

“REGENERACIÓN NATURAL EN LAS ESTEPAS YESOSAS DEL CENTRO PENINSULAR ESPAÑOL TRAS EL ABANDONO DE CULTIVOS”

ESMERALDA MARTÍNEZ-DURO^{1*}, PABLO FERRANDIS¹, JOSÉ M. HERRANZ¹, JOSÉ A. LÓPEZ-DONATE² Y PILAR MARTÍNEZ-MARTÍNEZ.¹

¹Dpto. de Producción Vegetal y Tecnología Agraria, ETS de Ingenieros Agrónomos, Univ. Castilla-La Mancha. Campus Universitario s/n. 02071. ALBACETE

²Centro de Investigación Agroambiental, Delegación de Agricultura de Albacete. C/ Tesifonte Gallego, 1. 02071. ALBACETE

*Email correspondencia autor: Esmeralda.Martinez@uclm.es

Resumen

La vegetación originaria de las estepas yesosas de Villarrubia de Santiago (Toledo) está compuesta por comunidades de gipsófitos con necesidades ecológicas y edáficas muy particulares. El objetivo de este trabajo es cuantificar la capacidad natural de recuperación tras el abandono de cultivo y cuáles son los parámetros edáficos y ecológicos que más le afectan y de esta manera decidir en su caso la necesidad de una intervención externa. Se han realizado muestreos de la vegetación en 50 parcelas, con distintas edades de abandono de cultivo. Al tiempo, se tomaron muestras de suelo destinadas al estudio del banco de semillas. Paralelamente se han recogido toda una serie de datos de campo y de caracterización física con el fin de poder determinar los factores más influyentes en el proceso de recuperación. Los resultados preliminares muestran que las comunidades de especies gipsófilas requieren mucho tiempo para recuperarse, debido en parte a la inexistencia de un banco de semillas persistente en el suelo, a la alta variabilidad edáfica existente en la zona y a la excesiva fragmentación del hábitat, debido a la actividad humana y que dificulta la llegada de semillas desde zonas no alteradas.

PALABRAS CLAVE

Gipsófito, sucesión secundaria, banco de semillas, dinámica de la vegetación

INTRODUCCIÓN

Las estepas yesosas de la Península Ibérica tienen su origen en la deposición de sedimentos yesíferos acaecidos en el Triásico y el Mioceno, que posteriormente afloraron por la acción de diversos procesos erosivos (PEINADO Y MARTÍNEZ-PARRAS, 1985). Este tipo de sustrato determina un medio ecológico extremo para el desarrollo de la vida vegetal, condicionado por la elevada concentración de sulfatos en el suelo. A estas peculiares condiciones del suelo hay que añadir el carácter más o menos xérico del clima predominante en los ambientes yesosos, que acentúa la influencia de los sustratos sobre la vegetación.

Bajo estas condiciones, el grado de adaptación y endemidad entre los componentes de las comunidades gipsícolas es muy elevado. Entre los taxones que se pueden encontrar en estas comunidades se puede distinguir un grupo de gipsófitos genuinos o exclusivos (como *Centaurea hysopifolia*, *Gypsophila struthium*) que sólo viven sobre yesos (gipsófilos), y otro formado por gipsófitos facultativos (como *Matthiola fruticulosa*, *Reseda stricta*) que pueden desarrollarse tanto sobre yesos como sobre calizas (gipsícolas). La riqueza de su flora endémica, junto con una distribución geográfica muy delimitada, convierte a las estepas yesosas de nuestra Península en un tipo de hábitat de elevada singularidad y de alto valor ecológico (RIVAS-MARTÍNEZ Y COSTA, 1970).

La actividad agrícola, y en menor medida el pastoreo, han repercutido negativamente sobre este valioso hábitat, altamente vulnerable a los impactos externos por su limitada distribución geográfica. El deterioro y fragmentación se han acentuado en las últimas décadas. Es por estas razones que la Directiva 92/43 CEE (“Directiva de Hábitats”), en su Anexo I, contempla las estepas continentales yesosas como uno de los tipos de hábitat naturales de interés comunitario para cuya conservación urge designar zonas especiales de conservación (ZEC) con carácter prioritario.

Los objetivos perseguidos con este proyecto son evaluar la capacidad de recuperación natural de las especies gipsófilas en campos de cultivo abandonados, identificar los principales factores ecológicos que determinan los patrones de sucesión vegetal en estos campos abandonados y determinar el grado de intervención humano necesario y establecer una serie de recomendaciones necesarias para la restauración de estas comunidades.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la comarca natural de La Mesa de Ocaña, situada en el sector nororiental de la provincia de Toledo, más concretamente en los alrededores de Villarrubia de Santiago (Figura 1). La agricultura ha tenido aquí una especial incidencia negativa sobre las comunidades gipsícolas, al haber abarcado grandes superficies de afloramientos yesíferos. A esta situación se le suma el fenómeno del programa de concentración parcelaria, puesto en marcha a partir del año 2000 por la Consejería de Agricultura, por lo que terrenos que anteriormente estaban cultivados se han abandonado y terrenos abandonados se han roturado de nuevo. Por otro lado debido a las políticas agrarias europeas es cada vez mayor el número de terrenos que se dejan de cultivar.

Muestreo de vegetación

La capacidad de recuperación de las comunidades gipsícolas se evaluó mediante la caracterización de la sucesión secundaria originada tras el abandono de cultivos sobre el área originalmente ocupada por estepas yesosas.

Se trata de un estudio de la vegetación de tipo sincrónico, en donde se seleccionaron 50 parcelas permanentes con diferentes edades de cambio en el uso del suelo (abandono de cultivo). Una serie de parcelas testigo, aquellas que no han sido roturadas en ningún momento y que presentan la vegetación climática de la zona, también se muestrearon. Para fechar la edad aproximada de abandono resultó imprescindible consultar a los agentes medioambientales de la zona y a los propios dueños de las fincas.

Las dimensiones de las parcelas de estudio fueron de 5m x 10m, colocando los 10 m siguiendo las curvas de nivel y los 5m según la línea de máxima pendiente (Figura 2). El muestreo de la vegetación se realizó por el método del "Point Quadrat" a lo largo de cuatro transectos lineales de 10 m de longitud. Los transectos distaban entre sí 1 m. Cada transecto estaba dividido en 100 puntos de contacto separados a intervalos regulares de 10 cm. En cada punto de contacto se colocaba una varilla metálica perpendicular al suelo y se anotaba la vegetación que la tocaba, dándose el caso de que pudieran tocar varias especies o nada (suelo desnudo). De este modo se obtenían 400 puntos de contacto por parcela.

En cada parcela se tomaba nota de distintos parámetros físicos: Altitud, coordenadas UTM, pendiente, orientación, distancia al campo de cultivo más próximo, grado de aislamiento (distancia a una zona no perturbada), intensidad de laboreo, presión de herbívoros y cobertura visual de gipsófitos.

La campaña de campo se realizó durante los meses de mayo y junio del año 2004.

Banco de semillas

La existencia o ausencia de un banco de semillas persistente en el suelo de las especies gipsófitas puede llegar a determinar la capacidad de regeneración natural de estas zonas alteradas.

Dentro de cada parcela se eligieron 5 subparcelas de 1 m x 1 m dispuestas al azar para extraer muestras de suelo. En cada subparcela se extrajeron 5 muestras a dos profundidades: 0 a 5 cm y 5 a 10 cm. Las 500 muestras se almacenaron durante 2 meses en un umbráculo con las bolsas abiertas, de modo que estuvieran en las condiciones más naturales posibles. Previamente se habían secado las muestras para evitar pudriciones y germinaciones indeseadas.

Coincidiendo con las primeras lluvias otoñales, y con una posible germinación en campo, se procedió a la siembra de las muestras en bandejas de plástico de 20 cm x 30 cm, llenas de sustrato inerte (turba). Antes de la siembra, se tamizaron las muestras a 0.25 mm a fin de eliminar los elementos más finos (limos y arcillas), facilitando la emergencia de las plántulas (TER HEERDT *et al*, 1996). Las plántulas emergentes se identificaron y se retiraron de las bandejas.

Para detectar posibles contaminaciones dentro del umbráculo se colocaron 8 bandejas testigo con turba únicamente, dispuestas aleatoriamente entre las demás bandejas.

A fin de facilitar la identificación de las plántulas emergentes de especies gipsícolas, se sembraron semillas de las siguientes especies: *Launea fragilis*, *Centaurea hyssopifolia*, *Helianthemum squamatum*, *Reseda stricta*, *Campanula fastigiata*, *Thymus lacaitae*, *Reseda suffruticosa*, *Chaenorhinum rupestre* y *Lepidium subulatum*.

Las bandejas se dejaron germinar desde septiembre-octubre de 2004 hasta junio de 2005, a fin de observar posibles germinaciones en la primavera.

Análisis edafológico

Según los primeros resultados obtenidos, los factores edáficos parecen determinar en gran medida la recolonización de estos terrenos, en función a la concentración de sulfatos, carbonatos, materia orgánica, etc., presente en cada parcela.

Para evaluar dicha importancia, se tomaron 3 muestras a dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) en cada parcela en la que se ha muestreado la vegetación. Posteriormente, se enviaron las muestras de suelo a un laboratorio especializado, a fin de que determinaran los diferentes parámetros edáficos que podrían ser determinantes, como concentración de sulfatos, concentración de carbonatos, ratio C/N, porcentaje de materia orgánica. Aún no se dispone de estos datos, debido a que los muestreos se realizaron en abril de 2005.

Análisis estadístico

Con el fin de delimitar las principales comunidades vegetales presentes en la zona y determinar el posible modelo de sucesión vegetal que se presenta en zonas de yesos, se realizó una matriz de abundancia de las diferentes especies presentes en cada muestreo realizado. Estas matrices se analizaron mediante técnicas estadísticas de análisis multivariante: un Sistema de Clasificación Jerárquica Divisivo mediante TWINSpan (HILL, 1979; Pc-Ord v.4) Esta clasificación jerárquica permitió clasificar los muestreos de vegetación en función de clases de abundancias de cada especie definidas por los niveles de corte de las Speudospecies creadas.

Una vez establecidas las principales comunidades vegetales y las especies que las determinan, se analizaron las relaciones existentes entre la composición florística de las comunidades vegetales y los parámetros ambientales que definen cada parcela mediante un Análisis Canónico de Correspondencia (CCA; HILL & GLAUCH, 1980; CANOCO v.4.52). De este modo se puede observar si existe alguna correlación entre los grupos de muestreos creados por el TWINSpan y los factores ambientales existentes en una determinada zona.

RESULTADOS PRELIMINARES

La primera división del TWINSpan creó dos grupos principales: un pequeño grupo de 9 parcelas, en las que se observa una alta presencia de especies gipsófilas (*Thymus lacaitae*, *Odontites longiflora*) y otro grupo mayor de 41 parcelas, en el que las especies dominantes son ruderales o arvenses (*Medicago minima*, *Hippocrepis ciliata*). Se observa que el primer grupo está formado principalmente por casi todas las parcelas control y por aquellas que tienen una edad de abandono mayor, entorno a los 60 años. En las siguientes divisiones, la presencia de las especies gipsófilas no parece ser relevante, salvo en la última división, donde vuelven a

aparecer como especies determinantes de la diferenciación entre parcelas (*Campanula fastigiata*, *Launaea fragilis*). Las restantes divisiones vienen marcadas por la alta presencia de especies arvenses y ruderales, entre ellas un gran número de gramíneas (Figura 3).

Los resultados de la ordenación mediante CCA muestran que los tres ejes principales explican poco de la varianza existente en el modelo (12.9%), a pesar de que los valores de la inercia total ($\lambda_u = 5.254$) y de los autovalores ($\lambda_1 = 0.281$, $\lambda_2 = 0.224$, $\lambda_3 = 0.172$) son relativamente altos (Tabla 1). Este hecho nos lleva a pensar que hay otro tipo de parámetros ambientales que no hemos incluido en el modelo y que podrían ser los que explicaran gran parte de esta variabilidad. Por este motivo, se están llevando a cabo en estos momentos un estudio exhaustivo de los parámetros edáficos más relevantes.

En el primer eje del análisis CCA, las variables con mayor peso son “la edad de abandono” y “la distancia al campo de cultivo”. En el segundo, son “la altitud” y “la pendiente”. En el tercero, no parece existir un factor dominante (Figura 4).

Los grupos creados a partir del análisis TWINSpan no se ven claramente diferenciados en los ejes definidos por el análisis CCA. Sin embargo, sí que se puede observar que el primer grupo definido por el análisis de clasificación, en el que existe una alta presencia de parcelas con un alto porcentaje de especies gipsófitas, muestra una clara preferencia por los valores positivos en los dos primeros ejes del CCA (ejes 1 y 2). Este hecho se traduce en que se trata de parcelas con valores altos de “edad de abandono”, que están lejos de zonas cultivadas, que se sitúan en zonas altas y con una pendiente más acusada. Los gipsófilos (especies gipsófitas estrictas) presentan la misma distribución que las parcelas del grupo 1 y se agrupan alrededor de ellas, mientras que las especies gipsícolas (especies gipsófitas facultativas) se concentran en la zona central de los ejes de la ordenación.

Los resultados preliminares del estudio del banco de semillas del suelo indican que, salvo *Odontites longiflora gypsophila* (gipsófilo) y *Reseda stricta* (gipsícola). Otras especies gipsófilas no presentan bancos de semillas persistentes (Tabla 2).

CONCLUSIONES

En base a los primeros resultados obtenidos, se concluye que las comunidades gipsícolas requieren de un dilatado espacio de tiempo para recuperar su original composición vegetal. Incluso, los primeros gipsófilos tardan mucho tiempo en aparecer. Este fenómeno puede explicarse en parte por la alta fragmentación del territorio, presentándose en la zona una distribución en parches, que impide la existencia de una fuente de semillas proveniente de zonas inalteradas cercanas que puedan proveer de semillas. Por otro lado, la inexistencia de un banco de semillas permanente en el suelo contribuye a retardar la aparición de las especies gipsófitas.

La composición vegetal de estas comunidades está altamente influenciada por la actividad humana, muy presente en aquella zona. Por ello, es fácil encontrar un número alto de especies ruderales y arvenses en la composición de las comunidades vegetales, incluso en aquellas parcelas que tienen una edad de abandono alta, es decir que ya no se laborean desde hace bastante tiempo.

Las propiedades edáficas varían mucho de una zona a otra, por lo que cabe suponer que son determinantes en el proceso de recolonización de estos terrenos. La composición edáfica podría explicar algunos fenómenos como la alta abundancia de especies gipsícolas en parcelas recientemente abandonadas, mientras que se observa la ausencia de especies gipsófilas en parcelas con una edad de abandono considerable.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por la Dirección General de Producción Agropecuaria (Consejería de Agricultura) de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Hay que agradecer especialmente a Mateo Sánchez-de León y Ernesto Martínez, agentes medioambientales de la zona de estudio, por la ayuda inestimable que nos han brindado, tanto en las tareas de campo como en la recopilación de información.

BIBLIOGRAFÍA

- BONET, A.; 2004. Secondary succession of semi-arid Mediterranean old-fields in south-eastern Spain: insights for conservation and restoration of degraded lands. *Journal of Arid Environments*. 56: 213-233.
- GUMUZZIO, J. & CASAS, J.; 1988. Accumulations of soluble salts and gypsum in soils of the Central Region, Spain. *Cah. ORSTOM, sér. Pédol.* Vol XXIV, nº 3: 215-226.
- HILL, M.O.; 1979. *TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table classification of the individuals and attributes*. Cornell University, Ithaca, NY, USA.
- HILL, M.O. & GAUCH, H.G.; 1980. Detrend Correspondence Analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*. 42: 47-58.
- MOTA, J.F.; SOLA, A.J.; DANA, E.D. & JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M.L.; 2003. Plant succession in abandoned gypsum quarries in SE Spain. *Phytocoenologia*. 33(1): 13-28.
- MOTA, J.F.; SOLA, A.J.; JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M.L.; PÉREZ-GARCÍA, F.J. & MERLO, M.E.; 2004. Gypsicolous flora, conservation and restoration of quarries in the southeast of the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation*. 13: 1797-1808.
- PEINADO, M. Y MARTÍNEZ-PARRA, J.M.; 1985. *El paisaje vegetal de Castilla-La Mancha*. Ed. Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Toledo, 230 pp.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. Y COSTA, M.; 1970. Comunidades gipsícolas del centro de España. *An. Inst. Bot. Cavanilles*. 27: 193-224.
- TER HEERDT, G.N.; VERWEIJ, G.L.; BEKKER, R.M. & BAKKER, J.P.; 1996. An improved method for seed bank analysis: seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*. 10: 144-151.

TABLAS Y FIGURAS



Figura 1.- Situación geográfica de las parcelas de muestreo

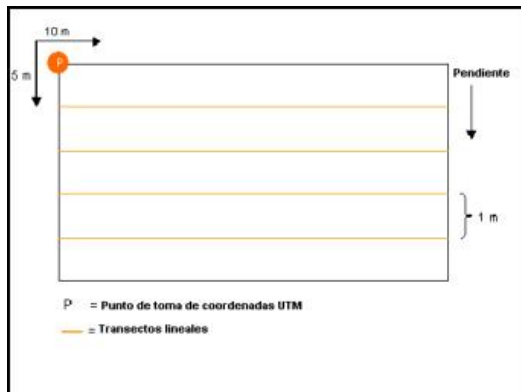


Figura 2.- Diseño de las parcelas de muestreo de vegetación

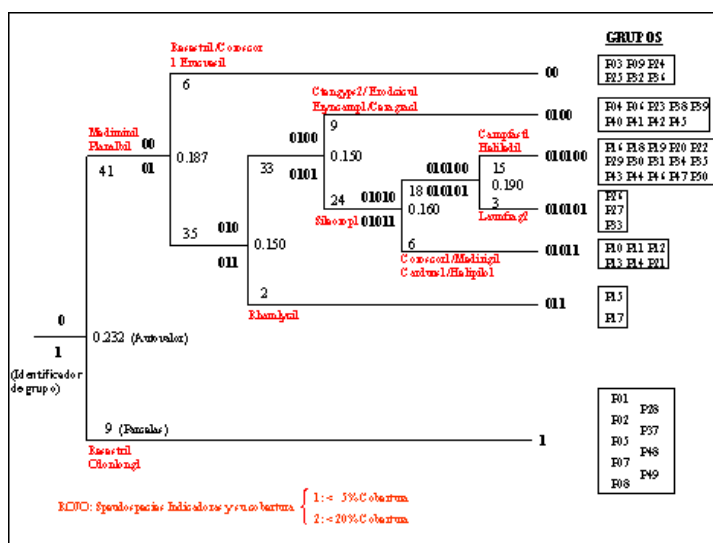


Figura 3.- Clasificación de las parcelas de muestreo según el análisis TWINSpan. Se indican las abreviaturas de las especies indicadoras que provocan los cortes entre grupos, así como la cobertura que presentan (Speudospecies).

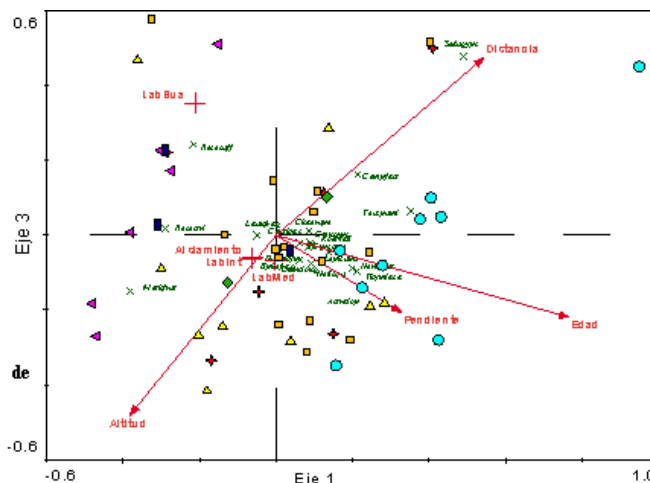
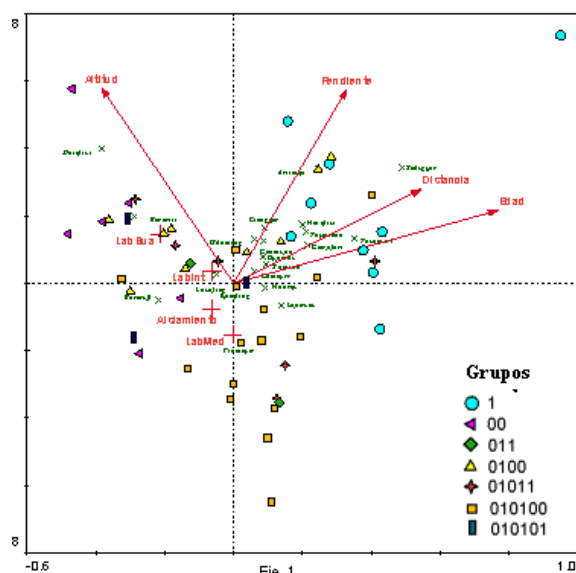


Figura 4.- Triplot de las variables ambientales, de las parcelas de muestreo y de las especies gipsícolas en el plano definido por los ejes 1, 2 y 3. Las variables explicativas continuas se representan mediante flechas y las variables explicativas categóricas, por cruces. Las especies gipsófitas están representadas por una X.

Tabla 1.- Resultados del CCA para la abundancia de las especies como función de las variables ambientales.

Ejes	1	2	3	Inercia total
Autovalores	0.281	0.224	0.172	5.254
Correlaciones Especies-Ambiente	0.863	0.817	0.802	
Porcentaje Acumulado de la Varianza de los datos de Especies	5.4	9.6	12.9	
de la relación Especies-Ambiente	24.8	44.6	59.8	
Suma de todos los autovalores				5.254
Suma de todos los autovalores canónicos				1.134

Tabla 2.- Banco de semillas de las especies gipsófitas. La tabla refleja, para cada profundidad muestreada por separado, la densidad del banco de semillas (expresado como la media del número de semillas por $m^2 \pm$ Desviación Estándar) y la frecuencia en las doscientas cincuenta subparcelas de $1 m^2$ (Frec subparc. %). La frecuencia del banco para cada especie en las cincuenta parcelas de $50 m^2$ también se muestra, independientemente de la profundidad de muestreo (Frec Parc. %).

Especies gipsófitas	Semillas . $m^2 \pm$ DE	Frec Subparc. (%)	Semillas . $m^2 \pm$ DE	Frec Subparc. (%)	Frec Parc. (%)
	0-5cm	0-5cm	5-10cm	5-10cm	
<i>Campanula fastigiata</i> ^(gf) a	577 $\pm$ 2437	13,6	290 $\pm$ 1731	6	54
<i>Centaurea hyssopifolia</i> ^(gf)	11 $\pm$ 41	8	3 $\pm$ 25	1,6	32
<i>Chaenorhinum rupestre</i> ^(gf) a	223 $\pm$ 1190	15,6	76 $\pm$ 838	11,2	52
<i>Gypsophila struthium</i> ^(gf)	2 $\pm$ 16	1,6	1 $\pm$ 11	0,8	12
<i>Helianthemum squamatum</i> ^(gf)	6 $\pm$ 40	3,2	1 $\pm$ 8	0,4	14
<i>Koeleria vallesiana</i> ^(gf)	105 $\pm$ 440	14,4	38 $\pm$ 188	9,2	52
<i>Lepidium subulatum</i> ^(gf)	13 $\pm$ 73	5,7	1 $\pm$ 11	0,7	25
<i>Odontites longiflora</i> ^(gf)	90 $\pm$ 369	16,8	43 $\pm$ 244	11,2	50
<i>Reseda suffruticosa</i> ^(gf)	1 $\pm$ 8	0,4	6 $\pm$ 52	1,2	6
<i>Sedum gypsicola</i> ^(gf)	53 $\pm$ 515	4	3 $\pm$ 25	1,6	12
<i>Launea fragilis</i> ^(gs)	3 $\pm$ 18	2	1 $\pm$ 8	0,4	10
<i>Mathiola fruticulosa</i> ^(gs)	16 $\pm$ 105	4,8	7 $\pm$ 43	3,2	18
<i>Reseda stricta</i> ^(gs)	119 $\pm$ 268	36,8	164 $\pm$ 307	40,8	84

(gf): Gipsófilos
(gs): Gipsícolas

a: La dispersión de semillas de estos pequeños terófitos ya había ocurrido en el momento en que se muestrearon las parcelas.