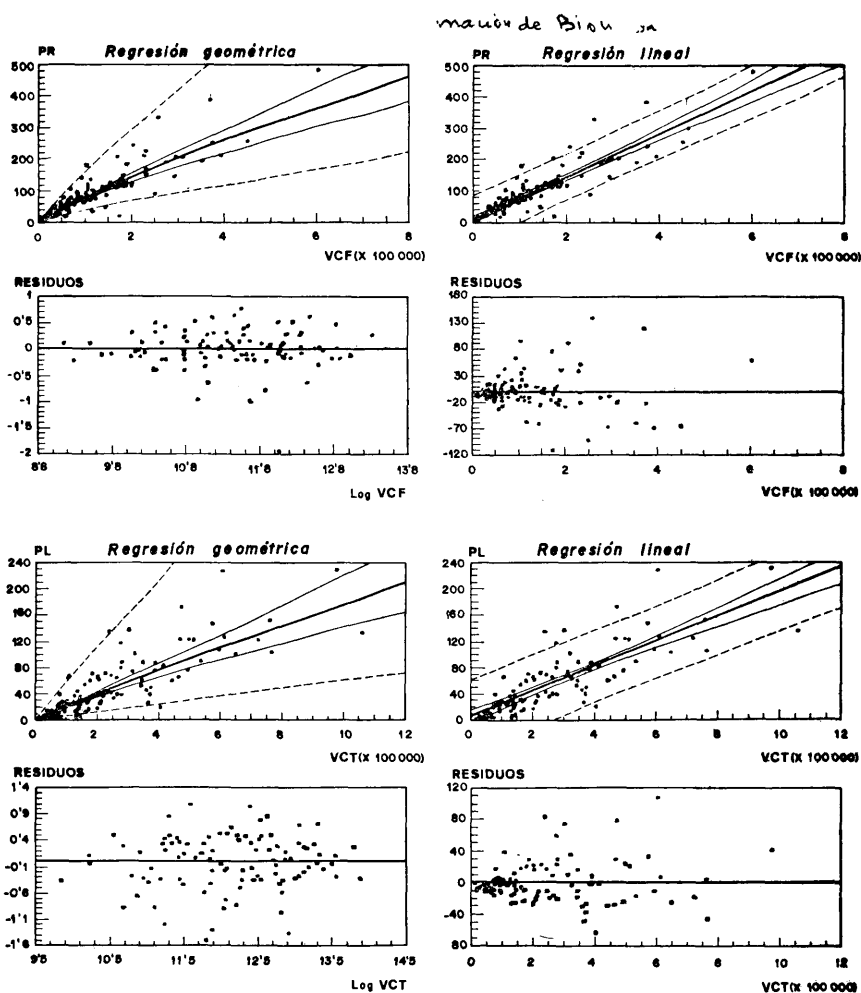


Fig. 7.—Representación de las ecuaciones de regresión lineal y geométrica, entre el peso ramoneable (PR) y volumen de máximo follaje (VCF) y entre el peso de la leña (PL) y el volumen total (VCT). Datos sobre 100 plantas recolectadas en Espinardo (Murcia). Debajo de cada ecuación se representan los residuos correspondientes. Nivel de confianza $\alpha = 0,05$; límites de confianza al 95 % en trazo continuo; límite de predicción al 95 % en trazo discontinuo.

Fig. 7.—Representation of linear and exponential correlation equations between edible biomass weight (PR) and the maximum foliage volume (VCF), and between the wood weight (PL) and the total plant volume (VCT) of 100 *Anthyllis cytisoides* shrubs harvested at Espinardo (Murcia). Level of confidence $\alpha = 0,05$; confidence limits at 95 % (continuous line); prediction limits at 95 % (dotted line).

correlación ($r^2=80$ para el peso ramoneable y $r^2=65$ para el leñoso) y supondría un gran ahorro de tiempo en la toma de datos y en su procesado, aunque se estime con precisión algo menor. En el caso del peso ramoneable también el área basal puede utilizarse en lugar del volumen, pues ambos tienen el mismo coeficiente de correlación.

Tabla 5.—RESULTADOS DEL ANALISIS DE REGRESION ENTRE PESO SECO DE LA FRACCION RAMONEABLE (Y, EN GRAMOS) DE LA ALBAIDA (1) Y SUS PARAMETROS EXTERNOS (X, EN cm).

Table 5.—Results of the regression analysis between the dry matter weight of the Anthyllis cytisoides browse fraction (y, in g) and its external parametres (x, in cm).

MODELO	PARAMETRO	INTERCEPCION (a)	PENDIENTE (b)	r^2 (%)	ERROR ESTANDAR
y=a+bx	diámetro mayor	-130.8160	3.39289	75.5	40.9
	área	-23.0205	3.55458 10^{-2}	84.1	32.9
	volumen max. follaje	10.5667	6.82842 10^{-4}	79.8	37.2
y=ax ^b	diámetro mayor	-5.78952*	2.410450	80.1	0.39
	área	-4.87575*	1.150400	81.9	0.38
	volumen max. follaje	-5.61291*	0.864701	82.2	0.37

(1) Datos sobre 100 plantas recolectadas en Espinardo (Murcia).

(*) Valor igual a $\ln a$.

Tabla 6.—RESULTADOS DEL ANALISIS DE REGRESION ENTRE PESO SECO DE LA FRACCION LEÑOSA (Y, EN GRAMOS) DE LA ALBAIDA (1) Y SUS PARAMETROS EXTERNOS (X, EN cm).

Table 6.—Results of the regression analysis between the dry matter weight of the Anthyllis cytisoides woody fraction (y, in g) and its external parametres (x, in cm).

MODELO	PARAMETRO	INTERCEPCION (a)	PENDIENTE (b)	r^2 (%)	ERROR ESTANDAR
y=a+bx	diámetro mayor	-62.48410	1.75141	58.5	31.2
	área	-3.87127	1.74629 10^{-2}	59.1	31.0
	volumen total	6.76008	1.87109 10^{-4}	67.8	27.5
y=ax ^b	diámetro mayor	-6.61662*	2.45621	65.2	0.59
	área	-5.44664*	1.14202	63.3	0.60
	volumen total	-7.71348*	0.93372	72.6	0.52

(1) Datos sobre 100 plantas recolectadas en Espinardo (Murcia).

(*) Valor igual a $\ln a$.

Únicamente en Espinardo se cortaron plantas, por lo que sólo en esta localidad se obtuvieron pesos reales y estimados; en las tres lo-

calidades restantes solamente se conocen los pesos estimados (tabla 4). En Espinardo, el valor medio del peso ramoneable real y el estimado fueron muy próximos (diferencia del 7 %) mientras que la diferencia entre el peso de leña real y estimado fue mayor (superando el 12 %). Se observa asimismo que, en ambos, los valores mínimos son casi idénticos y los máximos muy diferentes; esto da una idea de que la ecuación construida no da buenas predicciones para los individuos más pesados (en la figura 7 se observa que el límite de predicción superior es más abierto).

Cobertura, densidad de plantas y biomasa del matorral

a) Mediante la planimetría realizada sobre el croquis a escala de cada transecto (ejemplo fig. 4), se determinó la cobertura de todas las especies presentes en cada estrato (tabla 7). En las cuatro localidades estudiadas la albaida fue la especie dominante, y en dos de ellas (Mazarrón y Gérgal) representaba más del 90 % de la superficie cubierta. En las otras dos localidades, la albaida ocupaba entre el 37-47 % de la superficie total, compartiendo la dominancia con otras especies propias de comunidades más evolucionadas (pastizales y espartizales) desde el punto de vista de la sucesión vegetal.

La cobertura total superó en dos casos el 100 %, debido a la superposición de los estratos, que presentan zonas de intersección entre ellos. La proyección vertical de los distintos estratos delimita un área totalmente desprovista de cubierta vegetal, que se consideró como suelo desnudo. En Gérgal, al no existir superposición de estratos, el sumatorio de coberturas más el suelo desnudo fue del 100 % de la superficie total. Este suelo desnudo en ninguna de las localidades superó el 30 %, lo que da una idea de la capacidad de la albaida de formar matorrales densos.

b) Respecto a la densidad de plantas (tabla 8), está en función del área basal media de las plantas y de la cobertura total de la especie. Esta densidad no parece ser significativamente distinta en las cuatro localidades, ya que una mayor cobertura parece compensarse con un mayor tamaño del área basal.

c) La biomasa estimada de las formaciones de albaida (tabla 8) osciló entre 1967 - 4670 Kg M.S./ha, de los que 1261 - 3032 Kg M.S./ha correspondieron a la materia ramoneable.

Para poder comparar las cuatro poblaciones, en la tabla 9 se ha supuesto una misma cobertura para todas (50 %). Se observa que el

peso total aumenta desde la población más joven (Gérgal) hasta la más vieja (Férez); lo mismo ocurre con el peso de la leña. Sin embargo el peso ramoneable sufre una estabilización a partir de cierta

Tabla 7.—COBERTURA (%) DE LAS ESPECIES PRESENTES EN CUATRO ALBAIDARES DEL S.E. DE ESPAÑA.

Table 7.—Plant coverture (%) of the species present in four *Anthyllis cytisoides* shrublands communities of S.E. Spain.

	ESPINARDO	MAZARRON	FEREZ	GERGAL
ESTRATO ARBUSTIVO ALTO				
<i>Anthyllis cytisoides</i>	47.5	87.8	37.1	63.3
<i>A. cytisoides</i> (muerto)	1.1	1.4	2.6	3.1
<i>Salsola genistoides</i>	9.8	.	.	.
<i>Asparagus horridus</i>	1.8	.	.	.
<i>Stipa tenacissima</i>	.	.	25.2	.
<i>Clematis flammula</i>	.	.	4.0	.
<i>Cistus clusii</i>	.	.	2.6	.
<i>Rhamnus lycioides</i>	.	.	0.2	.
ESTRATO ARBUSTIVO BAJO				
<i>Helianthemum almeriense</i>				
subsp. <i>scopulorum</i>	21.5	.	.	.
<i>Phagnalon saxatile</i>	9.4	.	.	.
<i>Teucrium capitatum</i>				
subsp. <i>gracillimum</i>	0.1	.	0.4	.
<i>Thymus hyemalis</i>	.	4.3	.	.
<i>Sedum sediforme</i>	.	0.8	1.6	.
<i>Thymus vulgaris</i>	.	.	6.9	.
<i>Paronychia suffruticosa</i>	.	.	1.0	.
<i>Polygala rupestris</i>	.	.	0.1	.
<i>Helichrysum italicum</i>				
subsp. <i>serotinum</i>	.	.	0.1	.
<i>Helianthemum mariolense</i>	.	.	0.1	.
<i>Artemisia herbaalba</i>	.	.	.	4.0
<i>Thymus baeticus</i>	.	.	.	0.3
ESTRATO HERBACEO				
<i>Stipa parviflora</i>	12.8	.	.	.
<i>Brachypodium retusum</i>	9.5	.	27.7	.
<i>Dactylis hispanica</i>	5.3	.	0.7	.
<i>Asphodelus fistulosus</i>	0.8	.	.	.
<i>Plantago albicans</i>	0.	0.5	.	0.2
<i>Launaea nudicaulis</i>	.	0.3	.	.
<i>Diplotaxis crassifolia</i>	.	+	.	.
<i>Teucrium pseudochamaepitys</i>	.	.	0.6	.
<i>Avenula bromoides</i>	.	.	0.2	.
<i>Paronychia aretioides</i>	.	.	0.1	.
<i>Aristolochia pistolochia</i>	.	.	+	.
<i>Lapiedra martinezii</i>	.	.	+	.
<i>Leuzea conifera</i>	.	.	+	.
<i>Stipa offneri</i>	.	.	+	.
<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	+	.
Σ COBERTURA	119.7	95.1	111.2	70.9
SUELO DESNUDO	12.3	10.7	21.2	29.1

Superficie muestreada: 20 m x 0,5 m

Las coberturas inferiores al 0,1 % se indican con el signo +

edad; de esta forma Mazarrón y Férez poseen una biomasa ramoneable muy semejante.

Tabla 8.—ESTIMACION DEL PESO DE LA BIOMASA AEREA RAMONEABLE (PR) Y LEÑOSA (PL) DE LOS ALBAIDARES EN CUATRO LOCALIDADES DEL SURESTE DE ESPAÑA.

Table 8.—Estimation of the dry matter weight of the browse (PR) and wood (PL) fractions of Anthyllis cytisoides in four shrublands communities of S.E. Spain.

Localidades	Cober- tura (%)	Area basal (cm ²)	Densi- dad plant/ha	PR/ planta (gr)	PL/ planta (gr)	PR/ha (kg)	PL/ha (kg)	PR/PT (%)
Gérgal	63	3186	19877	77	39	1533	773	66
Espinardo	47	3351	14136	96	49	1272	695	65
Mazarrón	88	5068	17246	176	95	3032	1638	65
Férez	37	2265	16380	77	54	1261	881	59

La biomasa producida por las especies acompañantes de la albaida no fue estimada, ya que el interés de este trabajo se centraba en la contribución de la albaida.

Tabla 9.—BIOMASA (Kg MS/ha) COMPARADA DE LOS ALBAIDARES EN CUATRO LOCALIDADES DEL S.E. DE ESPAÑA, SUPONIENDO EN TODOS LA MISMA COBERTURA DE ALBAIDA (50 %).

Table 9.—Comparison of the aerial biomass present in the four Anthyllis cytisoides communities studied, assuming all of them had a 50 % albaida coerture.

Localidad	Peso leñoso	Peso ramoneable	Biomasa total
Gérgal	661	1211	1822
Espinardo	732	1339	2071
Mazarrón	933	1727	2660
Férez	1187	1690	2886

DISCUSIÓN

Los modelos de regresión lineal y geométrica han sido ampliamente utilizados por otros investigadores del tema, siendo el primero el que ha dado mejores resultados en arbustos cultivados o pobla-

ciones naturales sobre las que se realiza una selección por tamaños, edades, etc. (LYON, 1968; URESK *et al.*, 1977; ANDREW *et al.*, 1979; AZOCAR *et al.*, 1981; VORA, 1988); mientras que el segundo ha funcionado mejor con poblaciones naturales con una fuerte heterogeneidad intrínseca o provocada por determinadas causas (RITTENHOUSE *et SNEVA*, 1977; BRYANT *et KOTHMAN*, 1979; PASSERA, 1983; BAUDIN, 1985).

El método semidestructivo permite utilizar la ecuación obtenida a partir de una muestra en otras muestras de la población; no obstante, cuando el rango de valores de la muestra a estimar cae fuera del intervalo usado en la creación de la ecuación, no se puede estar seguro de la validez del modelo, pudiendo presentarse errores en la extrapolación (CARBONELL *et al.*, 1983). Este caso se da en Mazarrón, cuyos volúmenes de máximo follaje y total son significativamente distintos a los de las otras tres muestras (test de diferencias significativas, LSD), por lo que los valores de peso estimados pueden cuestionarse. En las otras dos muestras estimadas, los rangos de los volúmenes estaban aproximadamente dentro de los de Espinardo. A pesar de esto, como a efectos de cálculo se utiliza la media de los valores estimados, cuanto mayor sea el número de individuos con valores de x próximos a la media muestral, mejor será la media de las estimaciones.

Otra objeción posible al método se encuentra en la transformación de la cobertura total de la especie (medida en la parcela) en número de individuos de área basal media por unidad de superficie, cuando esta cobertura frecuentemente está delimitada por grupos de plantas, además de plantas aisladas. Algunos autores (BAUDIN, 1985) calculan solamente la biomasa presente en la parcela de 20 m x 0,5 m, sustituyendo en las ecuaciones los volúmenes de las plantas enteras, o fragmentos de ellas, que se encuentran en dicha parcela. Por este método se encontrarían porciones de plantas grandes con igual biomasa que plantas enteras más pequeñas, lo cual sólo sería correcto si la especie se ajustase a un modelo lineal. Nuestro modo de proceder tiene dos ventajas al respecto; por un lado la estimación puntual del peso de una planta está sujeta a errores de extrapolación, sobre todo en plantas muy voluminosas; este error es más pequeño si se utiliza el valor medio estimado, que por lo general se aproxima mucho al valor medio real, sobre todo con tamaños de muestra grandes. Por otro lado, al dividir el área total de la especie (cobertura) por el área basal media, se salva la principal dificultad de la evaluación de biomasa con plantas aisladas, que es la presencia de masas de gran volumen formadas por varias plantas. De esta forma, la esti-

mación no depende tanto de la ubicación de la parcela al confrontarla con la media de una muestra muy grande de la misma población.

La cobertura medida en los albaidares estudiados es muy alta, comparada con la de otros matorrales del Sureste de España, en los que se han estimado coberturas dle 25-45 % (CORREAL, *et al.*, 1987). En zonas similares en pluviometría y suelo del Norte de Africa se han medido coberturas en matorrales bajos, con valores muy por debajo de los de la albaida (tabla 10). Esta alta cobertura es reflejo de la gran capacidad de la albaida para colonizar suelos removidos y cultivos abandonados, incluso con fuertes pendientes; esto la convierte en una interesante especie para revegetar y proteger estos terrenos.

La biomasa ramoneable estimada en la albaida puede considerarse como producción anual, ya que durante el verano caen todas las hojas y parte de los tallos jóvenes y el resto de tallos se lignifican al año siguiente. Esto da idea del gran potencial productivo de esta especie, que partiendo de cero cada otoño puede producir hasta 3 t M. S. ramoneable/ha, hecho no despreciable en suelos muy degradados y con pluviometrías medias alrededor de 300 mm anuales.

La biomasa estimada en estos albaidares es difícilmente comparables a la de otros matorrales de la zona, ya que no conocemos datos al respecto. Sin embargo en el Norte de Africa (Argelia y Túnez, sobre todo) existen estudios que aportan datos de biomasa en diversas comunidades vegetales, aunque no de la albaida (tabla 10). En estas zonas, con características similares al Sureste de España, se han medido producciones anuales de 800-1.100 Kg M.S./ha, valores sensiblemente inferiores a los medidos para la albaida, si bien la cobertura de dichos matorrales era bastante menor.

Tabla 10.—PRODUCCION DE BIOMASA EN ALGUNAS COMUNIDADES ARBUSTIVAS DEL NORTE DE AFRICA CON CARACTERISTICAS SIMILARES AL SURESTE DE ESPAÑA.

Table 10.—Edible biomass production of some shrubland communities of North Africa.

REFERENCIA	AREA	ESPECIES DOMINANTES	COBER. (%)	PRECIPIT. (mm)	PRODUC. (kg MS/ha)
LE HOUEROU <i>et al.</i> 1974	Hodna (Argelia)	<i>Artemisia herbaalba</i> <i>Noaea mucronata</i>	25	220	1044
MIROCHNITCHENCO 1970	Chellala (Argelia)	<i>Artemisia herbaalba</i>	-	275	800
FLORET <i>et</i> PONTANIER, 1974	Sur Túnez	<i>Rhantherium suaveolens</i> <i>Stipa lagascae</i>	25	314	1069
MABBUT <i>et</i> FLORET, 1983	Oglat Merteba (Túnez)	<i>Stipa tenacissima</i> <i>Artemisia herbaalba</i>	30	150	800

CONCLUSIONES

El método descrito puede proporcionar información sobre composición florística, cobertura, densidad y producción de biomasa de una comunidad vegetal y es utilizable satisfactoriamente en los matorrales de albaida del S.E. de España.

La estimación de biomasa individual se ha realizado a partir de ecuaciones de regresión, que relacionaban parámetros externos de la planta con su biomasa ramoneable y leñosa. El modelo que mejor se ajustó, a este fin, fue el geométrico ($y = ax^b$), siendo el volumen de máximo follaje y el área ($r^2 = 82$) los parámetros mejor correlacionados con la biomasa ramoneable, aunque también podría usarse el diámetro mayor ($r^2 = 80$), con resultados aceptables y gran ahorro de tiempo. Para la biomasa leñosa el mayor coeficiente de correlación se obtuvo con el volumen total ($r^2 = 73$).

La biomasa total estimada ha sido elevada (2,4-4,7 t M.S./ha), de la cual la porción ramoneable supuso de 1,3-3,0 t M.S./ha, cifra bastante elevada en comparación con otros matorrales similares de áreas próximas. La albaida supone, por este hecho, un importante recurso para la ganadería de cabras y ovejas en muchas zonas secas del Sureste de España, a pesar de su baja calidad como forraje.

Las coberturas medidas son muy altas (del 37 % al 87 % para la albaida y del 71 % al 89 % para la comunidad), comparadas con otras de matorrales del Sureste de España con pluviometrías similares. A esto hay que añadir su gran velocidad colonizadora, lo que la convierte en una importante especie para la revegetación de suelos poco productivos en cultivos abandonados, siendo un freno efectivo a la aceleración de los procesos erosivos.

Aceptado para su publicación, el 5-7-91

SUMMARY

ESTIMATION OF BIOMASS PRODUCTION BY THE SHRUBLANDS OF «ALBAIDA» (*ANTHYLLIS CYTISOIDES*) IN SOUTH-EAST SPAIN

Thousand of hectares of S.E. Spain are covered by the «albaida» (*Anthyllis cytisoides* L. *Fabaceae*), which plays an important role as a fodder resource for the local herds of sheep and goats; because of that its aerial biomass production was estimated in four representative localities of Murcia, Almería and

Albacete provinces. For such purpose, correlation equations of the type $y=ax^b$ were previously established between biomass measurements (y) and plant parameters (x). The edible browsing biomass was well correlated ($r^2=82$) with either the basal area or the foliage volume of the shrub. The woody fraction was best correlated ($r^2=73$) with the total volume of the plant. The estimated total aerial biomass of the albaída ranged between 2,0 - 4,7 t DM/ha, of which 1,3 - 3,0 t DM/ha corresponded to its edible browsing biomass. The plant coverture of these shrublands was estimated between 71% - 89% of the total ground surface.

Key words: Shrublands, biomass, plant coverture, *Anthyllis cytisoides*, Spain.

BIBLIOGRAFIA

- ANDREW, M. H.; I. R. NOBLE et R. T. LANGE, 1979. A non-destructive method for estimating the weight of forage on shrubs. *Aust. Range. J.* 1 (3): 225-231.
- ANDREW, M. H.; I. R. NOBLE; R. T. LANGE et A. W. JOHNSON 1981. The measurement of shrub forage weight: three methods compared. *Aust. Rangel. J.* 3 (1): 74-82.
- AZOCAR, P.; A. MANSILLA et H. SILVA 1981. Método de estimación de la fitomasa útil de *Atriplex repanda* Phil. *Avances en Producción Animal* 5 (1): 21-28.
- BAUDIN, F. 1985. *Phytovolumes, phytomases et strategies d'occupation spatiale de six espèces arbustives sûr des parefeux de l'Esterel*. Mémoire de D.E.A. Univ. Aix-Marseille III.
- BOZA, J.; J. SILVA et J. FONOLLA, 1988. La albaída (*Anthyllis cytisoides*), recurso alimenticio para el ganado cabrío en las zonas áridas del Sureste Ibérico. Homenaje a *Pedro Montserrat*, 775-780, Jaca y Huesca.
- BRYANT, F. C. et M. M. KOTHMANN, 1979. Variability in predicting edible browse from crown volume. *J. Range Manage.* 32 (2): 144-146.
- CABRAL, D. R. et N. E. WEST, 1986. Reference unit-based estimates of winterfat browse weights. *J. Range Manage.* 39 (2): 187-189.
- CARBONELL, E.; J.B. DENIS; R. CALVO; F. GONZÁLEZ et U. PRUÑOSA, 1983. *Regresión lineal, un enfoque conceptual y práctico*. Col. Monografías I. N. I. A., Madrid.
- COCHRAN, W. G. et G. M. COX. 1974. *Diseños experimentales*. Ed. Trillas, México.
- COOK, C. W. 1960. The use of multiple regression and correlation in biological investigations. *Ecol.* 41:556-560.
- CORREAL, E. S. RIOS et A. ROBLEDO, 1987. The native pastoral resources of N.W. Murcia (Spain): identification and mapping. *Bulletin Sub-network on Mediterranean Pastures* 5: 121-126.

- FLORET, C. et R. PONTANIER, 1974. *Etude de trois formations végétales naturelles du Sud Tunisien: production, bilan hydrique des sols*. Research Report I. N. R.A. Túnez.
- LE HOUEROU, H. N., J. CLAUDIN et M. HAYWOOD, 1974. *Etude phyto-ecologique du Hodna*. FAO Roma.
- LE HOUEROU, H. N. et C. H. HOSTE, 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo-Sudanian Zone. *J. Range Manage.* 30 (3): 181-189.
- LUDWIG, J. A.; J. F. REYNOLDS et P. D. WHITSON, 1975. Size-biomass relationships of several Chihuahuan Desert shrubs. *American Midland Naturalist* 94 (2): 451-461.
- LYON, L. J. 1968. Estimating twig production of serviceberry from crown volumes. *J. Wildlife Manage.* 32 (1): 115-119.
- MABBUTT, J. A. et C. FLORET (eds.), 1983. *Etudes de cas sur la désertification*. Recherches sur les Ressources Naturelles XVIII, UNESCO, París.
- MIROCHNITCHENKO, Y. 1970, in RODIN, L., B. VINOGRADOV, Y. MIROCHNITCHENKO, N. PELT, H. KALENOV et V. BORSCHANTZECV. *Etudes géobotaniques des pâturages du secteur ouest du Département de Medea (Algérie)*. Ed. Nauka, Leningrado.
- PASSERA, C. B. 1983. Productividad primaria neta en el piedemonte árido de Mendoza. *Deserta* 7: 156-171.
- RÍOS, S.; E. CORREAL et A. ROBLEDO, 1989. Palatability of the main fodder and pasture species present in S.E. Spain: I. woody species (trees and shrubs). *XVI International Grassland Congress, 1531-1532, Niza*.
- RITENHOUSE, L. R. et F. A. SNEVA, 1977. A technique for estimating big sagebrush production. *J. Range Manage.* 30 (1): 68-70.
- RIVAS MARTÍNEZ, S. 1987. Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología; in PEINADO, M. et S. RIVAS MARTÍNEZ, *La vegetación de España*. Colección Aula Abierta, Universidad Alcalá de Henares.
- SILVA COLOMER, J. H. 1987. *Evaluación de los recursos alimenticios de la zona árida del ámbito del proyecto LUCDEME en ganado caprino*. Tesis Doctoral Univ. de Córdoba.
- SOKAL, R. R. et F. J. ROHLF, 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Ed. Blume, Madrid.
- STEEL, R. G. D. et J. H. TORRIE, 1986. *Biometría. Principios y procedimientos*. Mc Graw-Hill, México.
- URESK, D. W.; R. O. GILBERT et W. H. RICKARD, 1977. Sampling big sagebrush for phytomass. *J. Range Manage.* 30 (4): 311-314.
- VORA, R. S. 1988. Predicting biomass of five shrub species in northeastern California. *J. Range Manage.* 41 (1): 63-65.