

TESIS DOCTORAL

**Estudio de tierras agrícolas
abandonadas en ambiente mediterráneo
semiárido: vegetación, suelos y
distribución espacial. Bases para la
gestión**

Eva María Cañadas Sánchez
Licenciada en Ciencias Ambientales

Departamento de Botánica
Facultad de Ciencias
Universidad de Granada

Granada 2008

TESIS DOCTORAL

Departamento de Botánica
Facultad de Ciencias
Universidad de Granada

Estudio de tierras agrícolas abandonadas en ambiente mediterráneo semiárido: vegetación, suelos y distribución espacial. Bases para la gestión

Memoria presentada por la Licenciada en Ciencias Ambientales,

Eva María Cañadas Sánchez,

para aspirar al Grado de Doctora por la Universidad de Granada

Los directores de la tesis:

Francisco Valle Tendero
Catedrático de Botánica
Facultad de Ciencias
Universidad de Granada

Francisco Bruno Navarro Reyes
Investigador contratado
IFAPA. Centro Camino de Purchil
Junta de Andalucía

La candidata a doctora:

Eva María Cañadas Sánchez

Granada, enero de 2008

A mis padres
A mis hermanos

Agradecimientos

Me cuesta escribir este fragmento de la tesis, parece una nimiedad después de todo lo pasado para finalizarla, pero me resulta difícil. Me cuesta, y no por ser poco agradecida, sino porque creo que soy más agradecida que expresiva, y esto de hacerlo por escrito no es fácil para cualquiera.

Los primeros agradecimientos van dedicados a los directores de este trabajo. Gracias Paco por darme la oportunidad de trabajar en un proyecto que me ilusionó desde el principio por muchos motivos pero, sobre todo, porque se trata de mi tierra, que me encanta. También por permitirme hacer esta tesis, y por tu inestimable ayuda en ella. No se trata solo de tu ayuda en mi labor investigadora, sino que estoy muy agradecida por tu valiosa contribución a mi formación profesional. Gracias por tus enseñanzas y por tu confianza. Muchas gracias Pipo por tu apoyo y por tu valiosa labor como director. Quiero agradecerte especialmente tu disponibilidad para solucionar cualquier duda o problema, en todo momento y allá donde te encuentres. Tu papel ha sido esencial para el desarrollo de esta tesis, muchísimas gracias. He aprendido mucho de ti durante este periodo. Gracias a los dos.

No encuentro palabras que expresen lo agradecida que puedo estar mi maravillosa familia. Gracias papá, gracias mamá, gracias María José, Ely y Juan, gracias también a Anselmo y a los pequeñines de la familia, Ansel y Elena. Gracias por tanto... Gracias por ayudarme en esta difícil etapa que ha sido la elaboración de esta tesis, especialmente en los últimos meses y, ante todo, por vuestro apoyo incondicional. Y, como no, por vuestra ayuda en el campo, el que más y el que menos algo ha participado, en especial gracias mamá. Parecía que esto de los "frutos secos" no tenía fin pero parece que, al menos por ahora, algunos resultados ha dado.

Gracias Jesús, no sé como habría afrontado el trabajo de campo sin ti. Gracias por esto y por tantas otras "cosas". ¡Qué puedo escribir aquí que no te haya dicho ya! Gracias.

Me siento muy afortunada por haber trabajado en un departamento donde se respira tan buen ambiente y con tan buenos compañeros, además se agradece tener la ocasión de disfrutar con ellos de fiestas de despedida, navideñas, barbacoas (si hace falta) y, por supuesto, de excursiones botánicas. Gracias a todos los miembros del Departamento de Botánica, a los recién doctorados y a los doctorandos (Conchi, Diego, Víctor, Ingrid, David, Chesco), a los nuevos becarios, a los Pepes, a los profesores (Juan, Paqui, Consuelo, Gabriel, Concha, Antonio, Juan Antonio, Ana Teresa, Pedro, Julio y Julio, Jose Luis), a la sección del herbario (Mariate, Carmen, Laura). En especial gracias a Gloria, que además de ser una estupenda compañera de trabajo es una amiga excepcional. Gracias a Juan por sus revisiones, por su ayuda y sus consejos. Por último, aunque no se ubica ahora en este departamento, quiero

agradecer también aquí a Carlos Salazar sus enseñanzas en campo sobre la flora y vegetación de la Hoya de Baza.

A Emilia y a Paco, del departamento de Edafología, les estoy infinitamente agradecida por su inestimable ayuda con los análisis de suelos. Gracias Emilia por tus aportaciones en “el capitulito”.

Quiero agradecer a Noelia, Nines y Estanislao, del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, su apoyo tanto personal como logístico, que también ha facilitado el trabajo. En especial gracias a Noelia, por su incalculable colaboración directa e indirecta en esta tesis. Gracias a tí y a Pipo, por vuestra amistad.

No puedo olvidarme en este momento de los miembros de Grupo de Desarrollo Rural del Altiplano de Granada, con ellos comenzamos a plantear el proyecto objeto de estudio. Este grupo, además, me dio mi primera oportunidad laboral y ahora me ofrece una nueva etapa profesional.

Gracias a “las niñas”, a las que estaban en Granada y a las que fueron dejando nuestro lugar común, para trabajar por el resto de Andalucía, España y el mundo entero (Auxi, Blanca, Elvi, Gloria, Hele, Inma, Lola, Lore, Sophie). Gracias por ser tan fantásticas y estupendas, por los buenos y mejores ratos que hemos disfrutado juntas, por la inagotable fuente de nuevos viajes y encuentros. ¡Cuantos momentos memorables!

Gracias a los amigos de Cúllar, no quiero escribir sus nombres porque son demasiados y corro el riesgo de olvidarme de alguno, aunque algunos en especial lo merecen, ellos lo saben. Gracias por esos buenos momentos que hemos pasado durante tantos fines de semana y otras “fiestas de guardar”.

Los compañeros de “Ambiental” en Murcia también merecen mi recuerdo. En esa etapa, un poco difícil de mi vida, que pasé por tierras murcianas me ayudó mucho contar con tan buen ambiente de trabajo y con unos compañeros tan cercanos y “apaños”. También es una ventaja tener a parte de la familia tan cerquita.

En este momento me acuerdo también de “internet” (¡qué cosas!). Este invento me ha facilitado mucho el trabajo, imagino que como a todos en los “últimos tiempos”, pero además a mí me ha permitido seguir trabajando en mis etapas por Murcia y Cúllar, y coordinarme con los directores, incluso desde Cerdeña y Costa Rica. ¿Como nos habríamos organizado sin Internet?

Al final ha resultado menos difícil de lo esperado, aunque seguro que me he olvidado de alguien, gracias por si acaso.

Gracias a todos.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN GENERAL	7
II. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE PARTIDA, OBJETIVOS Y ETAPAS DEL ESTUDIO	31
III. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
CAPÍTULO I. FLORA Y VEGETACIÓN DE TIERRAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS	75
1.1. INTRODUCCIÓN.....	77
1.2. METODOLOGÍA.....	81
1.3. RESULTADOS.....	86
1.4. DISCUSIÓN.....	139
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS ESPACIAL DE TIERRAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS EN LA HOYA DE BAZA	155
2.1. INTRODUCCIÓN.....	157
2.2. METODOLOGÍA.....	162
2.3. RESULTADOS.....	169
2.4. DISCUSIÓN.....	183
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LAS COMUNIDADES VEGETALES Y LAS CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS	195
3.1. INTRODUCCIÓN.....	197
3.2. METODOLOGÍA.....	210
3.3. RESULTADOS.....	219
3.4. DISCUSIÓN.....	262
IV. DISCUSIÓN GENERAL	281
V. CONCLUSIONES	303
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	309

ÍNDICE DETALLADO

I. INTRODUCCIÓN GENERAL	7
I.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABANDONO AGRARIO EN EUROPA Y EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA.....	9
I.1.1. Introducción	9
I.1.2. Causas que han llevado al cese de la actividad	10
I. 2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ASOCIADA A LA MARGINALIZACIÓN Y AL ABANDONO AGRARIO	13
a) Degradación de los suelos, erosión, desertificación	14
b) Incendios	18
c) Pérdida de biodiversidad	18
d) Alteración paisajística.....	18
I.3. EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN CULTIVOS AGRÍCOLAS ABANDONADOS	20
I.4. CARACTERÍSTICAS DEL ABANDONO AGRÍCOLA EN LA ZONA DE ESTUDIO	24
I.4.1. Importancia de la agricultura y ganadería en el territorio.....	25
I.4.2. Limitaciones ambientales para el cultivo en el territorio.....	26
I.4.3. Limitaciones socio-económicas.....	27
II. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE PARTIDA, OBJETIVOS Y ETAPAS DEL ESTUDIO.....	31
II. 1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO E HIPÓTESIS DE PARTIDA	33
II. 2. OBJETIVOS	33
II. 3. ETAPAS DEL ESTUDIO	34
III. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	37
III.1. SITUACIÓN Y LÍMITES	39
III.2. TOPOGRAFÍA Y RELIEVE	39
III.3. GEOLOGÍA	42
III.3.1. Estratigrafía	42
III.3.2. Neotectónica.....	43
III.3.3. Paleogeografía y Geología histórica	45
III.4. EDAFOLOGÍA.....	45
III.5. HIDROGEOLOGÍA.....	50
III.5.1. Hidrología	50
III.5.2. Hidrogeología Subterránea	51
III.6. CLIMATOLOGÍA	52
III.7. BIOCLIMATOLOGÍA.....	55
III.8. BIOGEOGRAFÍA.....	60
III.9. VEGETACIÓN POTENCIAL	62
III.9.1. Series climáticas.....	63
III.9.2. Geoseries riparias.....	64
III.10. VEGETACIÓN ACTUAL	68

III.10.1. Vegetación climatófila.....	68
III.10.2. Vegetación edafófila.....	70
CAPÍTULO I. FLORA Y VEGETACIÓN DE TIERRAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS.....	75
1.1. INTRODUCCIÓN.....	77
1.1.1. ESTUDIOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN CUYO ÁMBITO INCLUYE LA ZONA DE ESTUDIO.....	77
1.1.2. ESTUDIOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN DE CULTIVOS ABANDONADOS.....	77
1.1.3. BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO.....	79
1.2. METODOLOGÍA.....	81
1.2.1. ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO.....	81
1.2.1.1. Trabajo de campo.....	81
1.2.1.2. Trabajo de laboratorio.....	82
1.2.2. ESTUDIO FLORÍSTICO.....	83
1.2.2.1. Trabajo de campo.....	83
1.2.2.2. Trabajo de laboratorio.....	83
1.2.2.3. Análisis florístico.....	85
1.3. RESULTADOS.....	86
1.3.1. VEGETACIÓN.....	86
1.3.1.1. Esquema sintaxonómico.....	86
1.3.1.2. Descripción de los sintaxones.....	87
1.3.2. FLORA.....	102
1.3.2.1. Catálogo de flora de cultivos abandonados.....	102
1.3.2.2. Análisis florístico.....	129
1.3.2.2.1. Análisis de familias y géneros.....	129
1.3.2.2.2. Análisis del espectro de formas biológicas.....	132
1.3.2.2.3. Análisis de clases fitosociológicas.....	133
1.3.2.2.4. Análisis del espectro corológico.....	135
1.3.2.2.5. Análisis de usos principales.....	136
1.4. DISCUSIÓN.....	139
1.4.1. VEGETACIÓN PERENNE DE CULTIVOS ABANDONADOS.....	139
1.4.2. FLORA DE CULTIVOS ABANDONADOS.....	144
1.4.3. RECURSOS BOTÁNICOS.....	149
1.4.4. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN.....	153
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS ESPACIAL DE TIERRAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS EN LA HOYA DE BAZA.....	155
2.1. INTRODUCCIÓN.....	157
2.1.1. CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN.....	157
2.1.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ESPACIAL.....	158
2.1.3. BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO.....	160
2.2. METODOLOGÍA.....	162
2.2.1. FOTOINTERPRETACIÓN.....	162
2.2.2. RESTRICCIÓN DEL ÁREA PARA SU ESTUDIO EN DETALLE.....	163

2.2.3. TRABAJO DE CAMPO	164
2.2.4. RESTITUCIÓN CARTOGRÁFICA Y ASIGNACIÓN DE ATRIBUTOS	165
2.2.5. ANÁLISIS DE DATOS Y ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA.....	166
2.2.5.1. Cuantificación de la superficie implicada en el proceso de abandono.....	166
2.2.5.2. Relaciones espaciales entre comunidades vegetales.....	166
2.2.5.3. Distribución de las parcelas abandonadas.....	166
2.3. RESULTADOS.....	169
2.3.1. ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA ABANDONADA.....	169
2.3.2. ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE COMUNIDADES	172
2.3.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	174
2.3.3.1. Representación espacial	174
2.3.3.2. Distancia estándar	181
2.3.3.3. Distribución Direccional	181
2.4. DISCUSIÓN.....	183
2.4.1. EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SUPERFICIE IMPLICADA EN EL PROCESO DE ABANDONO	183
2.4.2. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN	192
CAPÍTULO 3. ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE LAS COMUNIDADES VEGETALES Y LAS CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS	195
3.1. INTRODUCCIÓN	197
3.1.1. INFLUENCIA DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN.....	197
3.1.2. ESTUDIOS DE RELACIONES ENTRE VEGETACIÓN Y SUELO.....	199
3.1.3. CARACTERÍSTICAS DE DIVERSAS VARIABLES EDÁFICAS EN RELACIÓN A SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS	201
3.1.4. BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO	208
3.2. METODOLOGÍA	210
3.2.1. MUESTREO DE VEGETACIÓN	210
3.2.2. VARIABLES FLORÍSTICAS	211
3.2.3. MUESTREO DE SUELOS	212
3.2.4. VARIABLES EDÁFICAS	214
3.2.5. ANÁLISIS DE DATOS	214
3.2.5.1. Análisis de la varianza.....	214
3.2.5.2. Análisis multivariante.....	215
3.2.5.2.1. Análisis de conglomerados o “clusters” (AC)	215
3.2.5.2.2. Análisis de gradiente	216
3.2.5.3. Análisis de correlación.....	218
3.3. RESULTADOS.....	219
3.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE CULTIVOS ABANDONADOS.....	219
3.3.2. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS.....	221
3.3.2.1. Características florísticas por comunidades.....	223
3.3.2.2. Diferencias florísticas entre comunidades.....	229
3.3.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS	231
3.3.3.1. Características edáficas por comunidades	231

3.3.3.2. Diferencias edáficas entre comunidades	240
3.3.4. RELACIONES ENTRE VARIABLES FLORÍSTICAS Y EDÁFICAS	241
3.3.4.1. Relaciones suelo-vegetación	241
3.3.4.2. Relaciones suelo-especies.....	253
3.3.4.3. Correlaciones entre variables edáficas y florísticas	255
3.4. DISCUSIÓN	262
3.4.1. CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE CULTIVOS ABANDONADOS DEL TERRITORIO	262
3.4.2. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS	263
3.4.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS QUE DETERMINAN LOS CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN.....	270
3.4.4. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN	277
IV. DISCUSIÓN GENERAL.....	281
IV. 1. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS, EDÁFICAS Y ESPACIALES DE LAS COMUNIDADES ESTABLECIDAS EN LAS TIERRAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	283
IV. 2. SUGERENCIAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS ABANDONADOS DEL ÁREA ANALIZADA	288
IV. 3. OPORTUNIDAD DE CONTINUAR O AMPLIAR LA INVESTIGACIÓN.....	301
V. CONCLUSIONES.....	303
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	309

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

I.1. SITUACIÓN ACTUAL DEL ABANDONO AGRARIO EN EUROPA Y EN LA CUENCA MEDITERRÁNEA

I.1.1. Introducción

Las actividades agrícolas han ido transformado la vegetación y el paisaje de la región Mediterránea desde tiempos remotos (Pons y Quézel, 1985). 7.000 años atrás ya existían en la península Ibérica culturas basadas en la agricultura (Blanco *et al.*, 2005). En principio ésta fue itinerante y afectaba a espacios de reducidas dimensiones, pero el progresivo desarrollo de técnicas y herramientas más eficaces para controlar el medio permitió ir incrementando la superficie agrícola. La ocupación de tierras para el establecimiento de pastos y cultivos fue avanzando paulatinamente hasta el siglo pasado. Sin embargo, el proceso se ha invertido y, aunque algunos espacios están siendo sometidos a una fuerte intensificación agraria, en la actualidad predominan los procesos de abandono de tierras agrícolas marginales (Burel y Baudry, 2002).

El abandono de cultivos no es un fenómeno reciente, en Europa se inició a principios del siglo XX, pero fue especialmente significativo a partir de la década de los 50 (Baudry, 1991; Aronson y Le Floc'h, 1995; Farina, 1995; Lasanta, 1996; Lavorel *et al.*, 1998). Como consecuencia, una amplia proporción de espacios agrarios, tanto de Europa en general como de España en particular, se encuentra en la actualidad sin actividad, y desprovista de la vegetación ancestral que en tiempos remotos albergaba. Sin embargo y en general, la agricultura española se ha preservado de muchas tendencias de intensificación de los países del norte de la Unión Europea, teniendo esto como resultado una menor producción y el uso de medios de laboreo más tradicionales. A esto han ayudado la gran diversidad de características climáticas y orográficas españolas que determinan una gran variedad de ecosistemas y hábitats naturales, a diferencia del resto de Europa (Sancho *et al.*, 1993; Vera y Romero, 1994).

A pesar de ello se estima (M.A.P.A., 1996) que en España aproximadamente existen unos 12 millones de hectáreas en abandono provenientes de laboreo extensivo en tierras marginales, con un impacto ambiental estimado como alto, según las tendencias de desarrollo actuales (Varela-Ortega y Sumpsi, 2002). Según estos autores, la importancia de los sistemas agrícolas extensivos en España es muy alta, pues ocupan 25 millones de hectáreas del total de 42 millones de hectáreas de tierras agrícolas. Sin embargo, parte de los sistemas extensivos tradicionales han sido y están siendo transformados gradualmente en laboreo intensivo, mientras que el resto de las tierras permanece bajo un alto riesgo de abandono. Aproximadamente un 60% de la superficie española se califica como área montañosa o como área desfavorecida y, por tanto, como no adecuada para la agricultura intensiva. Autores como Ruíz y Groome (1986) opinan que muchas de estas tierras están sufriendo una desertificación progresiva. El escenario previsto muestra un dramático aumento de la marginalización de las tierras en España como consecuencia de la baja productividad (cultivos de

cereal y ganadería extensiva), de los excedentes de mercado, de las cuotas de producción, de las bajas demandas o de una combinación de estos factores, con la dificultad añadida de que muchos agricultores han tenido y tienen que ajustarse a la tendencia de reducir costes de los programas de la PAC (Ruíz, 1985; Valladares, 1993).

I.1.2. Causas que han llevado al cese de la actividad

Entre los factores que han conducido en las últimas décadas al abandono masivo de tierras agrícolas en la cuenca mediterránea destacan por un lado factores ambientales como limitaciones climáticas, edáficas y topográficas, y, por otro, diversos cambios socio-económicos (Barbero *et al.*, 1990; Hubert, 1991).

a) Factores ambientales

En la cuenca mediterránea determinadas características climáticas han tenido y tienen una incidencia directa sobre la productividad agrícola. Entre las particularidades del clima cabe resaltar la compleja variabilidad tanto espacial como estacional de la distribución de las precipitaciones, a la que además se suman impredecibles fluctuaciones en la cantidad caída de unos años a otros, existiendo largos períodos secos que acaban afectando tanto a sistemas naturales como antrópicos. Por otra parte, en esta región son frecuentes los eventos esporádicos en los que tienen lugar precipitaciones de elevada intensidad (Ramos y Martínez-Casasnovas, 2006). En zonas áridas y semiáridas, además, la precipitación anual es escasa. La disponibilidad de agua para las plantas depende de las precipitaciones totales y de su distribución temporal, pero también del balance entre precipitación, capacidad de retención del suelo y evapotranspiración (Terradas, 2001). Las elevadas temperaturas que en los periodos más secos suelen afectar a las zonas mediterráneas áridas y semiáridas incrementan la evapotranspiración y, por tanto, reducen los recursos hídricos para las plantas. La escasa o nula disponibilidad de agua que en determinados periodos puede existir en numerosas zonas agrícolas condiciona, sin duda, la productividad de los cultivos, especialmente los de secano, que son los que principalmente acaban siendo abandonados.

Por otro lado, la aridez que caracteriza a buena parte de los suelos de la cuenca mediterránea a veces implica la existencia de sales que tienden a subir a la superficie y concentrarse, en particular en zonas donde el drenaje está limitado (o en otras circunstancias, en relación a sistemas de riego mal diseñados). El efecto de la salinidad sobre las plantas es diverso y variable, aunque la mayor parte de las plantas cultivadas se consideran no halófitas, es decir, que no poseen mecanismos de resistencia a la salinidad (Martínez Raya, 1996). La salinidad de determinados suelos puede ser, por tanto, otra de las causas que justifican el abandono de determinadas áreas agrícolas.



Figura I. 1. Imágenes de parcelas abandonadas. La mecanización de la agricultura suscitó el abandono de las parcelas más inaccesibles para la maquinaria, entre otras.

También la topografía puede limitar las prácticas de cultivo. En determinados períodos se roturaron laderas de monte de elevada pendiente en las que el suelo y el agua apenas se retienen, y la accesibilidad de la maquinaria moderna queda impedida, lo que convierte, también a estos espacios, en marginales para la agricultura. Según una clasificación expuesta por M.M.A. (2004) sobre las pendientes y su relación con el uso agrario, en pendientes superiores al 5-8% se empiezan a presentar problemas para la utilización de la maquinaria pesada, el peligro de erosión es elevado y suele exigir cultivos en fajas o aterrazados.

b) Factores socio-económicos

Como se acaba de explicar, las características intrínsecas de determinadas áreas dificultan el mantenimiento de la actividad agraria, y en territorios concretos algunas de estas limitaciones ambientales pueden haber motivado, sin duda, el abandono de cultivos. Sin embargo, el cese de la actividad agraria en numerosas zonas rurales se ha generalizado en relación a factores socio-económicos.

En períodos económicos desfavorables se desmontaron y roturaron tierras marginales cuya puesta en cultivo apenas llegó a producir rentabilidad o ha dejado de interesar económicamente en la actualidad. Lasanta (1996) define tierra marginal en dos sentidos, en primer lugar relaciona este concepto con tierras “pobres”, en cuanto a que son incapaces de producir cultivos de forma rentable en un sistema socio-

económico de autoabastecimiento. Pero, por otra parte, indica que la marginalidad también puede venir por una explotación esquilmante del suelo durante años o décadas. El concepto de marginalidad de una tierra tiene un carácter temporal, ya que depende del aprovechamiento potencial que el hombre puede hacer de ella, en función de factores como el mercado, los medios técnicos y la disponibilidad de mano de obra. Por ello, tierras que tradicionalmente pudieron ser consideradas como marginales consiguen dejar de serlo por aplicación de técnicas apropiadas, junto con una buena comercialización de los productos. Un buen ejemplo de esta afirmación lo constituyen muchas tierras del sudeste español que hasta hace unos años tenían escaso o nulo valor agrícola por su aridez y condiciones edáficas, pero que gracias a las técnicas de cultivo bajo plástico se han transformado en tierras de altísima rentabilidad económica, no así ambiental. Al contrario, muchas laderas en solana que tenían interés para la producción de cereales en una economía de autoabastecimiento se abandonaron al entrar en la economía de mercado.

En décadas pasadas regiones rurales, especialmente de montaña, sufrieron drásticas pérdidas de población. Con la llegada de la intensificación y la mecanización de la agricultura en los años 50 y 60 comienza un abandono masivo de áreas marginales no sometidas a procesos de mecanización y muchos habitantes del medio rural emigraron a las ciudades en busca de mejores empleos (Lasanta, 1988). A su vez, la aparición de nuevos sectores productivos en las grandes ciudades, y debido a las escasas rentas que producía y produce la agricultura, contribuyó a generalizar este éxodo rural que hoy en día persiste (ver Soriano y Ortells, 2001; Alberdi, 2001). La emigración indujo la pérdida de la continuidad familiar de las explotaciones, el envejecimiento de la población dedicada al sector y finalmente su abandono. Sánchez López (1995) apunta que este proceso se ve acrecentado por la mejora de los medios de transporte y de comunicación, que fueron divulgando nuevos modelos de vida aparentemente más atractivos.

Por otra parte, la mecanización en una agricultura de mercado, condujo a un exceso de obtención de determinados productos agrícolas, que a su vez también acabó favoreciendo el abandono de espacios agrícolas. Lo que comenzó como un fenómeno, en parte espontáneo, se fue convirtiendo en un proceso administrativo en el que la productividad agrícola era regulada y controlada por los gobiernos mediante el control económico de precios y mercados, así como a través de ayudas financieras (Baudry, 1991).

En Europa la reforma de la PAC de 1992 y el diseño de políticas específicamente orientadas al desarrollo rural pusieron en evidencia la necesidad de definir planes que mejorasen la escasa sostenibilidad económica y social del medio rural (Frutos *et al.*, 2006). Dentro de la Política Agrícola Común (PAC) se pueden diferenciar dos bloques, uno de ellos representa a los productos y mercados agrícolas y el otro responde a objetivos de desarrollo rural.

En relación al primer bloque, la entrada de la PAC hace que se regulen los excedentes de productos bajando los precios. Muchos cultivos dejan así de ser

rentables, y tienen que ser subvencionados por la Unión Europea. Los agricultores pasan a depender de las subvenciones y van cambiando el tipo de cultivo en función de lo que se financie (que vuelve a estar condicionado por las necesidades cambiantes del mercado) independientemente de si son o no rentables por ellos mismos. Cuando las subvenciones cesan se deja de percibir el dinero que mantenía a numerosas explotaciones agrícolas, que acaban siendo abandonadas, especialmente si se trata de zonas marginales limitadas por factores ambientales.

El segundo grupo de la PAC responde a dos objetivos de desarrollo rural: a las medidas de acompañamiento para las mejoras del mundo rural y al desarrollo rural con enfoque territorial o iniciativa comunitaria LEADER. Las principales líneas de actuación relacionadas con las medidas de acompañamiento son: medidas agroambientales (orientadas hacia un modelo de agricultura sostenible y con múltiples funciones, así como a la protección del patrimonio ecológico), forestación de tierras agrarias (incluye ayudas para forestar terrenos cuya procedencia sea el uso agrícola y ganadero), indemnizaciones compensatorias para zonas desfavorecidas (cuyo objetivo es el mantenimiento, en zonas con especiales problemas, de su actividad agraria, de sus comunidades rurales, su paisaje y sus sistemas agrarios sostenibles, haciendo especial énfasis en los aspectos medioambientales de las actuaciones) y cese anticipado de la actividad agraria (destinada a favorecer la renovación generacional y el aumento de la viabilidad de las explotaciones agrarias).

En resumen, aunque en los últimos años determinadas subvenciones que concede la Unión Europea han motivado que algunos agricultores hayan vuelto a poner en cultivo algunos campos como indican Calabuig *et al.* (2001), en la actualidad el proceso de abandono de tierras marginales se acrecienta en Europa, en relación a medidas establecidas por la PAC. Algunos autores opinan que este hecho puede deberse también a la inadecuación de la aplicación de estas medidas agroambientales europeas al ámbito mediterráneo, tanto por su propia especificidad como por la ambigüedad de los términos que se manejan (ver Montiel, 2004).

I. 2. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL ASOCIADA A LA MARGINALIZACIÓN Y AL ABANDONO AGRARIO

Como señalan Hobbs y Cramer (2007), el abandono de tierras agrícolas puede dar lugar a una amplia variedad de situaciones. El abandono en algunos escenarios puede generar un rápido retorno a los ecosistemas originarios, si las condiciones son favorables. En otras ocasiones las tierras abandonadas evolucionan más lentamente hacia los ecosistemas preexistentes o hacia un sistema completamente diferente. Dependiendo de la situación, esas alternativas pueden ser apropiadas y aportar mayor valor que el sistema agrícola previo. Otra posibilidad es que el sistema abandonado permanezca “estancado” en un estado similar a cuando fue abandonado. Estas alternativas pueden conducir a una mayor degradación o pueden suponer una oportunidad para la restauración, dependiendo del contexto. Por tanto, el abandono de tierras implica un cambio y éste puede ser favorable o puede constituir una amenaza.

Autores como Varela-Ortega y Sumpsi (2002) opinan que los principales efectos ambientales del abandono de tierras agrarias son la erosión y desertificación, los incendios forestales en áreas boscosas, la pérdida de biodiversidad y el deterioro del paisaje. Sin embargo, al parecer, en España no existe ningún estudio global que evalúe los daños que causa el abandono de tierras en el medio ambiente, aunque sí algunos en áreas específicas (ver Llorens y Gallart, 1992 y González Bernáldez, 1991). El abandono de tierras, además de generar impactos ambientales puede producir “deseconomías”, al no mantener el empleo.

a) Degradación de los suelos, erosión, desertificación

La degradación del suelo se percibe como una de las mayores amenazas en la región Mediterránea debido a cambios en los usos del suelo, intensa mecanización de la agricultura, drástica modificación en los balances hídricos de muchas cuencas, salinización y contaminación, uso abusivo de fertilizantes y pesticidas, abandono de prácticas tradicionales de conservación del suelo, etc., (Cammeraat y Imeson, 1998). Un fenómeno estrechamente relacionado con la degradación de los suelos es la desertificación, que se considera, junto con la pérdida de biodiversidad y el cambio climático, uno de los principales problemas ambientales a escala planetaria (Puigdefábregas, 1995; Reynolds, 2001; López Bermúdez, 2001).

Se considera desertificación a la disminución de los niveles de productividad de los geo-ecosistemas como resultado de la sobreexplotación, uso y gestión inapropiados de los recursos en territorios fragilizados por la aridez y las sequías (López Bermúdez, 2001). Las causas que la desencadenan y los factores que la controlan son múltiples y hay que buscarlas en la acción sinérgica de un amplio conjunto de procesos físicos y antrópicos multiescalados en el tiempo y en el espacio. En las tierras mediterráneas del sur de Europa la desertificación amenaza al 60% de los países. En España, aproximadamente la mitad de su superficie registra un grado de aridez más o menos acusado. En estos territorios, el 70% de los paisajes manifiestan un riesgo de desertificación moderado, mientras que el 30% restante está afectado severamente por los procesos de degradación. Para el conjunto del territorio español la intensidad del proceso de erosión rebasa los límites tolerables en cerca del 48% del territorio, unos 22 millones de hectáreas. Las zonas con índice de pérdida de suelo superiores a 50 t/ha/año representan el 18,2% del territorio, equivalente a una superficie de más de 9 millones de hectáreas (datos del ICONA, Ministerio de Agricultura). La pérdida de suelo por erosión es particularmente grave en las cuencas hidrográficas del Sur, Guadalquivir, Segura, Júcar y Ebro, y por Comunidades Autónomas las de Murcia, Andalucía, Castilla-La Mancha, Aragón, Madrid, Extremadura y Canarias.

Como factores agrarios que favorecen la erosión y desertificación algunos autores señalan el cultivo de herbáceos de secano, el cultivo de leñosos de secano, la salinización en suelos sometidos agricultura intensiva, el sobrepastoreo, los incendios recurrentes y el abandono de cultivos (Valle, 1992; Valle y Salazar, 1997; Lasanta *et*

al., 2000; Dunjón *et al.*, 2004). En este sentido Colomer y Sánchez (2001) también señalan que si la expansión de la agricultura ha desempeñado un papel importante en la incentivación de los procesos erosivos en el ámbito mediterráneo, el abandono de los cultivos puede ser otro factor desencadenante de este proceso relacionado con la desertificación. López Bermúdez (2001) anota que los cultivos marginales abandonados ocupan extensas áreas en proceso de expansión, y que en el ámbito mediterráneo es muy frecuente la presencia de terrazas de cultivo abandonadas debido a los cambios socio-económicos producidos a partir de los años sesenta. Su dinámica puede ser progresiva (hacia la desertificación) o regresiva (cubriéndose de vegetación), en función de las condiciones edáficas, geo-morfológicas y climáticas. Este tipo de uso del suelo presenta alto riesgo de desertificación bajo condiciones climáticas áridas y semiáridas extremadas.

La construcción de terrazas con el fin de aumentar la superficie de suelo productivo, un rasgo característico del paisaje mediterráneo en las zonas de relieve más ondulado, o en las montañas, ha sido una práctica que se viene realizando desde hace unos 3.000 años (Yaalon, 1997). El abandono agrícola, y de las prácticas de conservación y mantenimiento que requieren estas estructuras, ha desencadenado, en repetidas ocasiones a lo largo de la historia, fuertes procesos erosivos como evidencian los estudios de Van Andel *et al.* (1986), realizados en Grecia, y de Naveh y Dan (1973) llevados a cabo en Israel. El desmoronamiento de bancales, con fuerte desarrollo de morfologías erosivas es un rasgo característico de nuestro paisaje, siendo una consecuencia directa del rápido proceso de abandono de tierras de cultivo de mitad de siglo. Por tanto, y contrariamente a lo que pudiera pensarse, el abandono de tierras no siempre favorece la restauración del paisaje (Puigdefábregas, 1992). Los estudios de García-Ruiz (1991) y García-Ruiz *et al.* (1994, 1996), llevados a cabo en el Pirineo central ponen de manifiesto que los procesos erosivos tras el abandono dependen de:

- Las características del suelo, en muchos casos empobrecidos tras largos períodos de cultivo, lo que dificulta la colonización, que avanza muy lentamente, acentuándose la erosión durante los primeros años de abandono.
- Las características del manejo a que se vean sometidas las parcelas tras el abandono, que ejercen un control parcial de los rasgos de la colonización vegetal.

En ambientes semiáridos, con escasas precipitaciones, irregulares, y de gran intensidad el problema se agrava. Las prácticas de manejo se encuentran ausentes y las características de los suelos no son favorables o dificultan la colonización vegetal. En estos suelos pobres, desarrollados sobre un depósito cuaternario, de poco espesor, sobre un basamento detrítico con dominancia de arcillas o directamente formados sobre éste, son fácilmente destruidos. En estos ambientes, el papel de la litología es determinante en la aparición de la morfología erosiva acusada, sobre todo si está ligada a la pendiente (Koulouri y Giourga, 2007). En cualquier caso, no debe olvidarse que los efectos del abandono sobre los suelos varían de unos espacios a otros, aunque las condiciones climáticas sean similares. Por ejemplo, diversas experiencias realizadas en campos abandonados de Murcia por Romero Díaz (2003),

muestran respuestas muy diferentes en suelos con substrato calizo o margoso. Mientras que el abandono en suelos calizos, desde un punto de vista erosivo, puede ser positivo; en suelos margosos resultó ser muy negativo. En estos últimos suelos, en el mejor de los casos es necesario un período de tiempo muy elevado para su recuperación, siendo más probable la aparición y extensión de importantes procesos y formas de erosión. También dependiendo del uso previo del terreno, la evolución de los campos agrícolas puede variar fuertemente después del abandono (Martínez Fernández *et al.*, 1995).

El proceso de degradación de los suelos comienza con la puesta en cultivo de un espacio, que implica en primer lugar la eliminación de la vegetación, alterando su equilibrio natural. El papel indirecto de la vegetación en la protección del suelo deriva de su acción pantalla frente a la radiación solar y frente al agua de lluvia, lo que afecta al régimen de humedad del suelo, la infiltración, la escorrentía y la erosión (Porta *et al.*, 2003).

A menos que se realicen prácticas de manejo como la aplicación de enmiendas orgánicas o de residuos de cosechas, con la puesta en cultivo el suelo recibe menos aportes por parte de las plantas cultivadas a la vez que se produce una rápida mineralización del humus, favorecida por la acción de laboreo y por las altas temperaturas. Se inicia así un proceso de disminución progresivo del contenido en materia orgánica del suelo (Colomer y Sánchez, 2001). En condiciones de abandono el proceso se ve más favorecido. La pérdida de materia orgánica es el resultado inmediato de la degradación biológica. Los bajos contenidos en materia orgánica conducen a una pérdida de estructura que se manifiesta en una disminución del espacio ocupado por los poros y, por lo tanto, en un aumento de la compactación y del encostramiento. Suele formarse en cultivos abandonados una estructura laminar, una costra de acumulación de elementos finos, que empeora las propiedades físicas del suelo a la vez que dificulta el enraizamiento. Esta lámina hace que disminuya la capacidad de infiltración, la permeabilidad, y aumente así la escorrentía. El agua de escorrentía además de partículas finas transporta semillas, lo cual trasciende directamente en la dinámica vegetal (García Fayos, 2004). El aumento de escorrentía se traduce en un incremento de pérdida de suelo por erosión hídrica (Bienes Allas, 1996). Por otra parte, las labores agrícolas provocan la pérdida de madurez del suelo rejuveneciéndose el perfil al removerse en profundidad la tierra y producir mezcla de horizontes. Además el cultivo agota los nutrientes del suelo, su potencial de micorrización y bacteriano, así como la microfauna (con las consiguientes repercusiones sobre la mineralización de la materia orgánica, estructura, etc.).

Por otro lado, al desaparecer tras el abandono la fuente de nutrientes asociada a las prácticas agrícolas, como indica Bienes Allas (1996), los procesos de lixiviación (lavado en profundidad), además del de arrastre (por erosión hídrica), de los nutrientes del suelo se intensifican, provocándose una degradación química importante, que afectará seriamente su potencial productivo. Una primera consecuencia de la lixiviación de bases es el aumento de la acidez, la cual se hace más patente en los horizontes superiores, es decir, los que más incidencia van a tener sobre el desarrollo

de una cubierta vegetal. El desarrollo progresivo de esta acidez se traduce en una pérdida de fertilidad, lo que incidirá sobre la velocidad de colonización de estos suelos por parte de la vegetación natural.

Entre los fenómenos de degradación de suelos asociados al abandono de cultivos destacan, por tanto, los de erosión y desertificación. Aunque se trata de problemas ambientales relacionados, erosión y desertificación son dos fenómenos diferentes. La erosión consiste en una pérdida gradual del material que constituye el suelo, al ir siendo arrastradas las partículas (disgregadas, arrancadas y transportadas), a medida que se van quedando en superficie. Se trata de un proceso que tiene lugar de forma espontánea en la naturaleza, si bien por su intensidad varía de unos escenarios a otros y la intervención del hombre hace que la intensidad del proceso pueda verse fuertemente incrementada (Porta *et al.*, 2003). Este fenómeno debe diferenciarse del de desertificación, antes definido, que engloba todo un conjunto de procesos interrelacionados (físicos, biológicos, históricos, económicos, sociales, culturales y políticos) que se manifiestan a diferentes niveles de resolución tanto espaciales como temporales (García-Ruiz *et al.*, 1996; Ibáñez *et al.*, 1997, López Bermúdez, 1999).

No obstante, se ha de tener en cuenta que en determinadas zonas el abandono de cultivos de secano en suelos profundos o llanos ha permitido una recolonización de la vegetación natural, un aumento de la biomasa y de la actividad biológica y por tanto una mejora de la estructura del suelo (Romero Díaz, 2003). A este efecto Rojo Serrano (1996) señala que no todas las tierras marginales están sumidas en un proceso de degradación, pues éste, cuando lo hubiera, cesa en muchos casos al cesar la actividad "productiva" a que están sometidas. Las características climáticas y edáficas de determinadas áreas, pueden favorecer tras el abandono, la recuperación más o menos rápida de la cobertura vegetal, invirtiendo la dinámica de los procesos de erosión y permitiendo a medio plazo la recuperación de la vegetación natural (Belmonte Serrato *et al.*, 1999). Diversos autores, coinciden en señalar que, en ausencia de litologías blandas y de episodios lluviosos intensos tras el abandono, la vegetación puede colonizar rápidamente los campos abandonados, reduciendo, en consecuencia el riesgo de erosión (Marco y Morales, 1995; Molina y Nadal, 1998; Camarasa *et al.*, 1998).

Resultados de un estudio sobre las consecuencias hidrológicas y erosivas derivadas de la alternancia cultivo-abandono, obtenidos en parcelas de erosión en Murcia parecen indicar que en esa zona el abandono de campos de cultivo permite un aumento de cobertura vegetal, herbáceas anuales en la primera fase, que van siendo sustituidas posteriormente por especies perennes de matorral circundante. El aumento de la cobertura vegetal unido a una disminución de la compactación del suelo, ocasiona un menor porcentaje de escorrentía, y a la vez, una disminución de la carga de sedimentos, que se traduce en una menor tasa de erosión. La intensidad de la lluvia se revela como uno de los parámetros fundamentales en la generación de escorrentía y pérdida de suelo (Belmonte Serrato *et al.*, 1999).

b) Incendios

Parece existir cierto consenso sobre que el abandono de tierras agrícolas (bajo ciertas condiciones), induce a la invasión de éstas por matorrales, herbáceas e incluso pinos que, a su vez, aumentan y extienden el riesgo de incendios (Aronson y Le Floc'h, 1995; Farina, 1995). En zonas predominantemente forestales las parcelas cultivadas constituyen zonas tampón entre las zonas habitadas y los bosques, que pueden frenar la propagación de los incendios. La progresiva transformación de las tierras en eriales conduce al desarrollo de la vegetación, a la aparición de especies leñosas y a la acumulación de materia vegetal muerta, haciéndose las tierras más vulnerables al fuego, e incrementando el riesgo de propagación de los incendios (Burel y Baudry, 2002). La disminución de la producción animal extensiva también origina un menor control de la vegetación y un aumento del riesgo de incendios (González Bernáldez, 1991). Además, la expansión de los incendios provoca, al mismo tiempo, un aumento de la erosión (Valladares, 1993).

c) Pérdida de biodiversidad

En las áreas donde se han realizado labores de pastoreo desde tiempos muy remotos, los pastos naturales y seminaturales, así como la comunidad de leñosas tienen una riqueza florística muy elevada (Naveh y Whittaker, 1979; Collins y Barber, 1985; Bernáldez, 1991; Pineda y Montalvo, 1995). El abandono de los cultivos tradicionales y de los pastos para producción ganadera, así como la reducción del pastoreo en áreas de alta montaña (consecuencia de la tendencia a reducir la producción ganadera extensiva), implican una reducción de la diversidad biológica, según afirman diversos autores (Farina, 1995; González Bernáldez, 1991; Pineda *et al.*, 1995; Jensen y Schrautzer, 1999; Stampfli y Zeiter, 1999).

Aunque muchas especies se han debido ver afectadas o incluso algunas han podido desaparecer por la expansión de la agricultura y la ganadería, no hay que olvidar que la conservación de otras especies, incluso amenazadas, está íntimamente ligada a prácticas tradicionales. Muchos de los endemismos presentes en nuestro país pertenecen a etapas de vegetación pioneras y subseriales, lo que exige cierto grado de explotación artificial para evitar que, con la progresión ecológica, terminen siendo desplazadas por especies de etapas más avanzadas (Ferrandis y Martínez Sánchez, 2001). Por ejemplo, en la reserva de la Encantada (Villarrobledo, Albacete), algunos de los endemismos presentes (*Sisymbrium cavallinesianum*, *S. austriacum* subsp. *hispanicum*, *Iberis crenata*, *Ziziphora acinoides*) son malas hierbas de cultivo que precisan que las tierras sean laboreadas para poder sobrevivir (Gómez Campo y Herranz, 1993).

d) Alteración paisajística

Los componentes visuales de un paisaje no sólo representan un valor estético sino que también son testimonio de una interrelación entre fenómenos culturales,

económicos y biológicos. De hecho, a menudo es posible encontrar una relación entre la belleza escénica y su riqueza en términos ecológicos. Por ejemplo, Cadiou (1991) y Silva (1992) explican que existe una clara relación entre los componentes o elementos útiles de un paisaje y el hecho de que sean considerados estéticamente como valiosos (de la Fuente-de Val, 2004).

Desde un punto de vista estético, se asume que los paisajes parcialmente forestados se prefieren visualmente; las áreas completamente cultivadas, sin embargo, reciben menor preferencia (Hunziker y Kienast, 1999). Entre las zonas agrícolas las peor valoradas son las dedicadas a agricultura intensiva. Como apunta Jongman (2002) la intensificación de la agricultura produce una pérdida de diversidad paisajística y biológica, lo que se traduce en paisajes uniformes, continuos y homogéneos con un significativo efecto en la percepción de los habitantes respecto a la calidad del paisaje. A escala de paisaje, los sistemas de mosaico característicos de la explotación del monte mediterráneo, con áreas de pastos abiertos, montes cerrados, zonas adeshadas y cultivos y barbechos intercalados en los suelos más fértiles y húmedos, exhiben una elevada diversidad (Pineda *et al.*, 1981; González Bernáldez, 1992). Este tipo de paisajes suelen ser valorados muy positivamente, incluso más que zonas de bosque demasiado amplias y homogéneas (de Lucio y Gómez Limón, 2002).

El abandono agrícola, cualquiera que sea su intensidad, se traduce en la aparición de nuevos hábitats en el paisaje. Estos elementos son colonizados progresivamente en función de factores como la permeabilidad del paisaje circundante y de la disponibilidad de propágulos, que dependen, en gran medida, de las características vitales de las especies. Se produce entonces una respuesta diferenciada de las comunidades a la evolución de la agricultura y los paisajes, que se traduce en ganancias o pérdidas de diversidad, según los grupos analizados (Burel y Baudry, 2002). La variación en la diversidad y en la complejidad del paisaje dependerá, asimismo, de las condiciones ambientales y del patrón previo de usos, y cabe prever también un cambio en el aprecio o calidad estética de los paisajes resultantes (de Lucio y Gómez Limón, 2002).

Por otra parte, en algunos trabajos se afirma que como resultado del abandono se está produciendo una homogeneización, disminuyendo la diversidad biológica y encaminándose hacia su banalización (Pineda y Montalvo, 1995). Sancho *et al.* (1993) señalan que el abandono produce un serio daño en el paisaje debido a la desaparición de las prácticas tradicionales, la invasión de matorrales, la pérdida de cultivos en terrazas, los incendios, etc. La reducción del abandono de tierras y el mantenimiento de sistemas agrícolas extensivos son los factores clave para la conservación de los paisajes naturales según Fernández Guillén y Jongman (1994). Sin embargo, el mantenimiento de los sistemas agrarios extensivos fomentados por la reforma de la PAC no parece ser suficiente para alcanzar niveles altos de conservación (Varela-Ortega y Sumpsi, 2002).

A nivel paisajístico, por tanto, el abandono de cultivos puede provocar tanto efectos positivos como negativos. En ambientes agrícolas el abandono de algunas

parcelas podría incrementar la superficie forestal y la diversidad paisajística, mejorando la percepción estética del observador. Si el abandono se generaliza se pierde el componente agrícola, que también suele valorarse positivamente como elemento del paisaje.

I.3. EVOLUCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN CULTIVOS AGRÍCOLAS ABANDONADOS

Una importante proporción de tierras de cultivo del territorio estudiado está experimentando en la actualidad procesos de sucesión secundaria tras el abandono de las prácticas agrícolas, al igual que en otras áreas del sureste peninsular. Las sucesiones dependen, en buena medida de las condiciones iniciales: condiciones físicas, químicas, así como de la disponibilidad de fuentes de semillas, de la presencia de individuos dispersores, etc. (Burel y Baudry, 2002). Pero la sucesión no depende exclusivamente de las condiciones iniciales, sino que el proceso se complica en relación a otros factores como interacciones entre organismos o posibles alteraciones del medio. Terradas (2001), a modo de síntesis indica que los procesos determinantes de la sucesión vegetal son: a) las características de la perturbación previa, que determinan su legado en organismos, estructuras y recursos liberados; b) la colonización, que depende de la tasa de llegada (que es, a su vez, función de la capacidad de producción y de dispersión de semillas que tienen las diferentes especies, y de la presencia de vectores) y de la tasa de supervivencia (que puede estar condicionada por las condiciones en que se encuentra el medio y las que se dan en las primeras semanas o meses para la germinación y la supervivencia de las plántulas, incluyendo factores físicos, depredadores, etc.); c) alteraciones físicas del biotopo, que pueden ser consecuencia de la actividad vegetal (sombra y cambios microclimáticos, acumulación de mantillo, cambios en la disponibilidad de recursos edáficos o en las características físico-químicas del suelo, etc.); d) competencia, alelopatías, autotoxicidad (por ejemplo, liberación de sustancias inhibitoras de procesos de descomposición, fijación de N, actividad micorrícica u otros, de la germinación ajena o propia, etc.). Concluye que estos procesos básicos pueden afectar, en un sentido u otro, a las tasas de establecimiento, desarrollo y supervivencia de nuevas plantas en las distintas fases de su ciclo vital, condicionando el progreso de la sucesión.

Entre las características ambientales previas a la perturbación, e independientes a ésta, que condicionan la evolución de la vegetación cabe destacar el papel de las condiciones climáticas. Éstas condicionarán, a su vez, el resto de procesos implicados en la sucesión (colonización, alteraciones físicas, interacciones entre organismos). Es bien conocido que el **clima** es uno de los principales factores que influyen en el desarrollo de la vegetación (Walter, 1977; Rivas Martínez, 1996). El clima condiciona la composición florística, el espectro de formas vitales y la fisionomía, la cobertura general, la distribución espacial, la proporción de especies, la fenología y desarrollo, la reproducción y las adaptaciones de las plantas (Lázaro *et al.*, 2004). El clima del territorio es Mediterráneo, Köppen (1931) apuntó que su principal

característica es la bi-estacionalidad, en cuanto a temperaturas y humedad, inviernos fríos y húmedos con baja radiación solar y veranos secos y calurosos con una elevada irradiación solar. Sin embargo, dentro de los ecosistemas mediterráneos las condiciones no son homogéneas y existen importantes variaciones en la cantidad y distribución de las precipitaciones, creándose escenarios muy diferentes, particularmente respecto al grado de sequía del verano (Orshan, 1983). Una de las principales particularidades del clima mediterráneo es, precisamente, el periodo de xericidad estival, rasgo que implica trascendentales limitaciones para el desarrollo de la actividad vegetal. Estas características son especialmente significativas en áreas de condiciones áridas y semiáridas donde, a menudo, la baja humedad atmosférica produce daños en las plantas debido a que la tasa de evaporación aumenta a medida que se incrementan las temperaturas. Las pérdidas de humedad, tanto del suelo como de las propias plantas, generan importantes repercusiones en el paisaje vegetal de estas zonas; de hecho, la precipitación y la disponibilidad de agua en el suelo para las plantas, en condiciones áridas y semiáridas, han sido descritos como unos de los principales factores que controlan la productividad y la heterogeneidad en la distribución de las plantas y de las formas vitales (Noy-Meir, 1973; Zohary, 1973; Bonet, 2004). Directamente relacionada con el clima se halla la disponibilidad hídrica, que está considerada como el principal factor que afecta a la actividad de las plantas en ecosistemas mediterráneos (Di Castri *et al.*, 1981; Blondel y Aronson, 1999).

La Depresión de Guadix-Baza, donde se desarrolla el presente estudio, puede considerarse un paisaje estepizado. Según, Suárez *et al.* (1991) las **estepas** son “aqueellos territorios de relieve llano u ondulado, caracterizado por la ausencia de un estrato arbustivo desarrollado y de vegetación arbórea, siendo las formas vegetales predominantes los caméfitos de bajo porte y las herbáceas y anuales”. Estos autores puntualizan que las estepas ibéricas se caracterizan por el predominio de especies leñosas y gramíneas, se asientan sobre suelos en general muy pobres y en ocasiones con altos niveles de salinidad, y presentan un clima mediterráneo que en muchas ocasiones es de tipo semiárido. En consonancia con las peculiaridades climáticas, la flora y vegetación esteparias muestran una serie de rasgos fisiológicos y unos ciclos de actividad característicos, aunque comunes en cierta medida con las principales estrategias adaptativas de los vegetales mediterráneos.

La idea de estrés en general, y de estrés hídrico en particular, es central para comprender el funcionamiento y la evolución de los sistemas mediterráneos (Mitrakos, 1980). Las plantas resistentes a la sequía son conocidas como xerófitos. En medios áridos y semiáridos son frecuentes las hierbas anuales y ciertas dicotiledóneas de pequeño tamaño que evitan las condiciones extremas reduciendo su ciclo vital a la corta estación de lluvias y pasando el resto del año en forma de frutos o de semillas que yacen en el suelo en estado de vida latente. Estas plantas que evitan la sequía no son auténticos xerófitos (Cloudsley-Thompson, 1979). Las plantas más típicamente xerófitas son, en su mayoría, caméfitos o hemicriptófitos de pequeña talla (matorrales, herbáceas cespitosas, macollas y algunos árboles o arbustos) que toleran la sequía gracias a diversas especializaciones (Suárez *et al.*, 1991).

Por otra parte, además de estar adaptadas al déficit hídrico, las plantas xerófitas deben adaptarse tanto a elevadas temperaturas del suelo y del aire durante el día, como a temperaturas mínimas muy bajas durante la noche y/o durante la estación fría, dependiendo de la latitud y de la altitud (Cloudsley-Thompson, 1979). La vegetación ha de responder a la vez a conjuntos de factores, y no resulta fácil discriminar la importancia de cada uno. La temperatura y la precipitación presentan una estrecha relación. En las plantas mediterráneas, la resistencia al frío desempeña un importante papel. Mitrakos (1980) explicó que en este caso era esencial considerar el doble estrés, sequía de verano y frío de invierno, existiendo una considerable variación en la resistencia al frío, que aumenta en zonas más continentales o de montaña. En la Hoya de Baza, a las dificultades hídricas y a los efectos de las altas temperaturas se le suman, efectivamente, las limitaciones debidas a las extremas temperaturas invernales reinantes. Respecto a la temperatura, un umbral de interés general es el de 0°C, porque implica el cambio de estado del agua, que tiene notables repercusiones tanto biológicas como respecto al biotopo. Otro umbral interesante es la temperatura mínima para el crecimiento de la vegetación, aunque varía según las especies, se ha aceptado el valor de 7°C como una referencia general (Merlo *et al.*, 2004; Montero de Burgos y González Rebollar, 1983).

En cuanto a las condiciones iniciales que determinan la evolución de la vegetación, las características geológicas y edáficas también ejercen un papel trascendental, como se profundizará en el tercer capítulo. Por otra parte, como ya se ha indicado, la actividad agrícola provoca una intensa degradación del suelo, que se traduce tanto en pérdida de potencia como de propiedades edáficas, este hecho limita extraordinariamente la evolución de la vegetación. Como consecuencia, el suelo que queda tras el abandono solo puede ser colonizado por comunidades muy bien adaptadas a las condiciones edáficas que resultan tras el cultivo, además de a otras particularidades ambientales.

Uno de los principales fenómenos que controlan el proceso de sucesión secundaria es, como se ha indicado, la disponibilidad de semillas. Según autores como Zobel *et al.* (2000) y Foster (2002) la escasez de propágulos puede limitar la sucesión más que los procesos ecológicos locales. Las prácticas agrícolas efectuadas durante largos periodos de tiempo limitan la disponibilidad de propágulos de algunas especies perennes, influenciando la proporción y curso de la sucesión secundaria tras el abandono (Bonet, 2004). Las especies que aparecen tras la perturbación dependen de la vegetación preexistente en las zonas roturadas y de las comunidades presentes en los alrededores (Milton, 1995), siendo la composición de las comunidades colonizadoras función tanto de procesos locales como regionales, cuya relativa influencia variará en el tiempo (Mouquet *et al.*, 2003).

En ambientes áridos, además, el irregular régimen de precipitaciones y las extremas condiciones ralentizan los procesos y provocan que la sucesión parezca estancada (Fowler, 1986). Bajo estas condiciones se necesitan décadas, si no siglos, para restablecer las relaciones naturales entre los recursos del suelo y la vegetación (Tilman, 1988). La degradación del suelo que conlleva el cultivo incrementa las

condiciones de xericidad, este hecho se suma a las dificultades climáticas de zonas secas y semiáridas, dificultando o imposibilitando la recuperación de las condiciones iniciales. Bajo estas condiciones, en muchas áreas no es posible la recuperación de las comunidades preexistentes y se emplazan de forma permanente comunidades correspondientes a etapas menos avanzadas en la dinámica, fundamentalmente caracterizadas por especies de matorral (Valle *et al.*, 1987a; Valle y Salazar 1997). En otro tipo de trabajos también se afirma que en algunos territorios semiáridos la sucesión ecológica no culmina a menudo en una etapa madura y más o menos estable, sino que las condiciones ecológicas limitan la aparición y establecimiento de determinadas especies y comunidades (Miranda *et al.*, 2004). El predominio de matorrales en espacios alterados no es exclusivo de los ambientes semiáridos. Como indican Grove y Rackham (2001) las perturbaciones antrópicas recurrentes han favorecido a las especies arbustivas colonizadoras, que hoy forman grandes extensiones de matorrales en zonas antaño ocupadas por formaciones arbóreas. Una de las causas que ha favorecido la expansión del fenómeno de matorralización es el abandono de los campos dedicados a la agricultura extensiva en zonas poco productivas, especialmente de montaña, con la consiguiente colonización de estos campos por especies de matorral pioneras (Zamora *et al.*, 2004).

Tras hacer una breve revisión de algunos de los factores que influyen en los procesos de sucesión asociados a las tierras agrícolas abandonadas, se pretenden describir algunas de las características generales de la vegetación implicada en este tipo de procesos. En diversos ambientes se ha comprobado que inmediatamente después del abandono empiezan a invadir el cultivo los terófitos (herbáceas) que llegan a ser dominantes durante los primeros años pero que, poco a poco, van siendo desplazados por especies leñosas (Sans y Masalles, 1988; Sánchez López, 1995; Debussche *et al.* 1996; Calabuig *et al.*, 2001; Navarro, 2001; Bonet, 2004; Navarro *et al.*, 2006; etc.). Guillerm (1978), en un estudio llevado a cabo en la garriga francesa comprobó que el porcentaje de suelo desnudo se hace menor a medida que transcurre el año de abandono, pero es cubierto en su mayor parte por herbáceas, siendo casi nula la aparición de leñosas. Este autor indicó que las herbáceas instaladas son especies arvenses, de bordes de caminos, baldíos, taludes, es decir, plantas adaptadas a medios perturbados, nitrófilas, y otras de los alrededores, que son pioneras tras el abandono de las tierras. Son principalmente las anuales las que completan su ciclo de desarrollo y producen sus semillas para sobrevivir y reocupar este espacio al año siguiente, pero año a año la composición puede variar. También Margalef (1985) declaró que tras el abandono de un cultivo se instalan en su mayor parte plantas anuales, pioneras y oportunistas, eurioicas y con tasas de crecimiento y multiplicación elevadas, única forma de aprovechar rápidamente un espacio vacío y adaptadas a condiciones cambiantes en el tiempo y en el espacio. Muchas de estas especies son capaces de completar más de un ciclo biológico durante el año, siendo poco estrictas en lo que respecta al período de germinación, condicionado por las prácticas agrícolas y la disponibilidad de agua (Sans y Masalles, 1988). Se trata en definitiva de estrategias de la r.

En una segunda fase se instalan en antiguos cultivos las comunidades perennes, integradas en ambientes semiáridos del Mediterráneo por plantas xerófitas que corresponden principalmente a los tipos biológicos de caméfitos y hemicriptófitos. En el territorio estudiado también este tipo de plantas predominan en la vegetación de zonas no roturadas anexas, aunque se trata, en su mayor parte, de especies y comunidades diferentes. Diversos estudios han constatado que el cese de la agricultura en ambientes áridos y semiáridos del sureste de España, ha dado lugar a formaciones prácticamente monoespecíficas de especies como *Anthyllis cytisoides* o *Retama sphaerocarpa*, que pueden continuar en el paisaje durante varias décadas tras el abandono (Puigdefábregas *et al.*, 1996; Haase *et al.*, 1997). Ambas especies pueden formar parte de comunidades más evolucionadas, sin embargo por un periodo de tiempo muy prolongado permanecen de forma prácticamente monoespecífica. En estos ambientes abandonados otra de las especies pioneras que suele colonizar las parcelas agrícolas tras su abandono es *Artemisia barrelieri* (Haase *et al.* 1997), así como otras especies del mismo género (*Artemisia*) y de otros como *Helichrysum*, *Santolina* y *Teucrium* (Martínez Fernández *et al.*, 1995; Robles y González Rebollar, 2006; Guzmán Álvarez y Navarro Cerrillo, 2001).

Desde un punto fitosociológico, los espacios alterados son colonizados en primer lugar por terófitos especializados característicos principalmente de la clase *Stellarietea mediae*. Gran parte de las comunidades que se instalan en una segunda fase se integran en la clase *Pegano-Salsoletea* (Peinado *et al.*, 1986). Esta clase tiene óptimo Saharo-Índico e Irano-Turánico pero también alcanzan la región Mediterránea, sobre todo en áreas áridas y semiáridas. Bajo ombrotipo seco las comunidades de la clase *Pegano-Salsoletea* se ciñen exclusivamente a los suelos con humedad climática; siendo sustitutos en zonas de humedad edáfica por la clase de vegetación nitrófila eurosiberiana *Artemisietea vulgaris*, entre otras. En España las asociaciones de la clase *Pegano-Salsoletea* tienen su óptimo desde el termo al mesomediterráneo. Entre las características de la clase estos autores anotan que se trata de matorrales dominados por caméfitos o nanofanerófitos heliófilos, con predominio de quenopodiáceas (correspondientes a géneros como *Salsola*, *Suaeda*, *Atriplex*, *Hammada*, etc) y asteráceas anemófilas (entre ellas destacan las especies del género *Artemisia*), que se instalan sobre suelos ricos en nitratos como consecuencia de la actividad antropozoógena.

I.4.CARACTERÍSTICAS DEL ABANDONO AGRÍCOLA EN LA ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica en el Noreste de la provincia de Granada, zona en la que en las últimas décadas se ha producido un abandono progresivo de espacios agrícolas. El abandono de tierras no es exclusivo de este territorio sino que es muy frecuente en toda la geografía española, así como en el resto de Europa, sobre todo en el área mediterránea, como ya se ha indicado.

I.4.1. Importancia de la agricultura y ganadería en el territorio

El abandono de tierras de labor ha tenido y tiene una elevada incidencia en este territorio debido, en primer lugar, al elevado número de hectáreas que han dejado de cultivarse en las últimas décadas. Pero además de la significativa extensión afectada por este proceso, hay que tener en cuenta sus repercusiones socio-económicas, ya que en las comarcas de Baza y Huéscar la agricultura y la ganadería juegan aún hoy, un papel crucial en su economía. Según datos de González Moreno *et al.* (2007) una importante proporción del empleo de la zona (21,4%) corresponde al sector primario, frente al 25,3% y 53,3% de los sectores secundario y terciario, respectivamente. Estos porcentajes distan mucho de los que había a principios de la década de los años ochenta, durante los que más de la mitad de la población activa se dedicaba a actividades agroganaderas, sin embargo, para el sector agrario es superior al de la media regional o nacional. En décadas anteriores el porcentaje de población dedicada a las labores agrícolas era muy superior.

Para las comarcas de Huéscar y Baza, los herbáceos suponen el 60%, frente al 49% de la superficie destinada a leñosos. En la comarca de Baza predominan los cultivos leñosos (frutales, olivar y viñedo), mientras que para la de Huéscar son claramente mayoritarios los herbáceos (cereales, leguminosas, tubérculos y cultivos forrajeros). En conjunto la superficie de secano supone aproximadamente un 76,6% (aproximadamente unas 70,711 ha). De la superficie de secano el 51,3% corresponde a cultivos leñosos (casi el 40% de los mismos se ubican entre los términos municipales de Cúllar y Castril). Más del 98% de los cultivos leñosos corresponden a olivos y almendros (con proporciones de 76,3% y 22,1%, respectivamente). Para el conjunto del Altiplano los herbáceos de secano suponen unas 43.781 has. De esta superficie un 51% corresponde a cebada, un 27% de la tierra se destina al cultivo del trigo y un 15% al cultivo de avena. Se cultivan además leguminosas en grano (garbanzo, veza y yero), aunque suponen en conjunto únicamente un 5,8% del total de la superficie de herbáceos de secano (ver González Moreno *et al.*, 2007).

Estos autores también aportan cifras sobre la superficie dedicada al regadío, que en el territorio representa un 23,4% de la superficie agrícola. Los principales cultivos de regadío son cebada (27,1%), avena (11,9%), lechuga (9,9%), maíz (8,1%), trigo (5,4%), patata (4,9%), haba verde (4,8%), y otros como alfalfa, tomate, pimiento, judía verde, guisante seco, garbanzo, achicoria verde, endivia, borraja, etc., en menor proporción. Un importante porcentaje de la superficie de regadío se concentra en los municipios de Baza, Zújar, Puebla de Don Fadrique y Huéscar.

En la misma obra se indica que el desarrollo de las actividades ganaderas se encuentra dificultado por la baja pluviometría, que conlleva la escasez de pastos. No obstante, la especialización de este sector en razas especialmente adaptadas al medio físico de la zona, de alta calidad, como es el ovino de raza "segureña", y su creciente apreciación por los consumidores está permitiendo un mayor dinamismo en los últimos años. En las cabañas ganaderas de ambas comarcas predomina el ovino, también es

importante el caprino, que supone un 9,8%, y en la comarca de Baza el porcino está adquiriendo una elevada importancia.



Figura I. 2. Imágenes de la zona de estudio relacionadas con la agricultura y la ganadería. En el territorio la agricultura y la ganadería conservan un importante papel en la economía. Un 76,6% de la superficie agrícola es de secano, destacando el cultivo de cereales. La oveja “segureña” representa la principal raza ganadera del territorio.

I.4.2. Limitaciones ambientales para el cultivo en el territorio

Aunque la agricultura supone un importante pilar de la economía de la zona de estudio, esta actividad se halla duramente condicionada por diversos factores ambientales. Buena parte de las tierras abandonadas en la zona de estudio presentan características naturales que limitan la productividad de los cultivos. La mayoría de las condiciones ambientales que reducen la rentabilidad de los cultivos expuestas en los apartados anteriores concurren en la zona de estudio. Las características climáticas adversas afectan a todo el territorio, pero además existe una amplia proporción de suelos agrícolas que presentan una elevada salinidad y que con frecuencia son, al menos temporalmente, hidromorfos. La salinidad e hidromorfía se encuentran íntimamente ligadas a la topografía.

El clima puede ser el principal condicionante de la agricultura en el noreste de la provincia de Granada, fundamentalmente por la escasez e irregularidad de las precipitaciones, que determinan que no siempre sea rentable la cosecha de secano, y son precisamente las tierras de labor de secano las que principalmente se abandonan. El régimen de temperaturas también tiene una notable incidencia en la productividad agrícola de esta zona, en los dos extremos, tanto por las altas temperaturas alcanzadas en verano (con sus respectivas repercusiones sobre la evaporación y la disponibilidad de agua) como por el largo periodo durante el que las heladas nocturnas pueden manifestarse.

Existen en el territorio numerosas zonas de antiguos cultivos donde existe cierta hidromorfía temporal. Como indica Terradas (2001) también el exceso de agua plantea dificultades. La inundación actúa de diversos modos, pero sobre todo por el hecho de crear condiciones anaerobias. En el agua siempre hay poco oxígeno

disuelto, pero la situación se agrava cuando la descomposición de la materia orgánica muerta acelera el consumo del oxígeno hasta agotarlo. Además, el oxígeno difunde mucho más lentamente en medio acuático. Paradójicamente, cuando ello ocurre, se inhibe la absorción de agua y las plantas pueden padecer estrés hídrico. Por otra parte se liberan sustancias tóxicas para las raíces. Si el agua del suelo, además, está cargada de sales (como sucede en el territorio) a las plantas les resulta más difícil la absorción, incrementándose el estrés hídrico. Por otra parte, las sales generan problemas de toxicidad para las plantas.

Es precisamente la abundancia de suelos salinos otro de los principales limitantes ambientales para el cultivo en la Hoya de Baza. En los suelos de la zona de estudio es frecuente la presencia de elevadas concentraciones de iones de Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} y SO_4^{2-} , que como apunta Lambers (2003) inhiben el crecimiento de muchas plantas. Se dice que existe un problema de salinidad, cuando la concentración de sales solubles afecta al normal desarrollo de aquellas plantas no tolerantes. Son suelos que se clasifican como Solonchack por la F.A.O.-U.N.E.S.C.O. (1989). Como se ha indicado anteriormente, la mayor parte de las plantas cultivadas se consideran no halófitas, aunque sus respuestas a la salinidad, también varían de unas a otras siendo las más tolerantes la mayoría de los cereales y plantas industriales (Martínez Raya, 1996).

En el territorio confluyen una serie de circunstancias naturales que según autores como Martínez Raya (1996) o Bienes Allas (1996) favorecen la salinización. La baja pluviometría es un factor decisivo en la formación de los suelos salinos, ya que impide un normal lavado de las sales de los suelos. La procedencia de estas sales son las rocas, que al edafizarse dan lugar a minerales primarios y secundarios. Las condiciones de semiaridez del área también propician concentraciones de salinidad, especialmente si coinciden con suelos de drenaje más o menos impedido y situados en partes bajas de laderas o en vaguadas. Si existen condiciones de erosión, las rocas que contienen sales solubles pueden quedar en superficie, actuando sobre ellas, agentes, como el agua carbonatada, que disuelve estas sales y que tiende a acumularlas en zonas de depresión y con drenaje deficiente.

I.4.3. Limitaciones socio-económicas

Además de las particularidades ambientales que en un momento u otro han favorecido el abandono de numerosas tierras de labor, en determinados periodos diversas causas socio-económicas propiciaron el cese de la actividad agraria en una importante proporción de tierras del noreste granadino. Como indica Gámez Navarro (1995), en el cercano municipio de Guadix y en otros tantos de Andalucía, durante las décadas de los 50 a los 70 la población disminuyó considerablemente, dadas las escasas posibilidades de desarrollo que ofrecían, al ser cabezas de comarcas agrarias, que podían proporcionar poco trabajo o muy barato a sus habitantes, produciéndose una inflexión en el crecimiento de la población de muchos de ellos. Las condiciones de una economía eminentemente agraria y atrasada explican, en parte, esta emigración, junto con el inicio de la mecanización y por el atractivo de los centros

industriales del país, así como una política que favorecía estos movimientos migratorios interiores. Guadix y las comarcas vecinas (como la de Baza y Huéscar) actuaban como una reserva de mano de obra, que al no poder utilizarla en su propio provecho y desarrollo, se lanza a la búsqueda de nuevos lugares donde establecerse. En este periodo a la emigración interior se une la componente exterior, hacia otros países de Europa, siendo familias enteras las que abandonan los municipios. Según la información aportada por Gámez Navarro (1995), en Baza la pérdida de población fue del 28,7% y del 19,3% respectivamente en las décadas de 1951-60 y 1961-70, siendo superior en los pueblos más pequeños, así como en sus pedanías y cortijadas. Estos porcentajes pueden dar una idea del significativo descenso de población que se produjo en la zona de estudio y de la importancia que debió alcanzar en la evolución de los campos de estas comarcas agrarias.

Más recientemente otra de las limitaciones sociales para el desarrollo de la agricultura es la escasez de mano de obra interesada en trabajar en el campo. El éxodo rural que indujo el cese de la actividad de numerosas explotaciones agrarias se ha frenado en los últimos años. Sin embargo, el problema de despoblamiento continúa, ya que además de que el saldo migratorio sigue siendo negativo, el crecimiento vegetativo tampoco es positivo (como se deduce del análisis de la información disponible, por municipios, en el Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía), aunque, en los últimos años, la afluencia de emigrantes extranjeros es destacable en la dinámica poblacional de estas comarcas (González Moreno *et al.*, 2007). Una importante proporción de la mano de obra extranjera se dedica a la agricultura, aunque esta población no se dedica a la agricultura tradicional de secano sino que trabaja en explotaciones agrícolas intensivas de regadío (gestionadas en una importante proporción por empresarios de Levante).

Aunque no existen cifras concretas sobre la superficie agraria abandonada en este territorio (al igual que sucede en muchas otras regiones rurales), se ha podido comprobar que una amplia proporción de los cultivos de secano han sido abandonados. Los datos de usos del suelo de las comarcas incluidas en la zona de estudio (Anónimo, 2001a, 2001b) pueden ofrecer una primera aproximación sobre la superficie implicada en el abandono agrario, concretamente el uso referido a barbecho y otras tierras no ocupadas. Como se muestra en las tablas 1.1 y 1.2, en la comarca de Baza el uso de la tierra dedicado a barbecho y a otras tierras no ocupadas es de 30.358 ha (16%) y en la Comarca de Huéscar 41.173 ha (21%). Pero estos datos también incluyen tierras en barbecho evaluadas en un momento concreto, por lo que no es posible, a partir de esta información, diferenciar entre la superficie que se ha dejado de cultivar para el descanso temporal de la tierra y la que se encuentra realmente abandonada.

USO DE LA TIERRA	Superficie	
	Ha	%
Monte	44.300	26
Tierras ocupadas con cultivos herbáceos	40.185	24
Barbecho y otras tierras no ocupadas	27.467	16
Prados, pastizales, erial a pastos y espartizal	30.358	18
Tierras ocupadas con cultivos leñosos	19.576	12
Superficie no agrícola y terreno improductivo	5.998	4
Ríos y lagos	1.345	1
TOTAL	169.229	101

Tabla I. 1. Distribución de la superficie perteneciente a la Oficina Comarcal Agraria de Baza según el uso de la tierra. Fuente: Elaborado a partir de (Anónimo, 2001a).

USO DE LA TIERRA	Superficie	
	Ha	%
Monte	46.991	26
Tierras ocupadas con cultivos herbáceos	41.173	23
Barbecho y otras tierras no ocupadas	38.159	21
Prados, pastizales, erial a pastos y espartizal	37.322	21
Tierras ocupadas con cultivos leñosos	9.820	5
Superficie no agrícola y terreno improductivo	3.761	2
Ríos y lagos	1.374	1
TOTAL	178.600	99

Tabla I. 2. Distribución de la superficie perteneciente a la Oficina Comarcal Agraria de Huéscar según el uso de la tierra. Fuente: Elaborado a partir de (Anónimo, 2001b).

Otras cifras que pueden emplearse para evaluar la superficie agraria implicada en el abandono en el territorio es la comparación entre la superficie total en explotación y la de la Superficie Agraria Útil (constituida por las tierras labradas y los prados, praderas y pastizales.), que en la comarca de Huéscar la diferencia es de 36,6 puntos porcentuales, lo que indicaría el carácter baldío de buena parte de esas tierras debido a su baja rentabilidad (González Moreno *et al.*, 2007). Por aportar algunas cifras sobre abandono más, cabe apuntar que en Andalucía, según un estudio de la Consejería de Medio Ambiente sobre la “evolución de los usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía de 1956 a la actualidad”, casi el 7% de las superficies agrícolas han pasado a áreas naturales, en este estudio además se indica que un 17% de las zonas húmedas han sido cultivadas (S.I.E.A., 2007).

En relación a la dificultad de estimar la superficie agraria abandonada, hay que destacar que se trata de un proceso muy dinámico que está sufriendo importantes cambios en los últimos años. La fotointerpretación en diferentes periodos del área de estudio y las posteriores comprobaciones en campo, para desarrollar el presente trabajo, a lo largo de varios años, ponen de manifiesto que parcelas que llevaban incluso décadas abandonadas se están volviendo a roturar. A partir del seguimiento de estas parcelas, así como de diversas entrevistas realizadas a agricultores del territorio, se ha podido constatar que la mayoría de estas roturaciones se llevan a cabo para que la tierra no pierda su vocación agrícola, más que con el objetivo de volver a ponerla en

cultivo. Este tipo de roturaciones o incluso quemas, interrumpen la dinámica vegetal en un territorio ya de por sí desfavorable para la evolución de la vegetación, con lo que se favorecen una y otra vez los procesos erosivos y la desertificación (Ruíz-Flaño *et al.*, 1992).

II. JUSTIFICACIÓN, HIPÓTESIS DE PARTIDA, OBJETIVOS Y ETAPAS DEL ESTUDIO

II. 1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO E HIPÓTESIS DE PARTIDA

Los cultivos abandonados y las áreas marginales para la agricultura representan una importante proporción de la superficie agrícola de secano en la Depresión de Baza, sin embargo se conocen pocos detalles sobre sus características. Estas tierras implican determinados riesgos ambientales por lo que se requiere una planificación de su gestión que plantee opciones viables desde un punto de vista ecológico. Ya que en este territorio, de importante carácter agrícola, el desarrollo socio-económico se enfrenta a innumerables dificultades, las opciones planteadas deben considerar también una perspectiva socio-económica.

El conocimiento de las características ambientales de las zonas a gestionar debe estar en la base de una apropiada planificación. La vegetación se presenta como un buen integrador de las condiciones del medio y su estudio permite conocer los factores físicos y las potencialidades de los territorios para diversos usos (Long, 1974-1975). Este trabajo parte de la hipótesis de que las diferencias halladas en la vegetación perenne instalada en los cultivos abandonados de la zona de estudio se relacionan principalmente con cambios en las características edáficas, ya que se trata de un territorio relativamente homogéneo respecto a otras variables que determinan la evolución de la vegetación (régimen de precipitación y temperatura, altitud, vegetación adyacente, topografía, etc.), por lo que se requiere, además, el estudio de las propiedades de sus suelos y el análisis de las relaciones que se establecen entre éstas y la vegetación. Por otro lado, se considera fundamental cuantificar la superficie implicada en el abandono y conocer la distribución espacial de las parcelas agrarias sin actividad, así como de la vegetación en ellas instalada.

II. 2. OBJETIVOS

El principal objetivo que persigue el presente trabajo es evaluar las características, en cuanto a flora, vegetación y suelos de los cultivos abandonados de la Depresión de Baza, y las relaciones que se establecen entre ellas, así como analizar su distribución espacial, con el fin último de proporcionar herramientas válidas para la planificación territorial. Para alcanzar este objetivo general se plantearon otros de carácter más específico:

- Identificar las comunidades perennes que colonizan las antiguas tierras de labor así como sus principales características florísticas.
- Cuantificar la superficie implicada en el abandono agrario y analizar su distribución espacial, en relación a las comunidades vegetales estudiadas.
- Determinar las características edáficas más relevantes de las zonas donde se instala cada una de las comunidades identificadas.
- Analizar las relaciones existentes entre las comunidades vegetales y las propiedades de los suelos donde se instalan.

- Reconocer los factores que justifican las diferencias en la vegetación característica de los cultivos abandonados de la zona.
- Plantear las principales implicaciones para la gestión relacionadas con las características botánicas y edafológicas de los cultivos abandonados del territorio.
- Proponer opciones de gestión para estas tierras viables, al menos, desde un punto de vista ambiental.

II. 3. ETAPAS DEL ESTUDIO

Esta memoria presenta diferentes capítulos estrechamente relacionados entre sí. En el primero se aborda el estudio de los cultivos abandonados desde una perspectiva botánica, realizando un análisis de las comunidades perennes en ellos instaladas (mediante un enfoque fitosociológico), así como de sus principales características florísticas. El segundo capítulo afronta el análisis espacial de las tierras agrícolas abandonadas, considerando las comunidades vegetales reconocidas en la primera sección. Se dedica un tercer capítulo al análisis cuantitativo de las características florísticas y edáficas de los distintos grupos de cultivos abandonados, diferenciados en función de su vegetación, y de las relaciones suelo-vegetación que se establecen. Para finalizar, en la discusión general, se proponen algunas opciones de gestión relacionadas con los resultados obtenidos en las secciones anteriores.

A continuación se expone una breve síntesis del proceso que se ha seguido para elaborar el estudio:

El trabajo se inició con la elaboración de un estudio del medio físico y de la vegetación del territorio. Se incluyeron aspectos como topografía y relieve, clima, geología, edafología, hidrogeología, factores antrópicos, biogeografía, bioclimatología, series de vegetación y vegetación actual. Esta etapa fue fundamentalmente bibliográfica, aunque se apoya en las observaciones directas en campo.

Para abordar de lleno el estudio se procedió a la identificación y delimitación de las parcelas agrícolas abandonadas en fotografía aérea digital, empleando el programa ArcView GIS 3.2. Tras la georreferenciación de las unidades abandonadas se realizó una fase de trabajo de campo, con el fin de identificar las distintas comunidades vegetales que colonizan las tierras agrícolas tras su abandono, y obtener una primera valoración sobre los parámetros que pueden condicionar la aparición de unas formaciones vegetales u otras. La determinación de las comunidades se llevó a cabo empleando la metodología fitosociológica de Braun-Blanquet (1979). Para abordar esta fase se seleccionaron al azar, entre las unidades abandonadas previamente delimitadas, parcelas donde investigar *in situ* la vegetación instalada.

Paralelamente a la determinación de las comunidades, se inició el trabajo de campo necesario para abordar el análisis espacial. Con el objetivo de realizar una cartografía exhaustiva, dentro del área total de estudio se seleccionó una amplia zona donde se concentraban la mayor parte de los cultivos abandonados del territorio. En

este espacio se visitaron todas las unidades abandonadas previamente delimitadas y para cada una se anotó la comunidad o comunidades presentes.

Se obtuvieron distintos tipos de datos durante esta etapa de campo, que se emplearon para el desarrollo de los capítulos I y II:

- Inventarios fitosociológicos, que permitieron identificar las asociaciones presentes en los cultivos abandonados del territorio.
- Datos de flora, además de los registrados en los inventarios, se fue confeccionando un listado, durante toda la fase de campo, donde se incluían especies identificadas en las parcelas abandonadas visitadas. A partir de estos datos se elaboró un catálogo florístico de cultivos abandonados de la Hoya de Baza, cuyo análisis permitió evaluar los espectros biológicos, corológicos y taxonómicos de la flora catalogada, así como la representación por clases fitosociológicas.
- Comunidad o comunidades presentes en cada unidad del área seleccionada para la realización de una cartografía exhaustiva. Estos datos se digitalizaron y su posterior análisis permitió realizar un análisis espacial de las parcelas agrícolas abandonadas, además de su representación en mapas.

En el tercer capítulo se ha plasmado un estudio cuantitativo sobre vegetación y suelos de los distintos tipos de cultivos abandonados reconocidos. Para ello se realizaron diversos muestreos de cada una de las comunidades identificadas, de las que se registraron datos de abundancia y cobertura de cada especie (contabilizando fanerófitos, caméfitos y hemicriptófitos gramínoideos). De cada parcela estudiada se obtuvo una muestra de suelo, que fue analizada en laboratorio para medir diversos parámetros (gravas, pH, conductividad eléctrica, porcentaje de carbonatos, de yesos, concentración de cationes y aniones (sodio, potasio, magnesio, calcio, sulfatos, cloruros, nitratos y nitritos), agua retenida a 1/3 y a 15 Atm). También se realizaron medidas directas de humedad en campo, que se completaron en laboratorio.

A partir de los datos florísticos obtenidos en campo, así como de los valores de las variables edáficas medidas, se realizaron distintos tipos de análisis, que permitieron: comprobar si las comunidades vegetales previamente identificadas constituían grupos consistentes desde este enfoque cuantitativo; describir las principales características florísticas y edáficas de las comunidades vegetales identificadas, y reconocer diferencias significativas entre ellas; analizar las relaciones entre las variables botánicas y edafológicas.

Antes de presentar las principales conclusiones obtenidas, se incluye una discusión general donde se exponen reflexiones que tratan de relacionar los resultados derivados de los diferentes capítulos y se plantean diversas recomendaciones o directrices para la planificación de estas tierras viables desde un punto de vista ecológico y que consideran una perspectiva socio-económica.

III. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

III.1. SITUACIÓN Y LÍMITES

El área de estudio se localiza al noreste de la provincia de Granada, concretamente en la zona semiárida nororiental de la depresión de Guadix-Baza, incluyendo parte de los altiplanos circundantes. El límite se ha definido por la transición del ombrotipo semiárido al seco. Ya que no se trata de un límite físico preciso se ha seleccionado la delimitación de la mesomediterránea guadiciano-bacense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de la coscoja (*Quercus coccifera*): *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae sigmetum*, faciación guadiciano-bacense y almeriense con *Ephedra fragilis* plasmada en Valle (2003), excepto en la parte suroccidental, que está definido por el límite de la comarca administrativa de Baza (figura III.1). La zona de estudio engloba total o parcialmente los términos municipales de Baza, Benamaurel, Caniles, Castril, Cortes de Baza, Cuevas del Campo, Cúllar y Freila (que forman parte de la comarca de Baza), así como los de Castilléjar, Galera, Huéscar y Orce (integrados en la comarca de Huéscar).

El área delimitada es de 103.682 ha, confinadas por un perímetro de 372,8 Km que queda definido, además, por las siguientes coordenadas UTM de sus puntos extremos: al Norte 30SWG420861, al Sur: 30SWG273375, al Este: 30SWG459598 y al Oeste: 30SWG021608.

III.2. TOPOGRAFÍA Y RELIEVE

La mayor parte de la zona de estudio se ubica dentro de la denominada “Hoya de Baza”. Se trata de una depresión excavada por la acción de la red hidrográfica que se sitúa sobre los 700-800 m. s.n.m. y va descendiendo desde el noreste al suroeste, donde se localizan las cotas más bajas del territorio (unos 600 m.) que corresponden al entorno del embalse del Negratín. La depresión se ve interrumpida por el “Cerro Jabalcón”, donde se alcanza la máxima altitud de la zona, 1492 m. La hoyo o depresión se encuentra rodeada de una zona de altiplanos cuya cota oscila entre los 900 y los 1000 m s.n.m. Destacan en el paisaje fuertes abarrancamientos, cárcavas y malpaís o bad-lands, provocados principalmente por la acción erosiva de la lluvia sobre unos materiales geológicos muy deleznable.

El área seleccionada está rodeada por la continuación de los altiplanos que a su vez son circundados por un serie de cadenas montañosas, como las sierras de Castril, Seca, La Sagra, Orce, Madroñal, Hinojora, Baza, etc. Como se indicará más adelante este hecho tiene importantes repercusiones climáticas en el territorio. Por la zona suroccidental la Hoya de Baza continua hacia la de Guadix y se comunica a través de diversos pasillos naturales, con territorios biogeográficos manchegos por el noreste (por los llanos de Topares y paso del Chirivel) y murciano almerienses por el este (a través del valle del Almanzora).

Figura III. 1. Delimitación de la zona de estudio

El paisaje está modelado por distintos ríos y arroyos que desembocan en el Guadiana Menor, y constituyen básicamente su cuenca media. El origen de este afluente del Guadalquivir se encuentra en las aguas procedentes de las sierras que rodean el territorio de estudio, y que acaban formando una serie de cauces que discurren por sierras, altiplanos y depresión. Entre los ríos de caudal más o menos permanente pueden destacarse los de Baza, Cúllar, Guardal, Castril, Orce, Galera, Huéscar y Gallego. Además tienen una importancia significativa en el territorio las ramblas y otros cursos de agua ocasionales, que presentan agua de forma irregular según el régimen de lluvias. Todos estos cauces tienen como principal punto de encuentro el embalse del Negratín y es a partir de éste donde el Guadiana Menor recibe su nombre.

III.3. GEOLOGÍA

Como se ha indicado, la zona seleccionada para realizar el estudio ocupa buena parte de la denominada depresión de Guadix-Baza. Ésta, desde el punto de vista geológico, constituye una depresión de unos 4.500 km² de extensión, situada en el ámbito de la Cordillera Bética, en el contacto entre las zonas interna y externa de la misma (Peña, 1985). Presenta una disposición NE-SW, con dos depocentros marcados (los de las subcuencas de Guadix y de Baza, localizados respectivamente al SW y NE) (García Aguilar y Martín, 2000). Aunque el área de estudio se presenta concretamente en la subcuenca de Baza, en esta descripción se hace referencia también a la subcuenca suroccidental, debido a la estrecha relación que entre ambas existe.

Según Vera (1982) la depresión ha sido un área de fuerte subsidencia individualizada después del plegamiento principal y está constituida por materiales Neógeno-Cuaternarios. Los materiales anteriores fueron plegados por la orogenia principal, tras este plegamiento los relieves originados son moldeados por procesos erosivos, produciéndose la deposición de los materiales Neógeno-Cuaternarios en las zonas más deprimidas del territorio. En plena depresión se alza el Jabalcón (1492 m.), que constituye un cerro de materiales calcáreos (calizas y margas) jurásicos.

III.3.1. Estratigrafía

El conjunto muestra un relleno inicialmente marino, durante el Mioceno, que pasó a ser continental en el Cuaternario. El **Plioceno** en la depresión fue estudiado por Vera (1969, 1970). Vera (1970) denomina a la mayor parte de la zona de estudio Formación de Baza y describe que el Plioceno en esta formación está constituido de modo dominante por calcilutitas, y dentro de ellas las de tamaño de limo, con aspecto terroso y color blanco-amarillento. En estos materiales se encuentran frecuentemente yesos que se acumulan en niveles estratigráficos determinados. Otros componentes litológicos de esta formación son las calizas micríticas compactas y las arcillas que en casos muy localizados pueden llegar a ser dominantes. El ambiente de depósito dominante de este sector oriental fue de albufera, estando formado por materiales de precipitación química en su parte central. Hacia los bordes se pasa a materiales

detríticos fluviales costeros. Es posible que la comunicación con el mar abierto tuviese lugar por el SE, a través del valle del Almanzora (Vera, 1969). La otra formación presente en la zona de estudio es la denominada Formación de Serón-Caniles, en ella el Plioceno es fundamentalmente detrítico y presenta muy localmente niveles de calizas arrecifales intercaladas con calizas y margas en la parte meridional del sector oriental.

El **Cuaternario** en la Depresión de Guadix-Baza fue dividido por García Aguilar y Martín (2000) en cinco unidades tectosedimentarias separadas por paraconformidades y/o discordancias:

- La primera unidad, de edad Turolense superior, está constituida por conglomerados y arenas aluviales procedentes de las Zonas Externas, que cambian lateralmente a margas lacustres. Estos materiales afloran a lo largo del margen septentrional siguiendo una alineación NE-SW.
- La segunda unidad es de edad Alfambriense-Villaniense inferior, de las 5 es la unidad que menor área ocupa. Es exclusivamente lacustre y tiene una parte inferior margosa y otra superior constituida por alternancias de margas y calizas.
- La tercera unidad comprende un periodo que va del Villaniense al Pleistoceno inferior. Aflora en una extensa área en la zona central de la cuenca. En la subcuenca de Baza esta unidad está constituida por lutitas, carbonatos y yesos de origen lacustre. Las calizas y yesos intercalan a su vez entre finos lechos de lutitas/margas.
- La cuarta unidad se presenta casi exclusivamente en la subcuenca estudiada, la de Baza, y corresponde a un delgado depósito lacustre (de unos 8 m), de edad Pleistoceno medio, constituido por alternancias de calizas y margas.
- La quinta unidad es de edad Pleistoceno medio-superior, está constituida predominantemente por sedimentos aluviales detríticos gruesos, que afloran en una extensa área, principalmente de la subcuenca de Guadix.

III.3.2. Neotectónica

Peña (1985) señala que la depresión de Guadix-Baza está surcada por grandes fracturas, que constituyen manifestaciones superficiales de accidentes más profundos, activos desde el Mioceno superior hasta la actualidad. Destaca dos sistemas uno con dirección WSW-ENE que continúa fuera de la cuenca (desde Huelva hasta Murcia) y que está situado al norte del contacto Bético/Subbético y es, en líneas generales, paralelo a él. El otro sistema que subraya es aproximadamente perpendicular al anterior y divide la depresión en las dos subcuencas que funcionan de manera más o menos paralela. Estos sistemas en la actualidad pueden ser responsables de la existencia de aguas termales en Jabalcón y Orce, entre otros, así como de los basculamientos observables en Galera y del trazado de los ríos más importantes. Con toda probabilidad, están relacionados con el levantamiento de la Sierra de Orce, durante el Pleistoceno medio.

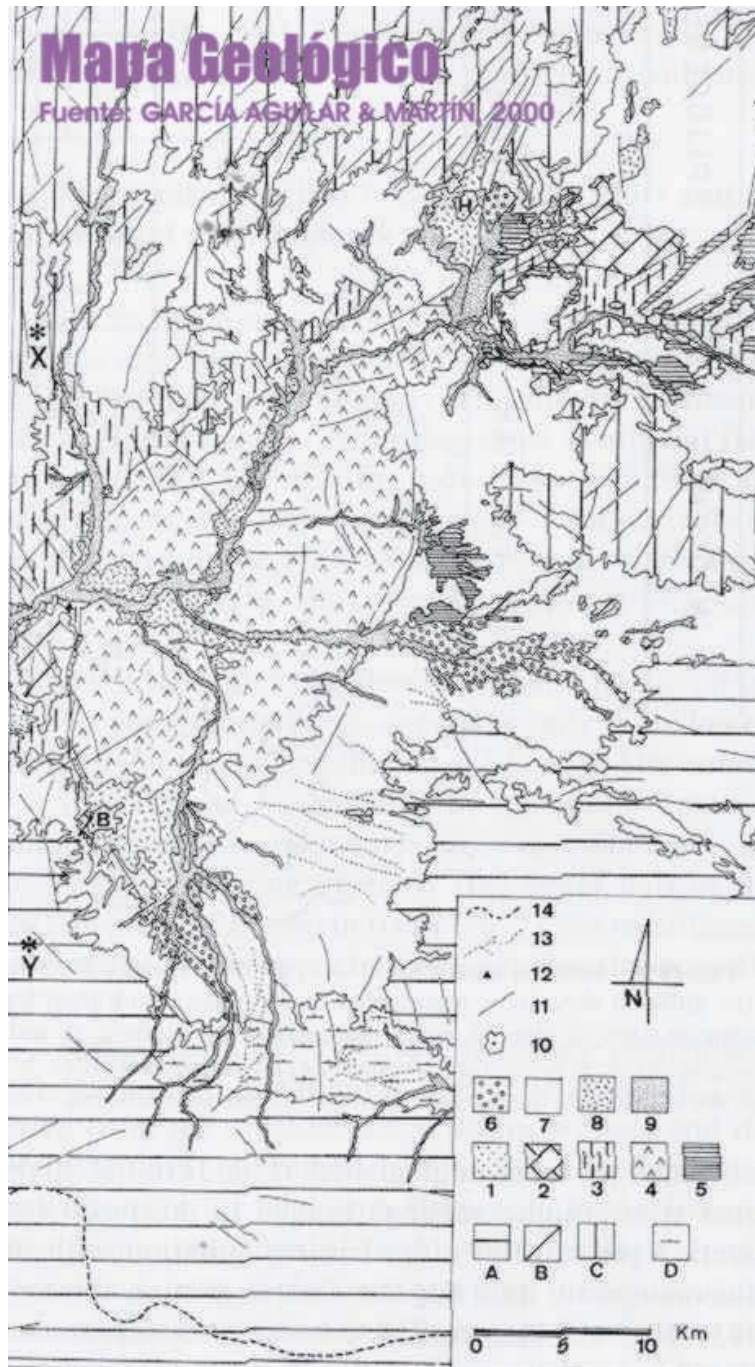


Figura III. 2. Mapa geológico de la depresión de Guadix-Baza. Fuente: García Aguilar (1997). Leyenda: A: Complejo Nevado-Filábride y Alpujárride (Zona Interna). B: “Dorsal Bética” (Zona Interna). C: Zona Externa. D: Sedimentos marinos del Mioceno indiferenciados. Parte B: Subdepresión de Baza. 1: Unidad del Tuoliense superior. 2: Unidad del Alfambriense-Villaniense inferior. 3: Unidad del Villaniense-Pleistoceno inferior (lacustre, depósitos no evaporíticos). 4: Unidad del Villaniense-Pleistoceno inferior (lacustre, depósitos evaporíticos). 5: Unidad del Pleistoceno medio (depósitos lacustres). 6: Unidad del Pleistoceno medio-superior (depósitos aluviales). 7: Superficie de glaciés del Holoceno, recientes. 8: Campos agrícolas, deslizamientos de tierra y terrazas fluviales. 9: Sedimentos aluviales recientes. 10: Núcleos de población (B-Baza, H-Huescar). 11: Fallas. 12: Depósitos de travertinos del Holoceno, recientes. 13: Sistemas de drenajes de ríos recientes detectados mediante imágenes de satélite bajo las superficies de glaciés. 14: Divisoria de aguas. X/Y: puntos de referencia.

III.3.3. Paleogeografía y Geología histórica

El desarrollo de esta sección dedicada a la Paleogeografía y Geología histórica, al igual que la anterior, se ha realizado a partir del trabajo de Peña (1985). En este trabajo se indica que la depresión de Guadix-Baza formó parte, durante el Mioceno medio, de una cuenca tarditectónica más amplia, conectada con las depresiones próximas. En ellas se depositaron potentes series marinas, con algunos episodios continentales. Estos materiales fueron deformados y parcialmente erosionados. La surrección posterior, convirtió la cuenca en intramontañosa, con una morfología y evolución claramente condicionada por una tectónica de fracturas que la dividió en dos sectores que funcionaron con relativa independencia. En el sector oriental (o subcuenca de Baza), el contacto con el mar se mantuvo hasta el Plioceno medio por la región sureste (cuenca del Almanzora). En materiales posteriores a esta edad hay indicios contradictorios que sugieren, al menos, influencia de un mar próximo durante el Plioceno superior o Pleistoceno inferior más bajo.

A partir del Pleistoceno inferior, un extenso lago endorreico ocupa buena parte del sector, rodeado por ambientes aluviales. Dicho lago aumentó de superficie a lo largo del Pleistoceno inferior y medio. La tectónica influye de manera importante durante el Pleistoceno medio, con el levantamiento de la Sierra de la Estancias, primero, y la Sierra de Orce, con posterioridad. A partir del Pleistoceno superior, la cuenca se colmata y se convierte en exorreica por el norte del sector central. Se suceden varias etapas de erosión areolar que originan extensos glaciares, seguidas por la erosión remontante observable en la actualidad.

III.4. EDAFOLOGÍA

Los ambientes áridos y semiáridos se caracterizan por presentar una gran diversidad de suelos como consecuencia de la variabilidad de las condiciones climáticas, geológicas, tectónicas, geomorfológicas, hidrológicas y ecológicas, así como por herencias paleoambientales distintivas de cada territorio, como señala Oyonarte (2004). En la Depresión semiárida de Baza también existe un elevado número de tipos de suelos. Ya que no se ha publicado ninguna cartografía detallada y completa de la zona hay que recurrir a la escala 1:400.000 para desarrollar esta sección del estudio. Se ha empleado el mapa digital de la Junta de Andalucía a esta escala (Anónimo, 2005). Este mapa reproduce fielmente al Mapa de suelos de Andalucía publicado a escala 1:400.000, en 1989, por la Consejería de Agricultura y el CSIC (Anónimo, 1989). Dicho mapa fue digitalizado y reajustado, en cuanto al trazado de algunas de sus unidades, sobre la base de la ortoimagen de satélite Landsat-TM. El mapa de suelos constituye un trabajo de síntesis de otros muchos trabajos de cartografía de suelos realizados por diferentes investigadores de Andalucía. Los suelos aparecen en unidades cartográficas caracterizadas por asociaciones agrupadas a nivel de segundo orden de los criterios de clasificación de la F.A.O.-U.N.E.S.C.O. (1974).

Otros trabajos más detallados (escala 1:100.000) no están completos para el territorio de estudio (Pérez Pujalte, *et al.*, 1990; Sierra *et al.*, 1990; Paneque *et al.*; 1991). También existe un mapa de la provincia de Granada a escala 1:200.000 (Pérez Pujalte, 1980), aunque es más antiguo.

En la figura III.3 se representan las unidades que engloban distintos tipos de suelos definidas por Anónimo (2005), y se describen las principales características de cada tipo a continuación.

Los **leptosoles** dentro de la zona de estudio están representados únicamente (de forma cartografiable) en el Jabalcón y sus inmediaciones, aunque son muy frecuentes en los macizos circundantes. Se trata de suelos sometidos a fuertes procesos erosivos, por lo que están en continuo rejuvenecimiento. Su principal característica es que están limitados en profundidad por la roca de origen, que en ocasiones llega a aflorar. Se desarrollan sobre calizas, también en dolomías, presentándose sobre fuertes pendientes superiores al 25 % y con un alto porcentaje de pedregosidad. Se trata de suelos prácticamente secos todo el año, debido a su escaso espesor y al bajo contenido en arcilla y limo.

Ocupando fondos de valles y depresiones en un relieve prácticamente llano, se encuentran los **fluvisoles**. Además de sobre los propios valles fluviales, este tipo de suelos se localiza en las vegas adyacentes. Se trata de suelos formados a partir de materiales aluviales recientes por sucesivas deposiciones de los diversos materiales arrastrados por las ramblas, y presentan con frecuencia una sucesión de lechos de granulometría muy variada. Son suelos, por lo general potentes, de perfil poco diferenciado, tipo AC, aunque en ocasiones puede presentarse el horizonte B y puede existir hidromorfía en los horizontes más profundos. El contenido en materia orgánica es de medio a bajo, y es muy variable dependiendo del origen de las deposiciones.

En la zona los fluvisoles son mayoritariamente **calcáreos**, esto es, presentan una acumulación secundaria de carbonatos mayor al 2%. Su único horizonte de diagnóstico es un horizonte A ócrico. Tienen textura franco-arenosa o más fina, con estructura granular o migajosa, pH alcalino que puede en profundidad llegar a 8,5, una buena actividad biológica, y una secuencia de horizontes C, generalmente masivos, limosos, que si hay manchas pueden definirse como gley.

Los **regosoles**, frecuentes en la depresión de Baza, son suelos formados sobre rocas, en general, poco cementadas tales como margas, calizas margosas, margas con yeso, conglomerados, derrubios y arenas. Son formaciones muy poco evolucionadas (menos de 25 cm), de perfil tipo A-C, cuya evolución se encuentra limitada tanto por los factores climáticos como por la erosión. El horizonte superficial es de espesor mayor de 10 cm, pobre en materia orgánica y de textura gruesa. En la zona se han cartografiado tanto regosoles calcáricos como eútricos.

Los regosoles **calcáricos** pueden presentarse sobre materiales muy variados (coluvios calizos, depósitos de glaciares o calizas). Son suelos escasamente

desarrollados, con un contenido en carbonato cálcico generalmente superior al 50%, pobres en materia orgánica, baja conductividad eléctrica, pH alcalino, complejo de cambio saturado, especialmente en calcio, y bien dotado en contenidos minerales. No presenta signos de lavado, ni por tanto horizonte de acumulación de carbonatos que constituyan horizontes cálcicos o petrocálcicos.

Entre los regosoles **eútricos** se incluyen aquellos suelos escasamente desarrollados, formados a consecuencia de una erosión intensa con arrastre prácticamente total de suelos anteriores, desarrollados sobre conglomerados o sedimentos pedregosos. Como consecuencia presentan un importante grado de pedregosidad, con elevado contenido en cantos de tamaño superior a 5 cm. Estos suelos están caracterizados por la escasa diferenciación de su perfil, un contenido en carbonatos y en materia orgánica muy bajo y el predominio, en la mayor parte de los casos, de los procesos de erosión intensa, con el consiguiente rejuvenecimiento constante del suelo. En otros casos, la escasa diferenciación del perfil se debe a que dichos suelos proceden de sedimentos relativamente recientes, gravillosos o arenosos, sobre los que periódicamente se aportan nuevos materiales. No hay que olvidar las limitaciones para el desarrollo del suelo debidas a la topografía y a la aridez del clima. Estos suelos se adentran en nuestra zona por el oeste, por barrancos que forman parte de la red hidrográfica del Guadiana Menor.

Los **solonchak** se caracterizan por poseer un elevado contenido en sales más solubles que el yeso impregnando la matriz edáfica. Se desarrollan sobre materiales que contienen sales, en la zona sobre margas yesíferas. La formación de estos suelos está relacionada con el proceso de salinización y se favorece por una topografía de pequeñas llanadas, que se constituyen como depresiones hacia las que fluyen las aguas de escorrentía de los suelos cercanos ricos en sales solubles. De esta forma las sales se van acumulando en el perfil, particularmente en el horizonte superficial, condicionando un elevado pH y una alta conductividad eléctrica. El contenido en sales excede el 1%, llegando en ocasiones a alcanzar el 30%. En la época más xérica suelen formarse en superficie efluorescencias blanquecinas salinas.

El perfil de este tipo de suelos está poco diferenciado, constando de un horizonte A ótrico, de color gris claro, que descansa sobre margas yesíferas. La estructura de este horizonte es granular o en bloques subangulares, duro en seco, calcáreo, con bajo contenido en materia orgánica y bien humificada. Las margas yesíferas a veces pueden presentar diferenciación, dando lugar a un horizonte B cámbico, en este caso el horizonte estará más estructurado que el A, con menor cantidad de materia orgánica y más cristales de yeso. El horizonte C presenta gran cantidad de cristales, pudiendo llegar a ser un horizonte gípsico o petrogípsico. La elevada concentración salina impide la utilización del suelo para el cultivo y condiciona una vegetación típicamente halófila. Cuando se dispone de agua de riego y queda asegurado el drenaje, estos suelos pueden ser cultivados, no obstante siempre conservan un cierto grado de salinidad que dificulta el cultivo. Los solonchak del territorio pueden presentar propiedades gleicas (se caracterizan por estar saturados en agua durante todo o parte del año, muestran coloraciones grises, verdes, azuladas

típicas de los procesos de reducción de hierro) o un horizonte takírico (con propiedades arídicas, estructura laminar o masiva, costras superficiales, etc.). Aunque en el mapa de referencia (Anónimo, 2005) únicamente se reconoce una zona con este tipo de suelos (entre Baza y Benamaurel, en la zona de Molino Baico), también se han identificado (mediante nuestra observación en campo) en determinadas zonas del Arroyo del Salar del Margen y Cañada de Castilléjar, Rambla de Mazarra y Rambla de Maciamolá.

Hacia el exterior de la depresión y en la zona de altiplanos se hallan representados principalmente los **cambisoles**. Se trata de suelos evolucionados con un perfil de tipo A-B-C. El horizonte B es un cámbico, que se caracteriza por ser un horizonte de alteración, con mayor porcentaje de arcilla y un color más rojo y más intenso que el horizonte subyacente, presenta lavado de carbonatos, tiene como mínimo 15 cm de espesor y su base está al menos a 25 cm de profundidad, por último carece de características de árgico (horizonte de acumulación de arcilla iluvial). Se asocian frecuentemente a regosoles. Dentro de los cambisoles son los cálcicos los que predominan.

Los cambisoles **cálcicos** presentan una profundidad media de 40 a 100 cm. Se caracterizan además de por tener un horizonte B cámbico, por la presencia de un horizonte cálcico. Se desarrollan principalmente sobre materiales cuaternarios (costras y conglomerados), así como en las fases de mínima pendiente de los glaciares de erosión, cuando la pendiente permite la formación del B cámbico. El horizonte A es un ócrico, que puede tener un color pardo más o menos oscuro, como consecuencia de una cierta liberación de hierro; el contenido en materia orgánica es bajo, oscila entre el 2 y el 3 %; la textura es variable, aunque predominan las texturas de limo arenoso a limo arcilloso; y suelen estar bien estructurados, estando comprendida la estructura entre migajosa y granular fina. Característica común de todos ellos es la presencia de carbonato cálcico, que puede alcanzar valores considerables. El horizonte B cámbico, por efecto del intenso laboreo a que ha sido sometido, se encuentra en numerosas ocasiones mezclado con el A. A veces puede aparecer por debajo del B un horizonte de acumulación de carbonato cálcico, llegando en ocasiones a constituir un horizonte petrocálcico o costra caliza. En general son suelos cuyo contenido en materia orgánica es de medio a bajo, (suele estar bien humificada), de pH básico, baja conductividad y complejo de cambio saturado. En ocasiones presentan ligeras cantidades de sales heredadas de la roca madre. En general son bastante pedregosos, particularmente aquellos que están sobre costras calcáreas y que por efecto del laboreo han sido incorporadas a la superficie. Entre Galera y Orce se ha cartografiado una unidad que además incluye cambisoles vérticos. Las propiedades vérticas se relacionan con materiales arcillosos, con grietas, slickensides, agregados en forma de cuña, que no cumplen con todas las condiciones de los vertisoles.

Los **luvisoles** son suelos que se caracterizan por presentar un horizonte de diagnóstico árgico de textura arcillosa, con un grado de saturación de 50% o más. El perfil tipo corresponde a un A-E-Bt. La génesis es debida a un proceso de ilimerización o iluviación. Son suelos por lo general estables, típicos de climas mediterráneos

contrastados y suelen tener buenas propiedades físicas, aunque cuando el horizonte Bt es muy arcilloso se suele llegar a situaciones de hidromorfía temporal. No se desarrollan sobre zonas afectadas por el régimen de humedad árido. Se presentan de forma muy puntual en el territorio y se trata fundamentalmente de luvisoles cálcicos (con un horizonte cálcico, con contenido mínimo del 15 % en equivalente a carbonato cálcico o concentraciones de carbonatos secundarios, y un espesor mínimo de 15 cm.) y crómicos (la mayor parte del horizonte B tiene un matiz de 7,5 YR y una pureza en húmedo mayor de 4, o un matiz más rojo que 7,5 YR).

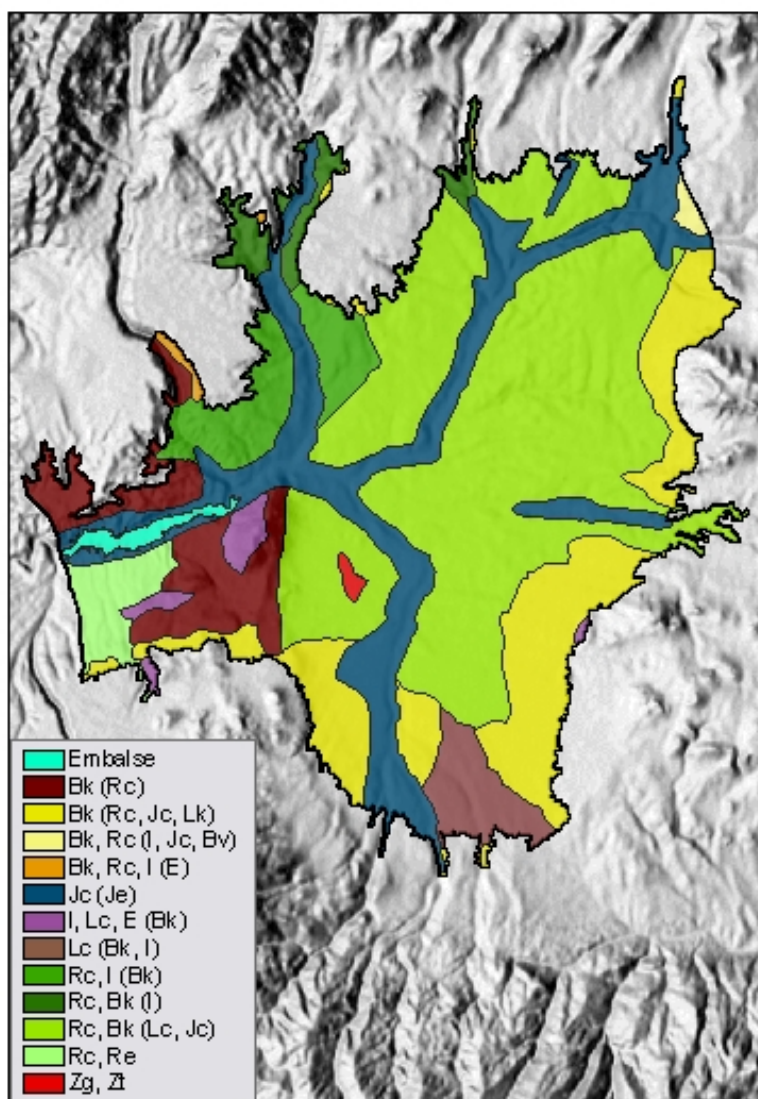


Figura III. 3. Suelos representados en la zona de estudio. Fuente: Elaborado a partir del Mapa de Suelos de Andalucía 1:400.000 (Anónimo, 2005)

Leyenda: Bk: cambisol cálcico, Bv: cambisol vértico, E: rendzina, I: litosol, Jc: fluvisol calcárico, Je: fluvisol calcárico, Lc: luvisol crómico, Lk: luvisol cálcico, Rc: regosol calcárico, Re: regosol eútrico, Zg: solonchak gléyco, Zt: solonchak takyrico

III.5. HIDROGEOLOGÍA

III.5.1. Hidrología

La red hidrográfica de este territorio, de organización centrípeta, forma parte de la cuenca media del Guadiana Menor. Por ella discurren una serie de cursos de agua que mantienen un caudal permanente de cierta importancia, aunque pueden presentar acusados y prolongados estiajes. Las principales corrientes de este tipo son los ríos Huéscar o Barbatas, que se une al de Orce y pasa a denominarse río de Galera en su recorrido por esta localidad. Estos cauces constituyen un importante afluente del Guardal, que es uno de los principales ramales del Guadiana Menor. Hacia el sur del territorio el Guardal recibe las aguas, antes de llegar al embalse del Negratín, del río de Cúllar, que avanza atravesando buena parte del área de estudio de Este a Oeste hacia el embalse. Unos kilómetros aguas abajo de esta confluencia desemboca el río Baza, también denominado Gallego. Por la margen derecha el embalse del Negratín recibe las aguas de un río que circula de norte a sur del territorio, el Castril. También una pequeña porción del Guadalentín discurre por la zona de estudio, y desemboca en este embalse por su margen derecha. A partir del Negratín, ya en las proximidades del límite occidental del territorio analizado, el Guadiana Menor recibe su nombre.

De gran interés en la Hoya de Baza son las zonas húmedas denominadas saladares, se trata de depresiones salinas con hidromorfía temporal que presentan una vegetación muy particular (criptohumedales). Entre las zonas de estas características destacan las del Arroyo del Salar del Margen, Barranco de Mazarra, Cañada de Macialagea o Maciamolá, y las situadas en las proximidades al Río de Baza en la zona del Molino Baico. Los sistemas lacustres no son importantes en la zona. Destacan las frecuentes y pequeñas balsas y humedales que se suceden interconectados a lo largo del río Cúllar (Salazar, 1996).

La historia hidrogeológica de este afluente del Guadalquivir ha sido especialmente interesante. En un principio la cuenca del Guadiana Menor y la del río Almanzora formaban una única de mayores dimensiones, hasta que actividades de tipo orogénico separaron ambas cuencas, formándose una depresión endorreica en el actual Guadiana Menor, dejando así de estar comunicado con el mar Mediterráneo. A finales del Pleistoceno el Guadalquivir consiguió de nuevo abrir la cuenca, adquiriendo el carácter de semiendorreica hasta que sus materiales, de escasa coherencia y fácil erodibilidad, permitieron la excavación de la actual red fluvial (Romero Díaz, 1989).

El Guadiana Menor no se considera un simple afluente más del Guadalquivir, Romero Díaz (1982, 1989) y González Barderán (1977) ponen de manifiesto atendiendo a criterios científicos que el origen del Guadalquivir no se encuentra en la provincia de Jaén, sino en tierras granadinas, concretamente en la Cuenca del Guadiana Menor. Anotan que son varios los requisitos para considerar un río como cabecera de todos los de su cuenca, que precisamente cumple el Guadiana Menor respecto del considerado tradicionalmente como cabecera del Guadalquivir, esto es, el Alto Guadalquivir, (presenta un caudal permanente y menor pendiente, se encuentra

más alejado de la desembocadura, drena mayor superficie, aporta mayor caudal). De los ríos y arroyos que desembocan en el Guadiana Menor parece ser que el que por su perfil, caudal y distancia a la desembocadura cumple las características para ser el origen principal de la cuenca es el Barbata. El río Barbata, también denominado Bravatas o Huéscar, cambia el nombre al pasar por Galera y toma el de la localidad, para pasar a dar lugar al Río Guardal.

III.5.2. Hidrogeología Subterránea

El sistema de acuíferos de la zona posibilita el almacenamiento natural de importantes cantidades de agua. Este aspecto es muy importante en el territorio debido a la escasez y al carácter torrencial de las precipitaciones y a las altas temperaturas alcanzadas durante el verano, ya que los acuíferos permiten una mejor regulación de la distribución del recurso y son menos sensibles a la xericidad estival, que la red hidrográfica superficial. Los datos que se exponen en esta sección se han obtenido de Beas (1990).

El acuífero más importante del territorio es el detrítico ubicado al sur, el llamado acuífero de Baza-Caniles. Otros pequeños núcleos detríticos se ubican en Cúllar, al oeste del municipio de Cortes de Baza y, por último, otro entre Castril y Castilléjar. El único acuífero carbonatado presente en el territorio es el del Jabalcón. Los acuíferos kársticos se caracterizan por presentar una permeabilidad producida por fisuración y/o karstificación en materiales carbonatados; a diferencia de los acuíferos detríticos, donde la permeabilidad es debida a la porosidad intergranular de las formaciones, en general postorogénicas. Los acuíferos de naturaleza kárstica presentan mayor dificultad de explotación que los de naturaleza detrítica, predominantes en la zona. Respecto a la calidad de las aguas subterráneas cabe destacar que las facies hidroquímicas presentan una amplia variabilidad en los acuíferos detríticos. Esta variabilidad en la composición hidroquímica se manifiesta, no sólo en el espacio, sino también en el tiempo, debido principalmente al mayor dinamismo de este tipo de acuíferos respecto a los carbonatados.

La salinidad se considera alta en los acuíferos (superior a 1000 mg/l) del territorio, en el acuífero de Baza-Caniles se pueden llegar a alcanzar los 5000 mg/l. Los elevados valores alcanzados en salinidad se encuentran directamente relacionados con facies sulfatadas cálcicas o cálcicomagnésicas. La dureza, muy en correlación con la mineralización, es en general alta (35-65°F), incluso llegan a ser muy alta, más de 65 °F, en el acuífero de Baza-Caniles, en correlación con su elevada salinidad. La dureza se acentúa hacia el centro de las depresiones y en los bordes de la descarga. Otras causas que justifican los elevados valores de salinidad y dureza de algunos acuíferos es la existencia de un flujo profundo y de un aporte en sales importante, especialmente de sulfatos, de los materiales superiores. Si estas condiciones se dan en acuíferos con baja tasa de recarga y, por tanto, de renovación, la acumulación salina se ve favorecida, así ocurre en nuestra zona debido a la escasez de precipitaciones.

III.6. CLIMATOLOGÍA

Si bien a escala mundial o incluso a escala del continente europeo toda Andalucía podría englobarse dentro de un mismo tipo climático: el mediterráneo, un análisis más detallado permite diferenciar un total de seis tipos climáticos para la comunidad andaluza (<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/>).

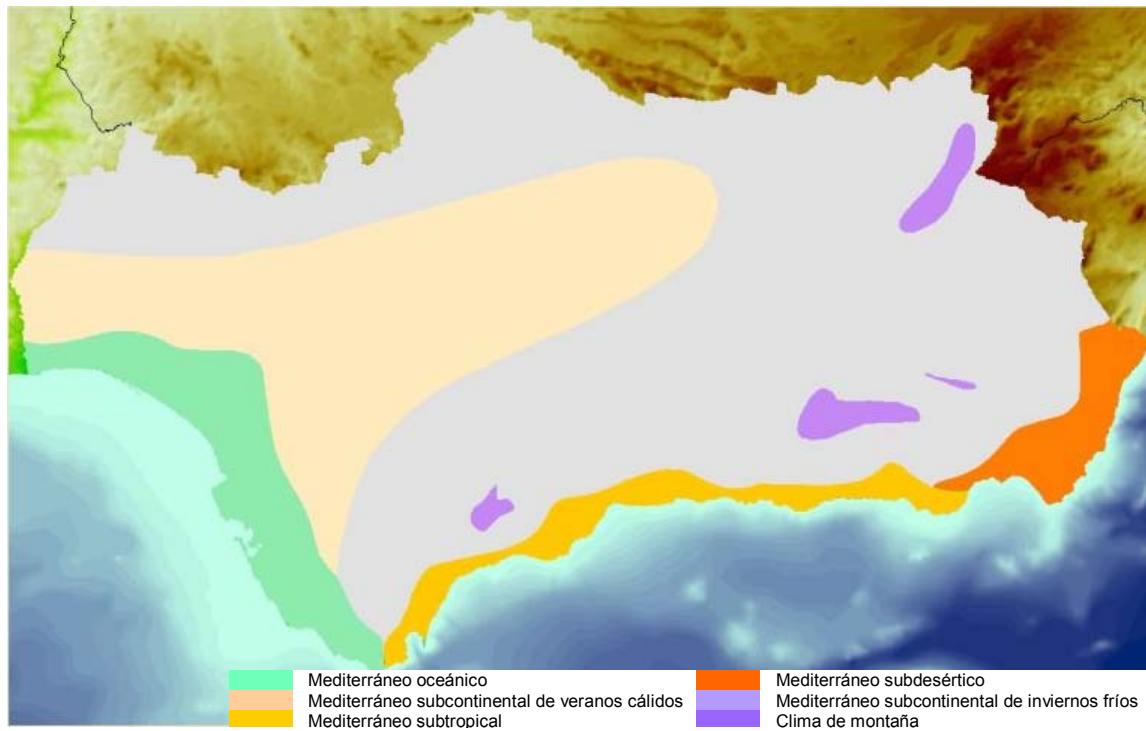


Figura III. 4. Tipos climáticos de Andalucía.

Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/>

Según esta clasificación la zona de estudio se caracteriza por un clima mediterráneo continental de inviernos fríos. Este tipo corresponde genéricamente al área del surco intrabético, donde la continentalidad, el aislamiento impuesto por los relieves circundantes y la altitud, determinan la aparición de un clima muy extremado, con veranos calurosos (en torno a 24°-25° de temperatura media) y, sobre todo, inviernos muy fríos y en los que las heladas son un acontecimiento frecuente. A ello hay que añadir unas precipitaciones exiguas, del orden de los 400 mm o incluso inferiores, y con una distribución a lo largo del año más irregular que la que caracteriza al resto de la región. En el territorio caracterizado por este tipo de clima las precipitaciones primaverales ocupan un papel muy destacado y la sequía estival no es absoluta, registrándose algunas lluvias incluso en los meses de julio y agosto. Naturalmente, las precipitaciones en forma de nieve no son desconocidas durante el invierno.

En concreto, en la Depresión de Baza y buena parte de la zona de altiplanos constituyen una región semiárida, con una precipitación anual entorno a los 300 mm.

(media para un determinado periodo de tiempo, según la estación) (tabla III.1). Este territorio se encuentra prácticamente rodeado de sierras, quedando influenciado por la “sombra de lluvias” que dichas elevaciones topográficas generan. Examinando series de datos puede comprobarse que determinados años las precipitaciones son incluso inferiores a los 250 mm. Las sierras circundantes, sin embargo, reciben mayores aportes pluviométricos, en la sierra de Castril, por ejemplo, la precipitación anual media se encuentra entre los 554 y los 778 mm/año, como indican los datos disponibles de las estaciones meteorológicas allí ubicadas (Castril “Las Hazadillas” y Castril “Nacimiento”). La estación con diferencia más seca es verano, alcanzándose los mínimos en los meses de julio y agosto. La irregularidad de las precipitaciones se manifiesta en los datos de precipitación máxima en 24 horas, en los que se puede comprobar que en un solo día puede caer más del 40% de la precipitación anual.

Del análisis de los datos de temperaturas (tabla III.2) se deduce que el mes más cálido es julio (con una temperatura media que supera los 24 °C) y el mes más frío suele ser enero, (la temperatura media oscila en torno a 5,5 °C). Pero el análisis de las medias no resulta suficientemente representativo de la importante continentalidad de la zona, ya que las oscilaciones de temperatura tanto diarias como anuales son muy marcadas. Revisando series de temperaturas se detecta que las temperaturas máximas superan con frecuencia los 40°C en los meses de julio y agosto, mientras que las mínimas bajan de -10°C en algunas noches invernales. Por otro lado, las temperaturas medias de las máximas pueden superar los 35 °C y las medias de las mínimas llegan en ocasiones a los 0°C. Otra prueba de este patente contraste se obtiene al comparar temperaturas máximas y mínimas alcanzadas durante un mismo mes. Por citar algún ejemplo, en marzo de 1988 se registraron en un extremo -6°C y en el otro 26°C, casos similares se repiten con frecuencia, incluso a escala diaria.

Las bajas temperaturas y el déficit hídrico actúan como factores limitantes para el desarrollo de la actividad vegetal, de ahí la importancia de estudiar la duración del periodo frío. La temperatura mínima bajo la cual las plantas paralizan su actividad, no apreciándose incremento alguno de biomasa en la comunidad, es aproximadamente 7.5 °C (Rivas Martínez, 1987). En este sentido, el periodo frío suele durar desde noviembre hasta abril o mayo. Además, la primera helada suele registrarse a principios de noviembre y la última en abril o incluso mayo. En verano, cuando las temperaturas son favorables para el desarrollo de la actividad vegetal, la escasez de precipitaciones actúa como principal factor limitante.

Enero	E	F	M	Ab	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D	
05044 Caniles“ Cortijo Frailes”	34,8	35,1	29,7	32,6	33,7	15,9	5,5	7,6	24,1	37,2	30,6	31,9	318,7
05047-B Baza Inst Tecnico	35,1	33,4	35,6	38,7	38,4	24,3	6,8	17,6	21,9	44,4	28,7	41,4	366,4
05048 Baza “La Verónica”	34,2	33,7	38,5	45,9	29,3	17,9	6,9	10,0	25,2	43,6	31,1	42,8	359,1
05054 Huescar “Cortijo Valentin”	21,2	42,3	29,4	44,3	24,3	19,3	1,4	8,1	15,6	34,2	24,2	57,4	321,6
05092-E Zujar “Casilla del Rio”	31,5	34,3	29,0	31,7	30,6	12,3	4,5	5,6	19,4	35,6	35,3	37,4	307,2
05098 Freila “Negratin”	26,2	23,6	29,0	34,3	31,0	15,8	5,5	7,9	18,3	33,6	29,9	32,9	287,9
05071-E Huéscar “ICONA”	31,9	34,6	26,1	29,2	35,3	25,3	8,8	11,1	23,9	40,8	38,2	31,7	336,7
05072 Castillejar “Era de Alcludia”	24,6	35,0	28,8	29,9	32,2	15,2	8,6	10,0	16,4	35,3	28,1	33,0	297,1
05073 Castillejar	27,8	27,2	28,6	29,1	29,5	17,9	3,2	6,5	20,9	33,4	29,9	32,3	286,3
05074 Castillejar “Los Carriones”	31,6	36,9	29,8	24,1	35,0	18,7	5,4	7,8	23,1	34,4	33,6	28,6	309,1
05075 Benamaurel	31,9	33,4	35,5	31,7	32,8	20,7	8,4	7,3	22,9	38,1	32,3	38,3	333,4
05076 Benamaurel “Los Atochares”	31,5	33,5	34,1	35,2	32,6	17,6	4,7	7,3	24,1	35,3	28,7	36,5	321,0
05064-E Orce “Cañada de Caravaca”	26,6	27,9	24,6	24,4	36,9	13,8	9,4	7,0	21,2	33,3	30,1	27,9	283,2
05065 Orce	33,0	30,8	30,5	34,2	32,9	21,4	5,1	8,4	22,3	38,2	32,5	35,7	324,9
05066 Galera	25,5	28,9	30,6	37,5	27,6	20,1	6,5	7,6	19,0	32,9	26,3	36,5	298,9
05071 Huéscar “C.P.C. Huéscar”	26,6	34,0	28,5	32,3	30,3	21,8	8,3	8,6	21,2	37,5	31,0	36,7	316,8
05078 Cúllar “Pulpite”	29,2	31,9	35,3	33,5	35,4	10,3	3,1	3,3	15,9	42,9	27,4	37,5	305,8
05079 Cúllar	34,1	29,5	38,0	42,8	31,5	17,6	7,3	6,7	17,7	42,5	28,8	34,1	330,6
05083 Cortes de Baza	34,7	38,0	35,1	31,2	35,5	15,9	3,4	9,5	21,3	35,7	36,1	41,9	338,4
05084 Zújar “Las Juntas”	34,0	32,5	31,9	31,7	29,2	16,3	5,5	6,2	15,3	35,3	36,2	38,1	312,1

Tabla III. 1. Datos de precipitación media anual y mensual registrados en diversas estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio o próximas a ella. Fuente: Elaborada a partir de datos suministrados por el INM.

	E	F	M	A	My	Jn	Jl	Ag	S	O	N	D
Caniles	4,7	6	7,6	8,8	12,3	17	21,1	20,7	17,3	12,3	8	5,8
Baza El Cerrico	5,7	7,5	9,3	10,8	14,2	19,6	23,2	23,1	18,9	13,8	9,4	6,4
Freila	6,5	8,5	11,8	14,1	18,8	23,5	26,6	26,6	21,3	15,9	10,5	7,3
Huecar Icona	5,2	7	9,8	12,6	17,2	22,7	26,6	25,9	20,6	14,3	9	5,9
Castillejar	5,7	7,1	9,7	12,2	16,2	21,7	25,6	25,2	21,1	14,7	9	6,2
Baza IT	5,3	6,2	8,1	10,4	14,8	20,1	24,1	23,9	19,7	13,4	8,7	5,9

Tabla III. 2. Datos de temperaturas media mensual registrados en diversas estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio o próximas a ella. Fuente: Elaborada a partir de datos suministrados por el INM.

Estación	Latitud	Longitud	Altitud
05044 Caniles "Cortijo Frailes"	372610	24320	911
05047A-Baza "El Cerrico"	372925	24625	848
05047-B Baza Inst Tecnico	372925	24610	848
05048 Baza "La Verónica"	373025	24735	920
05054 Huescar "Cortijo Valentin"	374810	23625	950
05092-E Zujar "Casilla del Rio"	373420	25050	700
05098 Freila "Negratin"	373355	25815	650
05071-E Huéscar "ICONA"	374810	23245	940
05072 Castillejar "Era de Alcudia"	374250	23825	760
05073 Castillejar	374300	23825	776
05074 Castillejar "Los Carriones"	374120	24005	760
05075 Benamaurel	373630	24145	727
05076 Benamaurel "Los Atochares"	373630	24155	727
05064-E Orce "Cañada de Caravaca"	374645	22350	980
05065 Orce	374320	22845	925
05066 Galera	374235	23325	970
05071 Huéscar C.P.C. Huéscar	374810	23245	940
05078 Cúllar-Baza, Pulpite	373435	23145	940
05079 Cúllar-Baza	373500	23430	891
05083 Cortes de Baza	373915	24615	701
05084 Zújar Las Juntas	373545	24945	620

Tabla III. 3. Datos de diversas estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio o próximas a ella. El periodo de toma de datos varía según la estación. Fuente: Elaborada a partir de datos suministrados por el INM.

III.7. BIOCLIMATOLOGÍA

El macrobioclima en el que se enmarca el territorio estudiado es el Mediterráneo, que se presenta en la zona subtropical y templada, entre los 23° y los 51° de latitud Norte y Sur, y se caracteriza por una sequía ($P < 2T$) al menos bimestral tras el solsticio de verano: $I_{os} \leq 2$, $I_{osc} \leq 2$ (Rivas-Martínez, 1996). Siendo I_{os} el Índice ombrotérmico estival (que es el cociente entre la precipitación positiva estival en mm (Pps) y la temperatura positiva en décimas de grado del mismo periodo (Tps)) e I_{osc} el Índice ombrotérmico estival compensado.

Dentro del macrobioclima Mediterráneo se diferencian 7 bioclimas, la zona de estudio se encuadra dentro del bioclima de tipo xérico-oceánico (Rivas-Martínez *et al.*, 2004; Valle *et al.*, 2004) (ver figura III.5). Como se indica en estas obras, los bioclimas vienen definidos por termotipos y ombrotipos que caracterizan los pisos bioclimáticos. El termotipo que corresponde al territorio es el mesomediterráneo y el ombrotipo el semiárido. Además, estos datos son avalados por la existencia de especies que pueden servir como indicadores tanto de termotipo mesomediterráneo (*Stipa tenacissima*, *Retama sphaerocarpa*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Pinus halepensis*, etc.), como de ombrotipo semiárido (*Sarcocornia fruticosa*, *Hammada articulata*, *Suaeda vera*, *Limonium majus*, *Limonium minus*, *Atriplex halimus*, etc.).



Bioclimates Variants		TEMPERATE	
MEDITERRANEAN		Tho	Temperate hyperoceanic
Mpo	Mediterranean pluviseasonal oceanic	Thosm	T. hyperoceanic submediterranean
Mpost	M. pluviseasonal oceanic steppic	Toc	Temperate oceanic
Mpc	Mediterranean pluviseasonal continental	Tocsm	T. oceanic submediterranean
Mpcst	M. pluviseasonal continental steppic	Tocst	T. oceanic steppic
Mxo	Mediterranean xeric oceanic	Tco	Temperate continental
Mxost	M. xeric oceanic steppic	Tcosm	T. continental submediterranean
Mxc	Mediterranean xeric continental	Tcost	T. continental steppic
Mxcst	M. xeric continental steppic	Txe	Temperate xeric
Mdo	Mediterranean desertic oceanic	Txest	T. xeric steppic

Figura III. 5. Bioclimas de la Península Ibérica y de otras zonas de Europa próximas.

Fuente: Rivas-Martínez *et al.* (2004)

Diagramas climáticos

Para el estudio de la relación suelo-vegetación-clima resulta útil el uso de diagramas climáticos. Éstos facilitan el seguimiento anual de las fluctuantes condiciones meteorológicas, pudiéndose contrastar con el variable comportamiento de la vegetación en distintos momentos del año.

Diagrama Ombrotérmico de Gausson-Bagnols

Este sistema de representación parte de la base de que el periodo en el que la precipitación (en mm) es inferior a dos veces la temperatura (en °C) se puede calificar de seco y esto refleja el periodo xérico estival propio del clima Mediterráneo. Sin embargo, por la arbitrariedad de la relación de escala entre la precipitación y la temperatura así como por su excesiva simplicidad (al usar únicamente datos de temperaturas y lluvias medias mensuales) ha sido sometido a numerosas críticas, además no explica la variación botánica natural de una localidad concreta. Otro motivo que induce a utilizar diagramas adicionales para comprender la relación entre el clima

y la variabilidad de la vegetación es que el diagrama ombrotérmico no refleja la disponibilidad de agua para las plantas, parámetro fundamental para el desarrollo de la actividad vegetal.

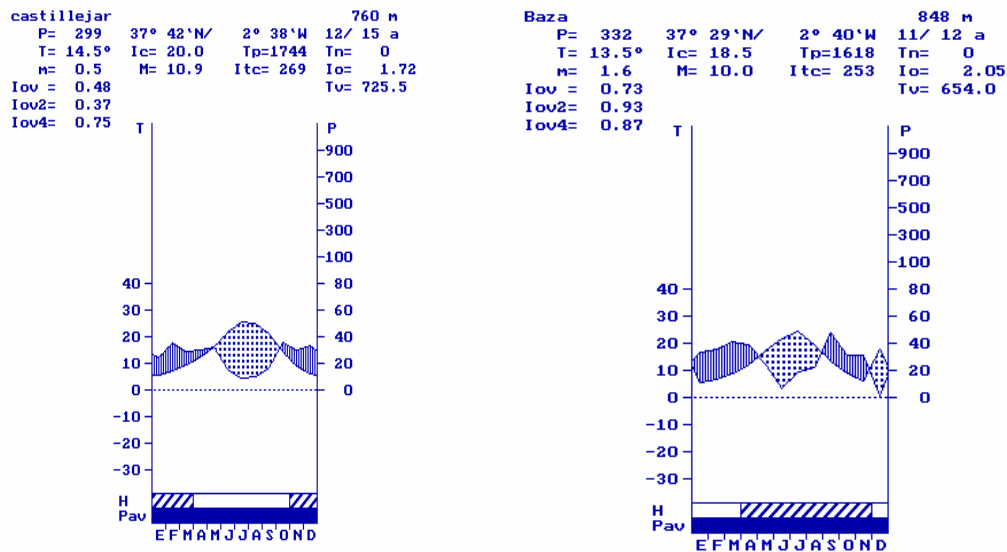


Figura III. 6. Diagramas Ombrotérmicos elaborados a partir de datos de dos estaciones meteorológicas de la zona.

Diagrama Bioclimáticos

Los diagramas bioclimáticos tuvieron su origen en la necesidad de contar con un instrumento suficientemente sensible para acometer las repoblaciones forestales en áreas mediterráneas, de clima definido por la escasez y la mala distribución de las precipitaciones. Esta técnica de análisis climático incorpora conceptos biológicos, y pone especial énfasis en el balance de agua, por medio de la consideración de la capacidad retentiva del suelo y la escorrentía (Montero Burgos y González Rebollar, 1983). Se parte del hecho comprobado de que prácticamente ningún vegetal presenta un incremento de biomasa apreciable por debajo de los 7,5 °C. En función de este parámetro se distinguen dos periodos, el período de inactividad vegetal, por debajo de los 7,5°C y el período de actividad vegetal, para temperaturas superiores a la nombrada.

Resulta novedoso en estos diagramas el representar la ETP frente a la disponibilidad de agua, D, (suma de las precipitaciones y la reserva de agua que el suelo posee del mes anterior). Pero la innovación más importante consiste en el empleo del concepto de Evapotranspiración residual (e), que se basa en la defensa activa que desarrolla el vegetal frente a las condiciones adversas de déficit hídrico. Así, cuando la disponibilidad de agua decrece notablemente, los vegetales son capaces de disminuir la transpiración, principalmente mediante el cierre de sus estomas. En esta situación la pérdida de agua se relaciona con "e" y no con la ETP, obteniéndose resultados más reales. Para el cálculo de la evapotranspiración residual se supone que la relación entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración residual es constante en todo momento:

$$ETP/e = C$$

Con estos diagramas se establecen los períodos efectivos de productividad vegetal, cuya cuantificación se realiza en base a las denominadas “Intensidades Bioclimáticas”, diferenciándose las siguientes:

IBP. Intensidad Bioclimática Potencial. Cuantifica la producción potencial de un clima sin limitaciones hídricas.

IBR. Intensidad Bioclimática Real. Cuantifica la productividad climática con una determinada capacidad de retención (CR) y escorrentía superficial (W).

IBS. Intensidad Bioclimática del período seco. Expresa la paralización vegetativa por sequía.

IBC. Intensidad Bioclimática Condicionada. Indica la recuperación hídrica que requiere el periodo de sequía, por tanto se origina un periodo en el que la actividad vegetativa está condicionada por el anterior periodo seco.

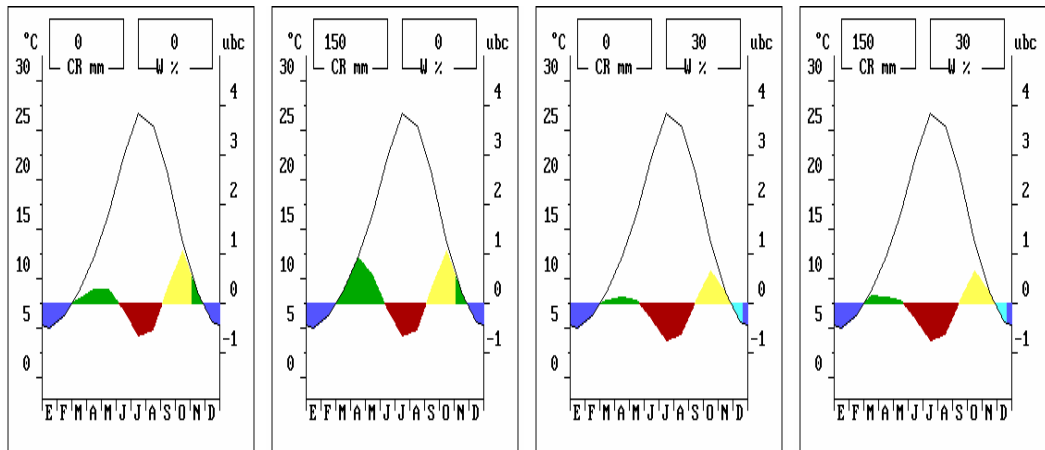
IBL. Intensidad Bioclimática Libre. Refleja la actividad vegetativa libre de condicionamientos de sequía.

IBF. Intensidad Bioclimática del periodo frío. Expresa la paralización vegetativa por el frío.

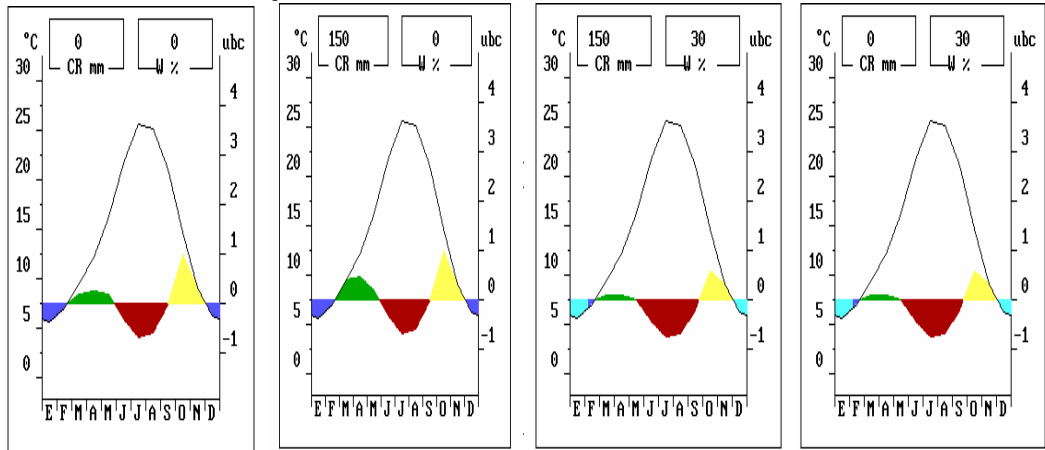
Para la realización de los diagramas de cada una de las estaciones meteorológicas seleccionadas, se tomaron diferentes valores de capacidad de retención en mm (0 y 150) y de escorrentía superficial (W) en % (0 y 30), combinados entre sí, a fin de contrastar gráficamente la importancia del efecto de este factor sobre el período seco. De la capacidad de retención (CR) del suelo dependerá la forma de transferirse la humedad en el tiempo. La elección de estos valores precisamente, se explica porque, en general, la escasa calidad de los suelos no permiten CR mayores de 150 mm, ni aún realizando prácticas que la mejoren. El valor del 30% para la escorrentía se toma como media de las condiciones más frecuentes de pendiente, régimen pluviométrico y cubierta vegetal. También estos valores consideran los casos extremos de que no hubiera escorrentía superficial (para zonas llanas o incluso vaguadas) o de que el suelo no tuviese capacidad alguna para retener el agua.

Como se puede observar en los diagramas que se muestran a continuación la IBF refleja el periodo frío que coincide con los meses de diciembre, enero y febrero, aunque puede llegar a comenzar en noviembre y acabar en ya entrado marzo. La IBL indica el periodo de actividad vegetal (PAV), que suele mantenerse desde marzo a mayo. Si las precipitaciones son suficientes y el periodo seco no ha sido demasiado acusado puede reiniciarse el PAV, tras el periodo de recuperación indicado por la IBC, en noviembre, e incluso antes, y hasta que comience a descender la temperatura media de 7,5°C. Aunque atendiendo a los diagramas obtenidos en la estación de Castilléjar, que, de las tres analizadas es la más representativa de la zona, este segundo periodo de actividad vegetal no suele llegar a iniciarse, debido a la dureza del periodo seco.

Estación de Huéscar



Estación de Castellár



Estación de Baza

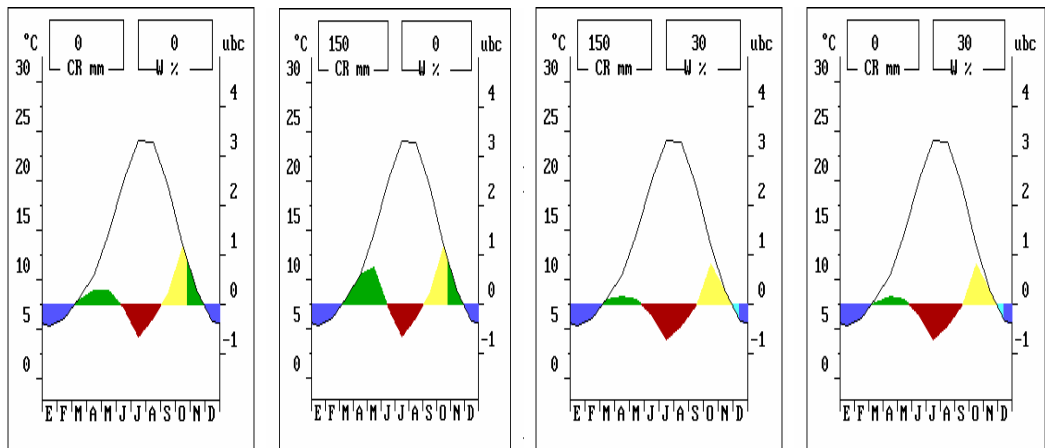


Figura III. 7. Diagramas bioclimaticos, elaborados a partir de tres estaciones meteorológicas presentes o próximas a la zona de estudio. Leyenda:

- Intensidad Bioclimática Fría
- Intensidad Bioclimática Seca
- Intensidad Bioclimática Libre
- Intensidad Bioclimática Condicionada

Durante los meses de junio, julio y agosto se prolonga el periodo seco reflejado por la IBS. Pero puede iniciarse antes de llegar a junio y continuar hasta ya entrado el mes de septiembre. El periodo de recuperación tras la sequía estival que señala la IBC, evidentemente, varía en función de la dureza del periodo seco y de las precipitaciones otoñales. Este periodo suele iniciarse en septiembre y continuar hasta la entrada del periodo frío. Existe la posibilidad de que el otoño haya sido lo suficientemente húmedo para que se reinicie la actividad vegetal hasta la llegada del periodo frío. Aunque suele ocurrir que no se haya acabado la recuperación del periodo seco cuando ya comiencen las temperaturas medias a bajar de 7,5 °C.

Como se interpreta en los diagramas, y como era de esperar, cuando los valores de pérdida de escorrentía son más altos el PAV es más corto, alcanzándose la máxima actividad vegetal cuando la capacidad de retención del suelo es máxima y la pérdida de agua por escorrentía mínima o nula. Asimismo, el periodo seco es más acusado cuando el porcentaje de pérdida de agua por escorrentía superficial es mayor, y/o cuando la capacidad de retención del suelo es muy baja o nula.

III.8. BIOGEOGRAFÍA

El territorio estudiado se ubica dentro del distrito biogeográfico Guadiciano-Bastetano, uno de los cuatro distritos en los que se subdivide el sector Guadiciano-Bacense (fig. III.8). Las unidades de rango jerárquico superior que encuadran a este distrito son (Rivas Martínez, *et al.* 1997, Valle *et al.*, 2004):

REINO HOLÁRTICO

REGIÓN MEDITERRÁNEA

Subregión Mediterráneo Occidental

Superprovincia Iberoatlántica

Provincia Bética

Sector Guadiciano-Bacense

Distrito Guadiciano-Bastetano

La principal característica de la **región Mediterránea** es el reparto desigual de las precipitaciones a lo largo del año. Las estaciones más lluviosas son otoño y primavera, siendo muy seco el verano. En esta estación la ausencia de precipitaciones, junto a las altas temperaturas alcanzadas, provoca la aparición de un periodo de aridez, más o menos prolongado, denominado de xericidad estival, tal y como ya hemos comentado. Presenta, asimismo, una amplia diversidad orográfica, lo cual favorece la alternancia de variados meso y microclimas, y acaba repercutiendo en una amplia variedad de parámetros ambientales. Las consecuencias de todo ello se reflejan en la gran diversidad de flora y vegetación existentes en esta región. Esta variabilidad determina la subdivisión del territorio mediterráneo en numerosas unidades corológicas de rango inferior.

A continuación se describen algunas de las principales características de las unidades biogeográficas en las que se enmarca el distrito objeto de estudio, desde el nivel de provincia, basado principalmente en Valle *et al.* (2004), obra que puede consultarse para ampliar la información sobre las características biogeográficas de Andalucía.

Provincia Bética

Como se indica en Valle *et al.* (2004) la provincia Bética incluye prácticamente todas las sierras y depresiones intramontañosas de las cordilleras Béticas, valle del Guadalquivir y zonas costeras de Granada y Málaga. La gran variabilidad orográfica, geológica y climatológica que presenta, así como su historia, hace que sea ésta la provincia biogeográfica que mayor biodiversidad y endemismos presenta de toda la Península Ibérica y puede considerarse como un punto caliente de diversidad en el contexto mediterráneo.

Dentro de la Bética se han definido siete sectores (Rivas Martínez *et al.* 1997, Valle *et al.*, 2004): Hispalense, Rondeño, Malacitano-Almijarnese, Alpujarreño-Gadoreño, Nevadense, Subbético y Guadiciano-Bacense. La zona de estudio se localiza en el Guadiciano-Bacense, como se ha indicado.

Sector Guadiciano-Bacense

Se extiende por el centro-noreste de la provincia de Granada y penetra puntualmente en la provincia de Jaén, a través de la Depresión del Guadiana Menor, buena parte del norte almeriense forma parte también de este sector. Se subdivide en 4 distritos, el Guadiciano-Bastetano (que incluye los altiplanos y depresión sedimentaria y semiárida de Guadix-Baza), el distrito Serrano-Bacense (que corresponde a la porción calizo-dolomítica de la sierra de Baza), el distrito Serrano-Estanciense (constituido por la Sierra de las Estancias) y el distrito Serrano-Mariense (integrado por las Sierras de Orce y María).

Distrito Guadiciano-Bastetano

Desde un punto de vista biogeográfico, la zona de estudio se localiza íntegramente en el Distrito Guadiciano-Bastetano, como ya se ha indicado. Este distrito ocupa las Hoyas de Guadix y Baza y penetra hacia la provincia de Jaén a través del valle del Guadiana Menor. Se caracteriza por un relieve suave, ubicado respecto al nivel del mar en torno a los 800 m. s.n.m.. Aislado en el centro de la depresión destaca el Cerro Jabalcón (1492 m.).

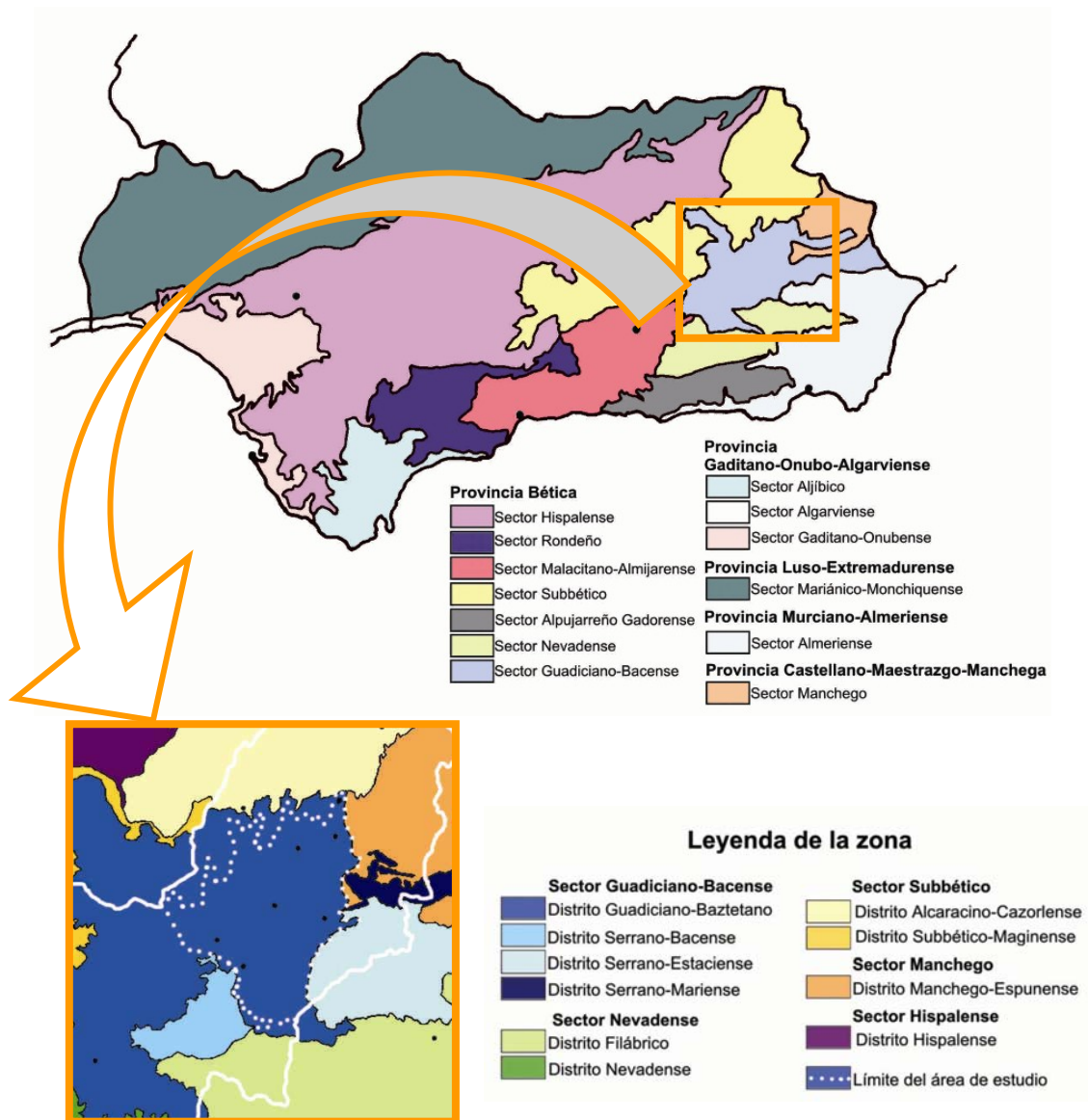


Figura III. 8. Biogeografía de Andalucía y del área de estudio. Fuente: Elaborado a partir de Rivas *et al.*, 1997

III.9. VEGETACIÓN POTENCIAL

La serie de vegetación climatófila que corresponde a prácticamente todo el territorio estudiado es la serie mesomediterránea guadiciano-bacense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de la coscoja (*Quercus coccifera*). Al área de menor altitud de la unidad, entorno al embalse del Negratín, corresponde una faciación termófila mesomediterránea inferior con lentisco. En el cerro Jabalcón la vegetación forma parte de la serie mesomediterránea bética, seco-subhúmeda basófila de la encina, además puntualmente la serie supramediterránea bética basófila seco-subhúmeda de la encina, así como la serie edafoxerófila castellano-maestrazgo-manchega y bética nororiental sobre calizas duras de la sabina mora (Valle, 2003; Valle, 2004).

Autores como Cabello *et al.* (2004) para territorios almerienses de condiciones similares, indican que es difícil reconocer únicamente dominios climáticos y recurren al concepto de complejo de vegetación o complejo politeselar en el que engloban el conjunto de comunidades que conviven en mosaico en las mismas condiciones. Mota *et al.* (2004a) definen complejo de vegetación politeselar como paisajes vegetales en mosaico, desde el punto de vista geomorfológico, en los que conviven comunidades condicionadas por gradientes ecológicos dispares (climáticos, edafo-químicos, edafo-físicos). Cabría estudiar la vegetación potencial de la Hoya de Baza desde este punto de vista, aunque no es objeto de esta tesis hacerlo.

Las formaciones vegetales asociadas a zonas con aporte hídrico adicional, esto es edafohigrófilas, se integran en tres geoserias: geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila, geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina meridional semiárida mesohalófila y la microgeoserie mesomediterránea guadiciano-bastetana hiperhalófila, (endémica de este distrito).

A continuación se describen las series características del territorio (excluidas las propias del Jabalcón, que son muy puntuales), basadas en Valle (2003, 2004).

III.9.1. Series climáticas

Serie mesomediterránea guadiciano-bacense, setabense, valenciano-tarraconense y aragonesa semiárida de la coscoja (*Quercus coccifera*): *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* S. Faciación guadiciano-bacense y almeriense con *Ephedra fragilis*

La comunidad climática corresponde a un chaparral más o menos denso en su óptimo y de altura media entre 80 y 250 cm, correspondiente a la as. *Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae*. Está formado por especies arbustivas leñosas como *Quercus coccifera*, *Ephedra fragilis*, *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus* o *Juniperus phoenicea*, y a veces enriquecido en pino carrasco cuando esta formación presenta claros. En zonas de topografías abruptas aparece un pinar de carrasco (*Pinus halepensis*) muy abierto en el que dominan fundamentalmente gimnospermas y se detecta una pérdida de elementos de requerimientos hídricos mayores como la coscoja (*Quercus coccifera*), o el espino negro (*Rhamnus lycioides*). A veces es muy difícil discernir entre ambas comunidades puesto que un pinar-coscojal comienza siendo un pinar que proporciona las condiciones requeridas para la instalación de las especies más exigentes.

El grado de conservación de la vegetación que encabeza la serie es muy escaso, debido a que el territorio ha sido sometido a una intensa actividad antrópica y las desfavorables características climáticas para la vegetación no han favorecido una óptima regeneración natural tras su destrucción. Sin embargo, existe una amplia variedad de formaciones de matorrales que constituyen comunidades permanentes que dan carácter y protegen, en buena medida, los suelos de este territorio,

ofreciéndole un aspecto de semiestepa o semidesierto de gran valor paisajístico y biológico, digno en muchos puntos concretos de protección.

Faciación termófila mesomediterránea inferior con *Pistacia lentiscus*

Las diferencias con la faciación típica consisten en el enriquecimiento de especies termófilas debido a la influencia térmica del mar que penetra a través del valle del Guadalquivir. Entre las especies bioindicadoras de esta faciación se encuentra *Pistacia lentiscus*, *Asparagus horridus*, *Ononis speciosa*, etc. Se presenta exclusivamente en el piso mesomediterráneo inferior. Ocupa la parte baja de la depresión del Guadiana Menor (por debajo de los 700 m, aunque según la orientación puede alcanzar cotas algo superiores). En la zona de estudio se presenta únicamente en las inmediaciones del embalse del Negratín. Al igual que en la faciación típica son muy escasos los restos de vegetación bien conservados.

III.9.2. Geoserias riparias

Son tres las series riparias que corresponden al territorio, la última que se describe tiene especial relevancia ya que en ella se integra alguna de las asociaciones identificadas en los cultivos abandonados del territorio.

Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila

Se desarrolla en relación a los tramos medios y bajos de ríos que surcan materiales carbonatados bajo termotipo mesomediterráneo, con caudal permanente aunque con fuertes estiajes. Ocupa gran parte de la porción Iberolevantina de la Península Ibérica, y alcanza las zonas orientales de la provincia Bética. La integran tres series:

- *Saliceto neotrichae* S., que constituye la primera banda de vegetación. Se encuentra en contacto con los cursos de agua y, por tanto, está condicionada por las frecuentes bajadas de nivel que sufren. Se trata de una saucedada predominantemente arbustiva (*Salicetum neotrichae*) dominada por *Salix neotricha*, siendo también característico *S. purpurea* subsp. *lambertiana*. Entre las especies acompañantes destacan *S. atrocinerea*, *Rubus ulmifolius* o *Tamarix gallica*, entre otras.
- *Rubio tinctori-Populeto albae* S. La segunda banda de vegetación está encabezada por las choperas blancas del *Rubio tinctori-Populetum albae*, adaptadas a las aguas de curso lento, incluso algo salinas y poco oxigenadas, que se retiran durante la sequía estival. Constituye una formación arbórea de elevada talla y densidad media dominada por *Populus alba* al que acompañan, entre otros, sauces, tarajes y zarzas. En zonas aclaradas, alternando con las choperas aparecen los tarayales arbustivos de *Tamaricetum gallicae*. El tarayal constituye una etapa de degradación de las choperas blancas y coloniza rápidamente las riberas que han sido taladas.

- *Hedero-Ulmeto minoris* S. La tercera banda de vegetación, sometida a inundaciones muy esporádicas, ocuparía la terraza aluvial del río. Se desarrolla sobre suelos potentes y con una buena retención de agua, razón por la cual son muy útiles para laboreo. En consecuencia, son formaciones muy difíciles de encontrar ya que los suelos que ocuparían están en la actualidad en cultivo o construidos. La etapa climática sería un bosque cerrado, correspondiente a las olmedas de *Hedero helicis-Ulmetum minoris*, cuyo elemento más estacado sería el olmo (*Ulmus minor*).

Como orla de saucedas, choperas y olmedas son frecuentes los zarzales termófilos y basófilos (*Rubo ulmifolii-Corietum myrtifoliae*), que llegan a formar comunidades densas e impenetrables en las que se encuentran especies como *Rubus ulmifolius*, *Coriaria myrtifolia* y *Rosa* sp. Una amplia diversidad de comunidades acompañan y sustituyen a las que encabezan cada serie.

Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina meridional semiárida mesohalófila

Es propia de ramblas y ríos de caudal fluctuante sometidos a largos periodos de estiaje, sobre sustratos sedimentarios ricos en sales que aportan el carácter mesohalófilo. Aparece bajo termotipo mesomediterráneo y termomediterráneo con ombrotipo generalmente semiárido. Su distribución biogeográfica corresponde a las provincias corológicas Murciano-Almeriense, Castellano-Maestrazgo-Manchega y Bética en su porción oriental (distrito Guadiciano-Bastetano y puntualmente en el distrito Alfacarino-Granatense). Integra formaciones arbustivas resistentes a la sequía prolongada tanto del cauce como ambiental, a las violentas avenidas y a la salinidad de los sustratos. Consta de dos series:

- *Typho-Schoenoplecteto glauci* S. Se trata de la primera banda en contacto directo con aguas oscilantes, de curso lento y poco oxigenadas. Está encabezada por los espadañales del *Typho angustifoliae-Schoenoplectetum glauci*, para su desarrollo requiere un caudal más o menos permanente. En ramblas con sequía muy prolongada esta primera banda puede estar completamente ausente.
- *Agrostio-Tamariceto canariensis suaedetoso verae sigmetosum*. La cabeza de serie de la segunda banda de vegetación corresponde a los tarayales mesohalófilos de la subasociación *Agrostio stoloniferae-Tamaricetum canariensis* subas. *suaedetoso verae*. Se trata de un tarayal moderadamente halófilo desarrollado sobre sustratos salinos de textura fina (margas yesíferas) en márgenes de ramblas y ríos con caudal intermitente.

Microgeoserie mesomediterránea guadiciano-bastetana hiperhalófila

Es endémica del sector Guadiciano-Bacense, concretamente del distrito Guadiciano-Bastetano. Aparece en cubetas semiendorreicas y endorreicas donde existe una importante acumulación de sulfatos (yesos) que se inundan en invierno y primavera y se desecan en verano apareciendo gruesas eflorescencias salinas.

La vegetación hidrófila desarrollada sobre sustratos fuertemente salinos, apenas soporta una vegetación arbustiva, tímidamente representada por tarayales hiperhalófilos. Existen numerosas comunidades permanentes que más que sucederse en el tiempo, se encuentran concatenadas en función del grado de salinidad del suelo. En cubetas donde aparece cierta acumulación de agua, aunque temporal, se pueden establecer juncales halófilos de la asociación *Caro-Juncetum maritimi*, rodeados a continuación por juncales-praderas halófilas de *Centaureo dracunculifoliae-Dorycnietum gracilis*. En esta misma situación se encuentran juncales negros halófilos de la asociación *Schoeno nigricantis-Plantaginetum maritimae*. En situaciones más secas y con una gruesa costra de eflorescencias salinas aparecen los llamados sapinares, unos matorrales halófilos de la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*, que en situaciones de mayor grado de salinidad aparecen como variante con *Arthrocnemum macrostachyum*. Rodeando los sapinares se pueden encontrar matorrales-albardinales halófilos de la subasociación endémica del guadiciano-bastetano *Limonio-Gypsophiletum tomentosae* subas. *limonietosum maji*. En los claros de matorral pueden aparecer comunidades de terófitos adaptados a la salinidad y que tienen fenología primaveral (comunidad de *Sphenopus divaricatus* y *Campanula fastigiata*) o estival (*Microcnemetum coralloidis*).

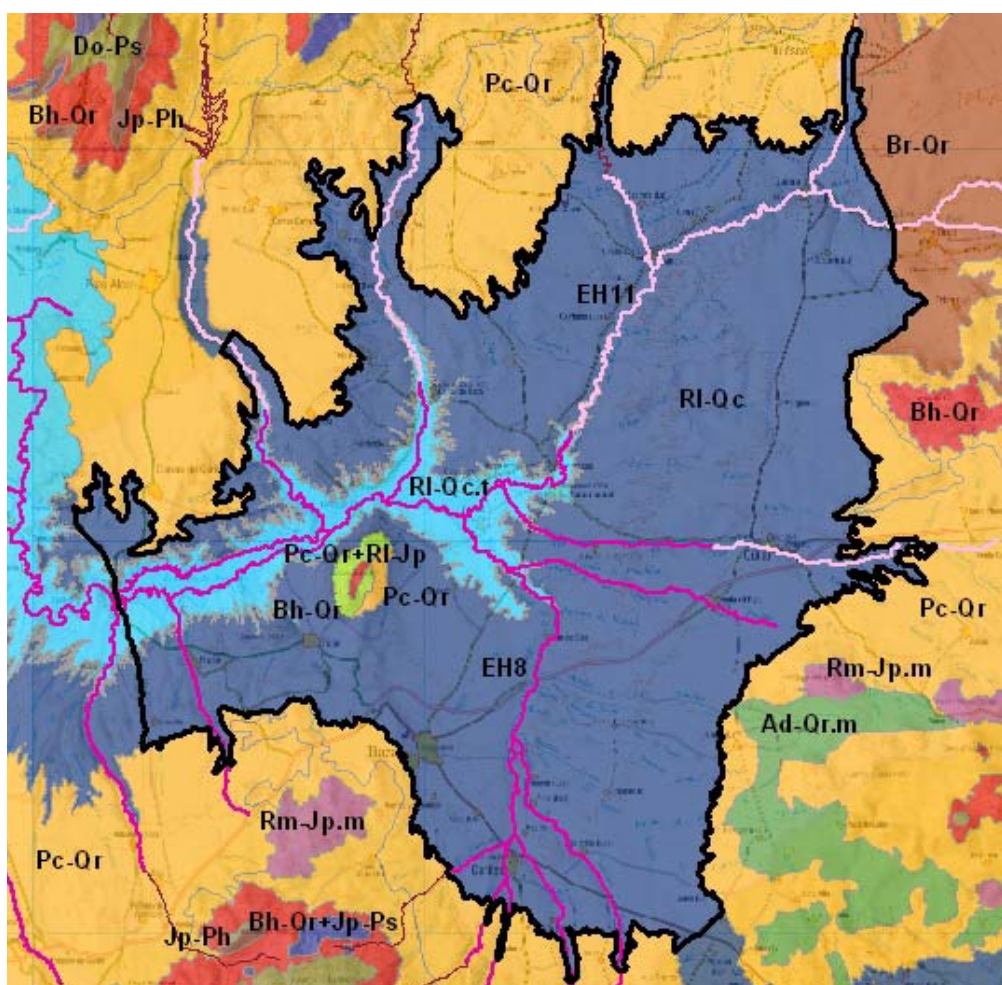


Figura III. 9. Series de vegetación del área de estudio y de espacios limítrofes. Fuente: Valle (2004). Leyenda: **Series de Vegetación Climatófilas.** RI-Qc. *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* S. Faciación guadiciano-bacense y almeriense con *Ephedra fragilis* // RI-Qc.t.: *Rhamno lycioidis-Querceto cocciferae* S. Faciación termófila mesomediterránea inferior con *Pistacia lentiscus*. // Pc-Qr. *Paeonio coriacea-Querceto rotundifoliae* S. Faciación típica. // Bh-Qr. *Berberido hispanicae-Querceto rotundifoliae* S. // Br-Qr. *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae* S. // Ad-Qr.m. *Adenocarpus decorticans-Querceto rotundifoliae* S. Faciación mesomediterránea con *Retama sphaerocarpa*. // Do-Ps. *Daphno oleoidis-Pineto sylvestris* S. **Series de Vegetación Edafoixerófilas.** Jp-Ph. Complejo edafoixerófilo meso-supramediterránea subbético calizo-dolomítico de la sabina mora (*Juniperus phoenicea*) y el pino carrasco (*Pinus halepensis*). // RI-Jp. *Rhamno lycioidis-Junipereto phoeniceae* S. // Rm-Jp.m. *Rhamno myrtifolii-Junipereto phoeniceae* S. Faciación mesomediterránea. **Geoseries de Vegetación Edafohigrófilas.** EH8. Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila. // EH11. Geoserie edafohigrófila mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina meridional semiárida mesohalófila. // EH12. Microgeoserie mesomediterránea guadiciano-bastetana hiperhalófila.

III.10. VEGETACIÓN ACTUAL

La vegetación natural de la Depresión de Baza ha sufrido grandes transformaciones, ya que se trata de un territorio sobre el que históricamente se ha ejercido una intensa presión antrópica, por lo que apenas se conservan restos de la vegetación más evolucionada que correspondería al territorio. En lugar de las formaciones que encabezan las series de vegetación propias de la zona, en los espacios no ocupados por actividades humanas, aparecen comunidades menos evolucionadas que difícilmente podrán progresar hacia las climáticas y que pueden tener carácter permanente en algunos lugares debido a sus características topográficas, edáficas y climáticas (Cañadas *et al.*, 2007).

III.10.1. Vegetación climatófila

Son muy escasos los restos de las formaciones cabeza de serie que perduran en el territorio que, como indican Navarro *et al.* (2001b), se presentan bajo distintas formas: coscojales, pinares-coscojales y pinares edafoxerófilos. Los coscojales (*Rhamno lycioidis-Quercetum cocciferae*) constituyen un chaparral de *Quercus coccifera* y otras especies arbustivas leñosas como *Rhamnus lycioides*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* o *Daphne gnidium*, que puede enriquecerse en pino carrasco (*Pinus halepensis*) cuando las condiciones de luminosidad son apropiadas, formando los llamados pinares-coscojales. Las formaciones de *Pinus halepensis* aparecen también puntualmente, en relieves sometidos a elevada xericidad, como cárcavas o taludes de cierta pendiente, leptosoles y/o solanas. Se desarrolla sobre sustratos limosos, margosos y conglomerados, con escasa capacidad de retención de agua. Se trata de un bosque muy abierto en el que dominan fundamentalmente gimnospermas. Se puede considerar una variante más xerófila que el pinar-coscojal, que se caracteriza por una pérdida de elementos de requerimientos mayores como la coscoja (*Quercus coccifera*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*) y el espinillo negro (*Rhamnus lycioides*), a favor de gimnospermas de alta resistencia a condiciones de estrés hídrico como *Pinus halepensis*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* o *Ephedra fragilis*.

Son frecuentes en el territorio los retamales (*Genisto speciosae-Retametum sphaerocarphae*) que, como apunta Valle (2004), se trata de una comunidad abierta en la que dominan genisteas áfilas y con tallos clorofílicos (biotipo retamoide), de porte arbustivo, que puede superar los 2 metros de altura. Esta comunidad prolifera en suelos profundos y su principal especie es *Retama sphaerocarpha*. La retama es acompañada de otras especies como *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Eryngium campestre*, *Stipa tenacissima*, etc. Suele ser abundante en solanas pastoreadas con cierto grado de nitrificación y en cultivos abandonados.

Las formaciones vegetales mejor representadas en el territorio son los espartales que, si bien pueden constituir etapas de sustitución de los coscojales, en laderas xéricas muy erosionadas pueden tener carácter permanente. Aunque las

condiciones naturales sobre las que se asientan estas comunidades son muy frecuentes en la zona, cabe indicar que su desarrollo se vio muy potenciado en otras épocas al cultivarse el esparto para la obtención de fibras. Son dos las comunidades presididas por el esparto (*Stipa tenacissima*) que aparecen en la zona de estudio. Por un lado, los espartales que se desarrollan sobre sustratos fuertemente carbonatados pertenecen a la asociación *Thymo gracile-Stipetum tenacissimae*, que habitualmente se acompañan de romerales de *Paronychio aretioides-Astragaletum tumidi* subasoc. *thymetosum orospedani*. Otros espartales evolucionan en margas ricas en yesos correspondientes a la asociación *Helianthemo squamati-Stipetum tenacissimae* que suelen aparecer formando mosaico con los romerales gipsícolas de *Jurineo pinnatae-Gypsophiletum struthii*. Estas formaciones han sido estudiadas en profundidad en la cuenca del Guadiana Menor por García Fuentes *et al.* (2002).

Las margas ricas en yesos ocupan una amplia extensión en la Depresión de Baza siendo, por tanto, las comunidades que los habitan las más características de la zona de estudio. Los espartales del *Helianthemo squamati-Stipetum tenacissimae*, son formaciones en las que domina esa gramínea vivaz de raíz fasciculada denominada esparto (*Stipa tenacissima*). Entre las especies que caracterizan a estos espartales destacan elementos gipsícolas como *Helianthemum squamatum*, *Gypsophila struthium*, *Lepidium subulatum*, *Launaea resedifolia*, *Ononis tridentata*, *Helianthemum violaceum*, etc. Como se ha indicado, entremezclados con estos espartales frecuentemente se encuentran, ocupando las zonas más desfavorecidas en cuanto a suelo y a xericidad, los romerales gipsícolas (*Jurineo pinnatae-Gypsophiletum struthii*) que constituyen un matorral fruticoso leñoso de cobertura más o menos baja. Son características de esta comunidad los taxones gipsícolas citados y otros como: *Jurinea pinnata*, *Helianthemum syriacum*, *Rosmarinus officinalis*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis* y *Coris monspeliensis*.

En zonas más externas de la depresión, donde las margas y margocalizas dejan de ser ricas en yesos los espartales corresponden a la asociación *Thymo gracile-Stipetum tenacissimae*. Al igual que en los espartales gipsícolas la especie dominante es el esparto (*Stipa tenacissima*), junto a ella aparecen taxones como *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Teucrium capitatum* subsp. *gracillimum*, *Sideritis funkiana*, *Sedum sediforme*, *Brachypodium retusum*, *Stipa lagascae*, *Phlomis lychnitis*, etc. Es frecuente que aparezcan en mosaico junto a comunidades de tomillares, romerales y retamales. Los romerales del *Paronychio aretioides-Astragaletum tumidi*, han sido estudiados por Navarro *et al.* (2001c) como discriminantes biogeográficos del distrito Guadiciano-Bastetano frente a algunos distritos limítrofes. Se trata de un matorral fruticoso formado por caméfitos de baja cobertura y una gran riqueza específica, en ocasiones pinchosos y pulveniformes, adaptados a la fuerte continentalidad. Se desarrolla bajo termotipo mesomediterráneo y ombrotipos fundamentalmente seco y semiárido. Entre las especies características pueden destacarse *Genista pumila*, *Genista scorpius*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia* subsp. *vellerea*, *Salvia phlomoides* subsp. *boissieri*, *Sideritis funkiana*, *Teucrium capitatum* subsp. *gracillimum*, *Astragalus clusianus*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Arenaria arcuatociliata*, *Jurinea pinnata*, etc.

Los albardinales (*Dactylo hispanicae- Lygeetum spartii*) se desarrollan en contacto con los espartales de ambos tipos, sobre suelos con ligera hidromorfía temporal y con cierta riqueza en sales (especialmente en vaguadas y zonas bajas) y en ellas domina el albardín (*Lygeum spartum*), que llega a alcanzar altas densidades. Suele ir acompañado de especies como *Dactylis glomerata*, *Brachypodium retusum* o *Piptatherum miliaceum*. En los suelos con contenido en yesos se enriquece de taxones propios de ambientes semi-halófilos: *Frankenia thymifolia*, *Launaea resedifolia*, *Helianthemum squamatum*, etc.

Sobre suelos esqueléticos y nunca hidromorfos, con vegetación abierta, fuerte insolación y con cierta actividad ganadera que nitrifica el suelo, el pastizal es dominado por *Brachypodium retusum* y *Phlomis lychnitis*, que constituyen el denominado yesqueral (*Phlomido lychnitidis-Brachypodietum retusi*). El yesqueral es un pastizal vivaz-tomillar, con abundante presencia de hem criptófitos y nanocaméfitos, donde, además de las especies citadas son frecuentes otras como *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, *Koeleria vallesiana* o *Helianthemum cinereum*. Aparece con frecuencia mezclado con espartales y romerales ocupando las zonas más descarnadas. Otro pastizal vivaz descrito en el territorio es el correspondiente a la asociación *Plantagini albicantis-Stipetum parviflorae*, comunidad formada por hem criptófitos graminoides que se desarrolla sobre taludes y campos de cultivo abandonados con suelos duros compactados y esqueléticos. Destacan entre las especies características *Plantago albicans*, *Stipa lagascae*, *Stipa barbata*, *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica* y *Koeleria vallesiana*.

Son característicos del territorio un amplio grupo de tomillares nitrófilos frutescentes que incluyen comunidades de fuerte carácter colonizador al abandonarse los cultivos, en su estudio se centra este trabajo y, por tanto, sobre ellas se profundiza en secciones posteriores.

III.10.2. Vegetación edafófila

Según Salazar *et al.* (2002b), el paisaje vegetal de las zonas húmedas del distrito Guadiciano-Bastetano se encuentra definido por tres geoserias de vegetación edafohigrófila (ya definidas en la sección anterior) netamente diferentes, directamente influenciadas por las distintas características hidrogeológicas y edáficas del territorio (nivel freático, persistencia de los caudales y grado de salinidad). Los restos de vegetación edafófila que existen en la zona de estudio se integran dentro de alguna de estas tres geoserias, a continuación se describen las formaciones más destacadas. La principal obra consultada para ello ha sido Valle y Salazar (2004).

Las saucedas (*Salicetum neotrichae*), que encabezan la banda más próxima al cauce, se encuentran ausentes en la mayor parte de los tramos de río donde potencialmente podrían hallarse. Se trata de una comunidad predominantemente arbustiva que puede alcanzar una talla considerable. Son propias de esta saucedada: *Salix neotrichia*, *Salix purpurea* subsp. *lambertiana*, *Salix atrocinerea*. De la segunda

banda es característica la chopera blanca del *Rubio tinctorum-Populetum albae*, aunque también se encuentra muy alterada. Frecuentemente, en zonas aclaradas, las choperas alternan con los tarayales subhalófilos de la asociación *Tamaricetum gallicae*.

Los zarzales (*Rubus ulmifolii-Corietum myrtifoliae*) constituyen la orla de choperas y saucedas, apareciendo con mayor vigor cuando la destrucción de las mismas permite un mayor grado de insolación. Asimismo, es posible hallarla siguiendo la humedad que proporcionan acequias y canales de riego o en las proximidades de tarayales no excesivamente halófilos. Además de la zarza (*Rubus ulmifolius*), son típicas de esta asociación especies como *Rosa* spp., *Lonicera periclymenum* subsp. *hispanica*, *Clematis flammula*, *Clematis vitalba*, *Coriaria myrtifolia*, *Tamus communis*, *Cornus sanguinea*, etc.

En la primera banda la saucedas es sustituida frecuentemente por el espadañal (*Typha-Schoenoplectetum glaucci*) en la primera de las geoserias, mientras que en la geoserie mesohalófila semiárida este espadañal encabeza la primera banda. La formación se compone de grandes helófitos rizomatosos con una alta talla y fuerte densidad. La existencia de potentes rizomas permite la resistencia a esta eventual sequía, y les capacita para colonizar rápidamente áreas en las que se dan las condiciones óptimas para su desarrollo. La especie dominante suele ser *Typha domingensis*, en otras ocasiones es *Phragmites australis* la que impera, en este caso la formación es conocida como carrizal. Otras especies que forman parte de esta comunidad son *Scirpus tabernaemontani*, *Juncus subnodulosus*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, etc.

Los tarayales mesohalófilos (*Agrostio-Tamaricetum canariensis* subas. *suaedetosum verae*) constituyen la vegetación más evolucionada de ramblas de aguas inconstantes y con cierta salinidad. Predominan los tarays o tarajes (*Tamarix canariensis*, *Tamarix africana*, *Tamarix gallica*), junto con un buen número de especies herbáceas y de matorral de carácter halófilo y nitrófilo (*Suaeda vera*, *Atriplex halimus*, *Elymus repens*, *Limonium delicatulum*, etc.)

Existe una amplia diversidad de juncuales en el territorio de estudio, destaca por su abundancia el juncal churrero meso-termomediterráneo basófilo (*Cirsio monspessulani-Holoschoenetum vulgaris*), que se integra, junto al juncal nitrófilo (*Cirsio-Juncetum inflexi*), tanto en la geoserie mesomediterránea mediterráneo-iberolevantina y bética oriental basófila, como en la meridional semiárida mesohalófila. En el ámbito de la segunda geoserie se presentan otros como: juncal enano (*Cyperetum distachyi*), juncal helofítico (*Acrocladio-Eleocharitetum palustris*), juncal halófilo (*Aeluropo-Juncetum subulati*), juncal terofítico enano (Comunidad de *Juncus bufonius*) y juncal halófilo (*Scirpetum maritimi*).

La vegetación edafófila desarrollada sobre sustratos fuertemente salinos, que se integra en esta microgeoserie hiperhalófila, apenas soporta una vegetación arbustiva, tímidamente representada por tarayales hiperhalófilos. Existen numerosas

comunidades permanentes que se encuentran concatenadas en función del grado de salinidad y humedad del suelo, Lendínez *et al.* (2004) en un estudio realizado sobre saladares de la Hoya de Baza identifican en esta microgeoserie 13 comunidades, todas ellas incluidas en la Directiva Hábitat 92/43/CEE para la conservación de la Flora y Fauna silvestre. La formación más abundante es la de los llamados sisallares, que se desarrollan en zonas que presentan en verano una gruesa costra de eflorescencias salinas, se trata de unos matorrales halófilos de la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosi*, en los que domina *Sarcocornia fruticosa* que aparece junto a otras especies como *Arthrocnemum macrostachyum*, *Suaeda vera*, *Suaeda spicata*, *Limonium majus* y *Limonium minus*. En áreas con este tipo de ecología, puestas en cultivo y abandonadas se establecen también estas formaciones, como se ampliará posteriormente.

Rodeando los sisallares se pueden encontrar matorrales-albardinales halófilos de la subasociación endémica del guadiciano-bastetano *Limonio-Gypsophiletum tomentosae* subas. *limonietosum maji*. Se trata de una comunidad caracterizada por caméfitos rosulados y suculentos del género *Limonium* que no presenta una alta talla pero si una elevada densidad, siendo las especies más frecuentes *Limonium delicatulum*, *L. supinum*, *L. majus*, *L. minus*, *Gypsophila tomentosa*, *Inula crithmoides*, *Lygeum spartum* y *Plantago maritima*, entre otras. Los albardinares del *Dactylo hispanicae-Lygeetum spartii* contactan con estas formaciones hacia las zonas ocupadas por espartales. Otras comunidades propias de estos ambientes son, por ejemplo, el juncal halófilo del *Caro foetidi-Juncetum maritimi*, un juncal denso constituido por hemcriptófitos junciformes adaptados a la salinidad y al fuerte estiaje (como *Juncus maritimus* y *Carum foetidum*), que contacta hacia zonas más secas con el herbazal halófilo de *Centaureo-Dorycnietum gracilis* (ambas formaciones poseen también un carácter endémico local), este herbazal halófilo suele aparecer formando mosaico con prados de *Schoeno-Plantaginetum maritimae*.



Figura III. 10. Diversas imágenes de la zona de estudio. Arriba: Cerro Jabalcón, donde la vegetación climática corresponde a encinares. Centro: Arroyo del Salar del Margen, ámbito de la microgeoserie mesomediterránea guadiciano-bastetana hiperhalófila. Abajo: Relieves característicos del territorio, donde predominan los espartales, que son las formaciones vegetales más representativas del área de estudio.

CAPÍTULO I.
FLORA Y VEGETACIÓN DE TIERRAS
AGRÍCOLAS ABANDONADAS

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. ESTUDIOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN CUYO ÁMBITO INCLUYE LA ZONA DE ESTUDIO

La flora y vegetación de la Depresión de Baza ha sido estudiada desde diferentes puntos de vista, sin embargo aún no se han publicado estudios botánicos completos de este territorio en concreto. Haciendo un breve repaso histórico se puede señalar, en primer lugar, el trabajo publicado por Rivas Goday (1941) "*Contribución al estudio de la vegetación y flora de la provincia de Granada*", basado en la excursión realizada en 1935 a la Sierra de Baza y Zújar. Fernández Casas (1972) finalizó su tesis doctoral sobre el "*Estudio fitográfico de la Cuenca del Guadiana Menor*". Por su parte, Esteve y Varo (1975) publicaron "*Comunidades halófitas interiores de la provincia de Granada*". De las dos últimas décadas existe un mayor número de trabajos. Cano *et al.* (1994) estudian la vegetación de la cuenca del Guadiana Menor. Sanz (1995) y Sanz *et al.* (1996), tratan específicamente la Hoya de Baza, y analizan la relación entre la lluvia polínica y la vegetación actual. En Rodríguez Ariza *et al.* (1996) se analiza la vegetación de épocas anteriores, concretamente de las edades del Cobre y Bronce, de la depresión de Guadix-Baza. Sobre la vegetación potencial de la depresión de Guadix-Baza se profundiza en el trabajo de Navarro *et al.* (2001b). La vegetación edafohigrófila de este territorio, así como del resto de la cuenca del Guadiana Menor, se describe detalladamente en Salazar (1996); posteriormente, este autor junto a diversos colaboradores publican varios trabajos sobre flora y vegetación de ríos y humedales de la Cuenca del Guadiana Menor (Salazar *et al.*, 2001, 2002b). Los saladares de la Hoya de Baza se analizan específicamente en Lendínez *et al.* (2004).

Varios de los trabajos citados han tratado, de forma indirecta, algunos aspectos relacionados con la flora y vegetación característica de los antiguos cultivos del ámbito de estudio, aunque no de forma integral. Uno de los objetivos que se persigue en este capítulo es contribuir al conocimiento de las características de la flora y vegetación de la Hoya de Baza, concretamente a las particularidades botánicas de sus zonas agrícolas abandonadas.

1.1.2. ESTUDIOS SOBRE FLORA Y VEGETACIÓN DE CULTIVOS ABANDONADOS

En otras áreas el estudio de la flora y vegetación que se desarrolla en antiguas parcelas agrícolas ha sido objeto de trabajos específicos. A partir de la década de los 30 comenzaron a proliferar publicaciones sobre sucesión secundaria de vegetación en tierras agrícolas abandonadas de Estados Unidos, pueden destacarse las realizadas por Billing (1938), Oosting (1942), Buell *et al.* (1971) o Pickett (1982). En antiguos cultivos del Mediterráneo la divulgación de este tipo de estudios comenzó unas décadas después, siendo especialmente significativos los realizados en el sureste de Francia y de España, entre ellos cabe citar a Houssard *et al.* (1980), Debussche *et al.*

(1982, 1985), Escarré *et al.* (1983), Sans y Masalles (1988); etc. Sin embargo, es a partir de la década de los 90 cuando mayor número de trabajos relacionados con esta materia se han publicado sobre el área mediterránea (Lavorel *et al.*, 1991; Debussche *et al.*, 1996; Ne'eman e Izhaki, 1996; Haase *et al.*, 1997; Guzmán Álvarez y Navarro Cerrillo, 2001; Molinillo *et al.*, 1997; Calabuig *et al.*, 2001; etc.).

No todos los estudios que se llevan a cabo sobre vegetación de cultivos abandonados se enfocan del mismo modo. Por citar algunos ejemplos de los objetivos que se han perseguido con este tipo de publicaciones, puede resaltarse el estudio de Lavorel *et al.* (1991), que describieron los patrones espaciales para la riqueza de especies y la composición del banco de semillas y la vegetación de tres áreas abandonadas en diferentes periodos (1, 7 y 15 años). Un trabajo sobre la evolución de la vegetación en viñedos abandonados de Israel en diferentes periodos (5, 8, 15 y 35 años) y los mecanismos que determinaban la sucesión fue realizado por Ne'eman e Izhaki (1996). Foster y Tilman (2000) combinan dos métodos comunes para evaluar la dinámica sucesional en comunidades vegetales en antiguos cultivos de Minesota (USA), (cronosecuencias y parcelas permanentes) con dos objetivos principales: medir el ritmo de la sucesión secundaria y comprobar la capacidad de las aproximaciones con cronosecuencias para predecir la dinámica sucesional en un intervalo de estudio de 14 años. Debussche *et al.* (1996) tratan la evolución de la vegetación en antiguos cultivos de Francia (área mediterránea) tras 12 y 14 años para verificar si se confirman los patrones predecibles de riqueza de especies, volumen y composición, así como para comparar el desarrollo de la vegetación en parcelas perturbadas y sin perturbar y discutir el impacto que podría generar un cambio en la gestión.

A nivel nacional también el estudio de las zonas de cultivos agrícolas abandonados ha ido adquiriendo paulatinamente un creciente interés. Pueden destacarse algunos trabajos como los realizados por Sans y Masalles (1988), que estudiaron la fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la comarca de Les Garrigues, localizada en el interior de Cataluña. El trabajo realizado por Molinillo *et al.* (1997) estudiaba la evolución de los recursos pascícolas en campos de diferentes edades de abandono, en relación al proceso de sucesión de la vegetación y de los distintos modos en los que estos cultivos fueron abandonados. En antiguas parcelas agrarias de Almería, Haase *et al.* (1997) estudiaron patrones espaciales de distribución de especies primocolonizadoras (concretamente de *Anthyllis cytisoides* y *Artemisia barrelieri*) para explicar distintas estrategias de colonización. Calabuig *et al.* (2001), analizaron los cambios registrados en la diversidad florística como resultado de la sucesión en cultivos de secano abandonados situados en la provincia de Alicante. Guzmán Álvarez y Navarro Cerrillo (2001) realizaron muestreos de vegetación en parcelas de olivar cordobesas abandonadas en diferentes periodos y relativamente cercanas, y establecieron comunidades representativas en cada intervalo de edad, para comprobar si la vegetación seguía un patrón convergente.

El ejemplo más próximo, en cuanto a distancia espacial se refiere, lo constituyen los estudios realizados en la Rambla de Becerra (Comarca de Guadix, y

situada en el mismo distrito biogeográfico que la zona objeto del presente estudio) por Navarro y colaboradores. Navarro (2001) y Navarro *et al.* (2001a) investigan la evolución de la vegetación natural en parcelas forestadas, situadas en antiguos campos de cultivo, con diferentes sistemas de preparación del suelo. Navarro *et al.* (2003) analizan la flora de parcelas abandonadas y Navarro (2002) describe los procesos ecológicos que ocurren en los primeros estadios de abandono de cultivos situados en el ambiente semiárido reinante en la Rambla de Becerra, con el objeto de plantear medidas adecuadas de gestión ecológica para estos ambientes. También en estas tierras Navarro *et al.* (2006), midieron los efectos de la aplicación de diferentes técnicas de preparación de suelo empleadas en forestaciones, en la abundancia, diversidad y cobertura de la vegetación.

Numerosos trabajos analizan las relaciones entre la flora y la vegetación de cultivos abandonados y las características ecológicas de los mismos (Martínez Fernández, 1995; Sánchez López, 1995; Ruecker *et al.*, 1998; Cammeraat y Imeson, 1999; Dunjón *et al.*, 2003; Hedlund, 2003; Bonet *et al.*, 2004, Bonet y Pausas, 2004; Gallego Fernández *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2006; etc.), aunque sobre este tema se profundiza en el tercer capítulo de la presente memoria.

1.1.3. BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

El capítulo aborda el estudio botánico de las tierras de labor abandonadas, no únicamente con un objetivo descriptivo, sino que pretende ser la base para posteriores fases del presente trabajo. El estudio de la vegetación se abordó desde el punto de vista fitosociológico (Braun-Blanquet, 1979). Los resultados del estudio de vegetación desde esta perspectiva fitosociológica han permitido tipificar los antiguos cultivos en función de su vegetación, clasificación que constituirá la base para desarrollar posteriores fases del estudio (cartografía y análisis espacial de los cultivos abandonados, estudio de características edáficas de las zonas donde se desarrollan las distintas comunidades y propuestas de gestión).

En las descripciones fitosociológicas de los sintaxones, además de las características florísticas de las comunidades se indican algunas de las particularidades ecológicas que condicionan la aparición de las distintas asociaciones, lo cual permitirá una primera aproximación a la caracterización ambiental de estos espacios, aunque este aspecto se estudia en profundidad en el tercer capítulo. La estrecha relación existente entre la Fitosociología y la Directiva Hábitat (92/43/CEE) permite realizar una valoración ambiental de la vegetación característica de antiguos espacios agrícolos.

No era un objetivo inicial de esta tesis realizar un catálogo florístico exhaustivo de los cultivos abandonados del territorio, sin embargo, a partir de los datos de flora obtenidos en las diversas etapas de campo se pudo confeccionar un catálogo de especies presentes en los antiguos campos de labor de la zona. Los datos del catálogo de flora se emplearon para realizar diferentes análisis sobre espectros

biológicos, corológicos, taxonómicos y fitosociológicos. Para cada especie se estudiaron sus posibles usos, con el fin último de analizar la potencialidad para el aprovechamiento de las especies más interesantes como recurso botánico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL CAPÍTULO:

- Estudiar la vegetación perenne propia de los cultivos abandonados de la Hoya de Baza, clasificándola desde una perspectiva fitosociológica.
- Analizar las principales características de la flora propia de estos espacios.
- Valorar ambientalmente las áreas agrícolas abandonadas en relación a los hábitats de interés comunitario característicos y a su flora endémica, singular o amenazada.
- Efectuar una primera valoración sobre las alternativas de gestión para los cultivos abandonados del territorio en base al aprovechamiento de recursos botánicos.
- Establecer las bases para el desarrollo de otras fases del estudio (análisis espacial, análisis de las relaciones suelo-vegetación, planteamiento de alternativas de gestión).

1.2. METODOLOGÍA

1.2.1. ESTUDIO FITOSOCIOLÓGICO

1.2.1.1. Trabajo de campo

El estudio parte de la fotointerpretación del territorio a partir de las ortofotografías digitales correspondientes al S.I.G. Oleícola Español (M.A.P.A, 1997). Una vez delimitadas las parcelas abandonadas de secano se procedió a realizar un estudio en campo de la vegetación característica de estas áreas. Para ello se seleccionaron, entre las unidades abandonadas previamente delimitadas, parcelas donde estudiar la vegetación y donde realizar una primera valoración de los parámetros que pueden condicionar su evolución. El estudio se centró en las formaciones caracterizadas por especies leñosas, por varios motivos, en primer lugar por ser las que proporcionan mayor cobertura y, por tanto, mejores posibilidades de protección del suelo y, por otro lado, por la clara tendencia que muestran a sustituir a las herbáceas (Sánchez López, 1995; Debussche *et al.*, 1996; Bonet, 2004; Navarro *et al.*, 2006), y constituir formaciones más o menos estables susceptibles de ser gestionadas, como se ha planteado para otras zonas semiáridas de clima mediterráneo (Leishman y Westoby, 1992 y Bonet, 2004).

Para la determinación de las comunidades se empleó la metodología fitosociológica de Braun-Blanquet (1979). La base de esta metodología es el inventario de vegetación, el cual ha de registrar las especies vegetales presentes en un área ecológica y fisionómicamente homogénea. A cada una de las especies del inventario se le asignan unos coeficientes que indican su abundancia-dominancia y sociabilidad (el coeficiente de sociabilidad tiende a utilizarse poco en la actualidad, debido a su escaso valor informativo y a que dificulta el tratamiento informático de los datos, por lo que no se ha empleado en este estudio). También se recoge en ellos información adicional relativa, sobre todo, a las características ecológicas y dinámicas de la comunidad inventariada.

El índice de abundancia es una estimación del número de individuos de cada especie existentes en el área inventariada. La dominancia (o cobertura), es una estimación de la superficie cubierta por la proyección hasta el sustrato de todos los órganos aéreos de los individuos de cada especie respecto al área total del inventario. En la práctica estas dos características son estimadas conjuntamente mediante una escala mixta que se ha denominado “cantidad de especie”, que adquiere los siguientes valores:

- r Especie representada de modo esporádico
- + Especie escasa que muestra una cobertura muy pequeña, hasta un 1%.
- 1 Especie con bastantes individuos pero de cobertura muy baja, con un valor de 1 a 10 %.

- 2 Especie muy abundante, con cobertura escasa pero recubriendo entre el 10 y 25% de la superficie.
- 3 Especie con cualquier número de individuos, pero cubriendo entre el 25 y 50% de la superficie.
- 4 Especie con cualquier número de individuos, pero cubriendo entre el 50 y 75% de la superficie.
- 5 Especie con cualquier número de individuos, pero cubriendo más del 75% de la superficie.

Empleando esta metodología se procedió a realizar inventarios en las parcelas abandonadas seleccionadas. Ya que la mayoría de las especies que caracterizan las comunidades de antiguos cultivos presentan una envergadura similar se decidió realizar todos los inventarios con la misma área de muestreo (20X20 m²), para facilitar su posterior comparación y análisis. En parcelas de menores dimensiones la superficie de muestreo fue de 15X15 m². Estos tamaños de parcelas se recomiendan en diversos manuales y artículos (Westhoff y van der Maarel, 1978; Dierschke, 1994; Chytrý y Otýpková, 2003). Para realizar el inventario en cada parcela se seleccionaron espacios florística y ecológicamente homogéneos, representativos de la comunidad que se pretendía describir, donde se registraron los siguientes datos:

- Datos de referencia, temporales y geográficos: coordenadas y altitud, localidad, inclinación, orientación y número de registro.
- Datos biológicos: estimación de la cobertura y de la altura media de la vegetación.
- Especies presentes acompañadas de coeficientes de abundancia-dominancia.

1.2.1.2. Trabajo de laboratorio

Finalizada la etapa analítica, durante la que se realizaron los inventarios, se continuó con una etapa sintética, que consistió esencialmente en la elaboración de tablas derivadas del estudio comparado de los inventarios, en las se muestran los caracteres numéricos de las comunidades. Con este objetivo se crearon distintas tablas fitosociológicas a partir de los propios inventarios. En esta memoria se ha realizado un tipo de tablas detalladas de doble entrada: línea horizontal para las especies y columna vertical para los coeficientes. Cada columna, excepto la primera, corresponde a un inventario, del cual se indican en la parte alta de la tabla los datos de altitud, área, estimación de la cobertura y de la altura media de la vegetación, orientación e inclinación. Posteriormente se enumeran las especies, que por lo general han sido agrupadas en dos bloques: uno con las especies características de asociación y unidades superiores, y otro con las especies compañeras. En la parte baja de la tabla se indica la localización geográfica más precisa posible de cada uno de los inventarios mediante el nombre de la localidad y sus coordenadas UTM.

Una vez realizados y agrupados los distintos inventarios en función de sus afinidades ecológicas, dinámicas y florísticas se le asignó un nombre, cuya autoría y encuadre sintaxonómico corresponde a la propuesta de Rivas-Martínez *et al.* (2002).

Los sintaxones son clasificados en un sistema jerarquizado en el que la unidad básica es la asociación y las unidades superiores las alianzas, órdenes y clases. Su definición y clasificación son objeto de la sintaxonomía y la forma en que son denominadas se rige por reglas precisas (código de nomenclatura fitosociológica).

Tras la obtención del esquema sintaxonómico se procedió a la descripción de los sintaxones, para ello se consultaron diversas obras (Alcaraz, 1984; Peinado *et al.* 1986 y 1992; Valle *et al.*, 1987b; Gómez Mercado y Valle, 1988; Valdés Franzi *et al.*, 1993; Cano *et al.* 1994 y 1999; García Gea 1999; Peñas, 1997; Sanz, 1995; Salazar, 1996; Torres, 1997; Navarro, 2001; Rivas-Martínez *et al.* 2001) con el objetivo de recopilar información sobre cada asociación, al menos, sobre su ecología, distribución y especies características.

1.2.2. ESTUDIO FLORÍSTICO

1.2.2.1. Trabajo de campo

El estudio de la flora característica de los cultivos abandonados del territorio se inició con las primeras etapas de campo durante las que se realizaban los inventarios fitosociológicos para identificar las comunidades instaladas en estos antiguos campos agrícolas, y se fue ampliando a lo largo de las jornadas de campo de otras fases del estudio (cartografía del territorio y muestreo cuantitativo de flora y suelos). Además se realizaron algunas campañas de campo con el objetivo exclusivo de determinar material vegetal. Los datos florísticos obtenidos se han incluido en un catálogo de especies. Hay que destacar que se ha recorrido todo el territorio en diversas épocas, fundamentalmente en primavera, coincidiendo con el periodo de floración de la mayoría de las especies, pero también en verano y otoño, ya que numerosas plantas, (como gran parte de las integradas en la familia *Chenopodiaceae*) florecen en estas estaciones, por lo que ha podido registrarse una buena representación de la flora de las tierras de labor abandonadas de la Depresión de Baza. Sin embargo, como se ha indicado, no era un objetivo prioritario de esta tesis catalogar exhaustivamente la flora de los cultivos abandonados del territorio, por lo que el catálogo florístico que se incluye en este capítulo no contendrá todos los taxones que habrá en ellos (además el trabajo se centra en el estudio de las comunidades perennes), aunque puede aportar información útil para analizar algunas de las características de la flora propia de estas tierras.

1.2.2.2. Trabajo de laboratorio

El material recolectado se llevó a laboratorio para su determinación, prensado y etiquetado. En la determinación de los taxones, que se realizó en unos casos con el material fresco y en otros con el material seco, se empleó fundamentalmente *Flora iberica* (Castroviejo, 1986-2007), *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980) y *Flora de Andalucía Occidental* (Valdés *et al.*, 1987). Se siguió la nomenclatura de *Flora iberica* para las familias que han sido publicadas hasta la fecha, para el resto de los táxones

se han seguido las otras floras básicas citadas, excepto para la familia *Liliaceae* que se siguió a Valdés *et al.* (2002) y para el género *Stipa* que se siguió a Vázquez y Devesa (1996).

Todas las especies identificadas se incluyeron en el **catálogo florístico**, que contiene una ficha sintética de cada taxón donde se aportan los siguientes datos:

- Nombre científico: Se indica el binomen latino prioritario seguido de la autoría del taxón, de acuerdo con las floras citadas anteriormente. Los nombres se revisaron también en el I.P.N.I. (The Internacional Plant Names Index) (<http://www.ipni.org>).
- Nombres vernáculos: Se anotan los nombres vulgares más conocidos, especialmente en la zona o en zonas adyacentes. Además de los trabajos citados anteriormente se consultaron trabajos de zonas próximas que ofrecían nombres vernáculos (Cueto y Blanca, 1997; Blanca y Morales 1991), así como un diccionario específico de nombres vernáculos (Ceballos Jiménez, 1998). Para algunos taxones no se conoce nombre vernáculo.
- Familia: Se especifica la familia a la que pertenece, siguiendo la nomenclatura de *Flora iberica* (Castroviejo *et al.*, 1986-2007), excepto para la familia *Liliaceae* que se siguió a Valdés *et al.* (2002).
- Clase fitosociológica: Se indica la principal clase fitosociológica de la que cada especie es característica. Con objeto de completar estos datos se ha consultado el trabajo de Rivas-Martínez *et al.* (2002), y para los taxones que no recogía este trabajo, así como para dudas sobre otras especies concretas, se ha seguido a Peinado *et al.* (1992).
- Distribución: Se describe la distribución global de cada taxón (basada en las floras y trabajos referenciados anteriormente).
- Ecología: Ya que toda la flora contenida en el catálogo se localizaba en cultivos abandonados, en esta sección se incluyen los datos sobre la ecología característica del taxon, recopilada de las floras citadas.
- Frecuencia de aparición, se han empleado 4 categorías:
 - Puntual: especies que aparecen confinadas en localidades muy concretas.
 - Escasa: elementos que, sin ser frecuentes, pueden encontrarse en diversas localidades, o bien si están más o menos localizados, su área es amplia.
 - Frecuente: especies que no forman grandes masas, ni son directrices de comunidades muy extendidas, pero que ocupan áreas amplias.
 - Abundante: especies directrices y dominantes, muchas veces en comunidades de significado paisajístico.

- Tipo biológico: Se especifica el biotipo en el sistema clásico de Raunkjaer (1934), con las modificaciones de Braun Blanquet (1979), Bolós y Vigo (1984) y Rivas-Martínez (1996):

Terófito: planta de desarrollo anual cuya fase perdurante es la semilla.

Geófito: planta herbácea vivaz cuyos órganos perdurantes en la época se encuentran bajo tierra (bulbos, rizomas y tubérculos).

Hemicriptófito: planta herbácea vivaz cuyas yemas perdurantes se encuentran a ras del suelo. Se incluyen aquí las plantas bienales.

Caméfito: planta herbácea o leñosa cuyas yemas perdurantes se hallan por encima del nivel del suelo a menos de 50 cm de altura.

Fanerófito:

Nanofanerófito: planta leñosa o herbácea vivaz cuyas yemas perdurantes se encuentran entre 0,50 y 2 m de altura en la madurez.

Macrofanerófito: leñosa, con yemas perdurantes a alturas superiores a 2 m. en la madurez.

Hidrófito: planta acuática flotante o enraizada, se incluyen los helófitos o plantas semiterrestres vivaces y enraizadas cuyos órganos asimiladores sobresalen del agua.

- Usos potenciales: Se indican los principales usos asociados a cada una de las especies, si los tiene. Con objeto de completar este tipo de información se ha seguido la obra de Rivera y Obón (1991), diferenciando diversos tipos de usos. En el campo de la alimentación se han contemplado las plantas que producen aceites comestibles, bebidas no alcohólicas, edulcorantes, especias y condimentos, frutos comestibles, raíces, rizomas o frutos que pueden ser transformados en harinas, hojas y tallos comestibles. Las plantas empleadas para hacer alcoholes y licores también se han detallado. Se indica qué plantas pueden utilizarse en cosmética y perfumería. Entre los usos industriales y artesanos de las plantas se han diferenciado varias categorías: aceites, grasas y ceras de uso industrial, barrilleras, combustibles vegetales, celulosa y pasta de papel, curtientes, jabones, maderas, resinas y gomas, tintes... A diferencia de la obra referenciada, no se detallan en esta sección otros tipos de usos: mágicos, religiosos, folklóricos, afrodisiacos, psicotrópicos, etc. Sin embargo, se ha incluido, además, el uso medicinal (González-Tejero, 1992; González-Tejero *et al.*, 1995). El aprovechamiento apícola y forrajero de las plantas se ha completado consultando (Nieto y Valenzuela, 1995; Sáenz y Gómez, 2000). Para numerosas plantas no se han hallado usos reconocidos.

1.2.2.3. Análisis florístico

Los datos del catálogo de flora se analizaron estudiando los espectros biológicos, corológicos, taxonómicos y fitosociológicos. La información aportada sobre los usos potenciales de las plantas se amplía en esta sección, a partir de las obras referenciadas.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. VEGETACIÓN

Los principales resultados del estudio fitosociológico de la vegetación de los cultivos abandonados del territorio se muestran a continuación, incluyen el esquema sintaxonómico que encuadra las asociaciones identificadas, la descripción de los sintaxones, así como las tablas sintéticas que incluyen parte de los inventarios fitosociológicos realizados.

1.3.1.1. Esquema sintaxonómico

I. *SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE* Br.-Bl. y Tüxen ex A. y O. Bolòs 1950 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

[*Salicornietea fruticosae* Br.-Bl. y Tüxen ex A. y O. Bolòs 1950 (art. 45)]

Ia. *Sarcocornietalia fruticosae* Br.-Bl. 1933 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

[*Salicornietalia fruticosae* Br.-Bl. 1933 (art. 45)]

I.1. *Sarcocornion fruticosae* Br.-Bl. 1933 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

[*Salicornion fruticosae* Br.-Bl. 1933 (art. 45)]

I.1.1. ***Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*** Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

[*Cistancho phelypaeae-Arthrocnemetum fruticosi* Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977 (art. 45)]

I.2. *Suaedion verae* (Rivas-Martínez, Lousa, T.E. Díaz, Fernández-González y J.C. Costa 1990) Rivas-Martínez, Fernández-González y Loidi 1999.

I.2.1. ***Atriplici glaucae-Suaedetum verae*** O. Bolòs (1967) 1989.

[*Suaedetum fruticosae atriplicetosum glaucae* O. Bolòs 1967(basion.)]

II. *PEGANO-SALSOLETEA* Br.-Bl. y O. Bolòs 1958.

Ila. *Salsolo vermiculatae-Peganetalia harmalae* Br.-Bl. y O. Bolòs 1954.

II.1. *Salsolo vermiculatae-Peganion harmalae* Br.-Bl. y O. Bolòs 1954.

II.1.1. ***Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*** Rivas-Martínez y Izco en Izco 1972.

II.1.2. ***Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*** (Br.-Bl. y O. Bolòs 1958) O. Bolòs 1967.

[*Salsolo-Peganetum harmalae salsoletosum* Br.-Bl. y O. Bolòs 1958]

II.2. *Carthamo arborescentis-Salsolion oppositifoliae* Rivas Goday y Rivas-Martínez 1963.

[*Salsolo oppositifoliae-Suaedion* Rigual 1972 (syntax. syn.)]

II.2.1. ***Atriplicetum glauco-halimi*** Rivas-Martínez y Alcaraz en Alcaraz 1984.

II.3. *Hammado articulatae-Atriplicion glaucae* Rivas Goday y Rivas-Martínez ex Rigual 1972 *corr.* Alcaraz, P. Gómez, De la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991.

[*Haloxylon tamariscifolii-Atriplicion glaucae* Rivas Goday y Rivas-Martínez ex Rigual 1972, *Haloxylon-Atriplicion glaucae* Rivas Goday y Rivas-Martínez 1963 (art. 8), *Atriplicenion glaucae* Peinado, Martínez Parras, Bartolomé y Alcaraz 1989 (*corresp. name*)].

II.3.1. ***Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*** F. Valle, Mota y Gómez Mercado 1987.

II.3.2. ***Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*** Rigual 1972 *corr.* Alcaraz, P. Gómez, De la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991.

[*Haloxylon tamariscifolii-Atriplicetum glaucae* Rigual 1972 (art.43.)]

1.3.1.2. Descripción de los sintaxones

I. *SARCOCORNIETEA FRUTICOSAE* Br.-Bl. y Tüxen ex A. y O. Bolòs 1950 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

Incluye formaciones vegetales marcadamente halófilas tanto de saladares de litoral como de interior, constituidas principalmente por nanofanerófitos y caméfitos suculentos y de hojas arrosetadas. Tiene su óptimo en las regiones Mediterránea, Irano-Turánica y Sáhara-Arábica. De forma discreta y empobrecida penetra en las costas atlánticas eurosiberianas. Especies características de la clase y presentes en la zona son *Inula crithmoides*, *Sarcocornia fruticosa*, así como numerosas especies del género *Limonium*, entre otras.

1a. *Sarcocornietalia fruticosae* Br.-Bl. 1933 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

Vegetación halofítica dominada por caméfitos suculentos o nanofanerófitos de los géneros *Sarcocornia*, *Arthrocnemum*, *Suaeda*, etc., que aparecen en los suelos salinos húmedos a inundaciones temporales de aguas salobres.

I.1. *Sarcocornion fruticosae* Br.-Bl. 1933 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002.

Engloba asociaciones Mediterráneas y Cantabro-Atlánticas, que se establecen en suelos que sufren inundaciones frecuentes y que suelen estar siempre húmedos a poca profundidad, conteniendo, además, un alto contenido en sales. *Sarcocornia fruticosa* es una de las especies características de esta alianza.

I.1.1. ***Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*** Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002. (Tabla 1.1).

Comunidad dominada por *Sarcocornia fruticosa*, que puede estar acompañada, por taxones como *Phragmites australis* y *Suaeda vera*, que aportan mucha menor cobertura. Se establece en suelos que sufren inundaciones frecuentes, siempre húmedos a poca profundidad y alta riqueza en sales. Se distribuye por el litoral Ibérico meridional, desde el sector Ribatagano-Sadense al Murciano, pero que también penetra en los territorios interiores.

I.2. *Suaedion verae* (Rivas-Martínez, Lousa, T.E. Díaz, Fernández-González y J.C. Costa 1990) Rivas-Martínez, Fernández-González y Loidi 1999.

Asociaciones propias de las zonas elevadas de los saladares que pueden ocupar los caballones y suelos removidos que separan los estanques de las salinas, así como sus márgenes y zonas exteriores y donde suele ser dominante *Suaeda vera*.

I.2.1. ***Atriplici glaucae-Suaedetum verae*** O. Bolòs (1967) 1989. (Tabla 1.2).

Se trata de un matorral denso y verde franco de *Suaeda vera*, caméfito de hoja suculenta que puede superar el metro de altura. Junto a ésta suelen presentarse, con color blanco-azulado, *Atriplex glauca* y *Suaeda pruinosa*, y, con mucha menor frecuencia y abundancia, otras quenopodiáceas nitrófilas y algunas otras acompañantes. Se desarrolla sobre suelos arcillosos salinos, con cierto grado de humedad y nitrificados (generalmente en zonas de cultivos abandonados pastoreadas). Aparece en el piso termomediterráneo y horizonte inferior del mesomediterráneo, bajo ombrotipo semiárido. Se distribuye por la provincia Murciano-almeriense y por los sectores Guadiciano-Bastetano (provincia Bética) y Setabense (provincia Catalano-Valenciano-Provenzal).

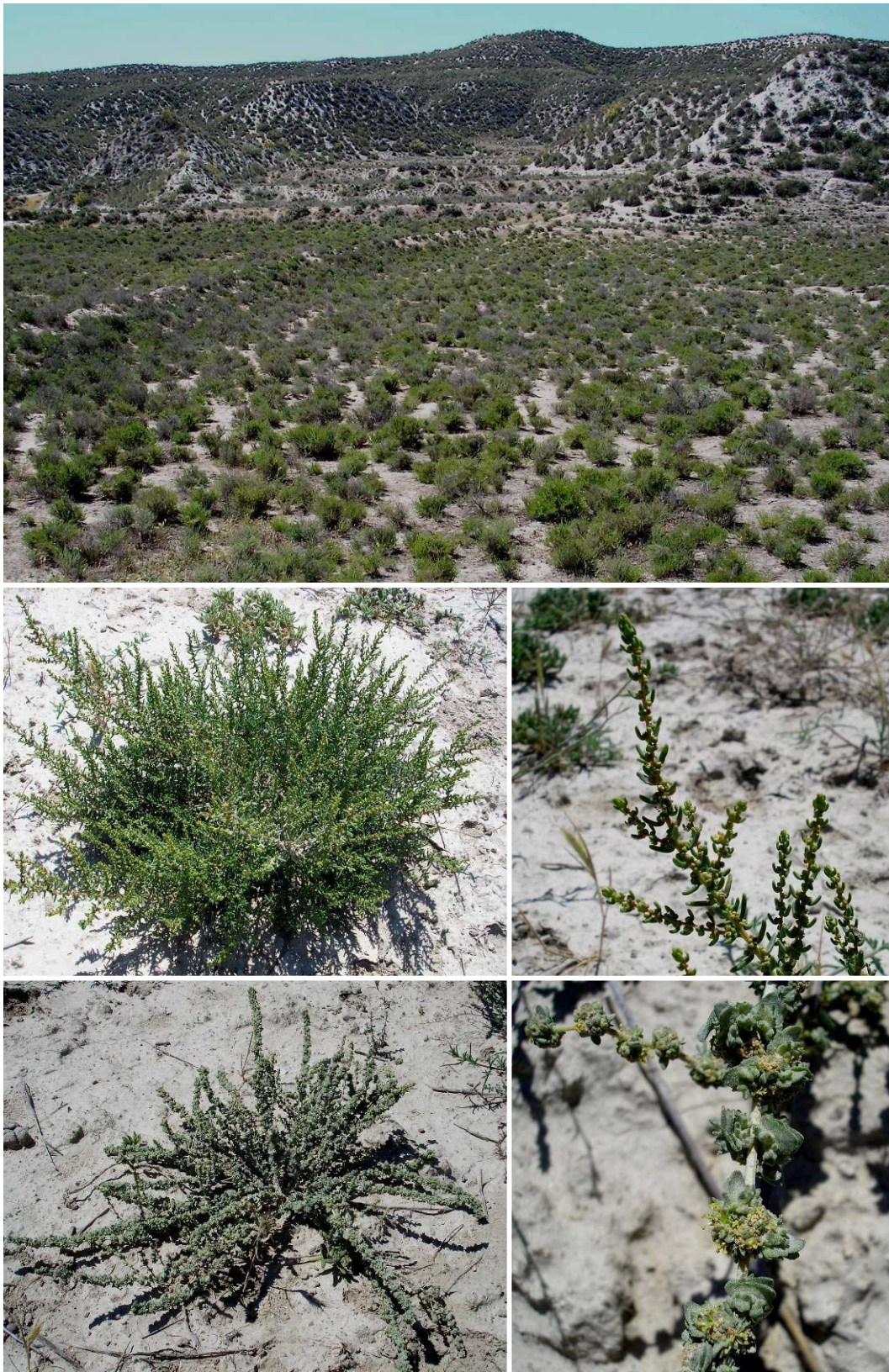


Figura 1.1. Aspecto de la comunidad *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* y de dos de sus especies características *Suaeda vera* (imágenes centrales) y *Atriplex glauca* (imágenes inferiores).

II. PEGANO-SALSOLETEA Br.-Bl. y O. Bolòs 1958.

Vegetación de matorrales subnitrófilos en la que son preponderantes los caméfitos y nanocaméfitos de alto poder de colonización, que invaden áreas casi totalmente desprovistas de vegetación, tras roturaciones o abandono de cultivos así como bordes de caminos y zonas abusivamente pastoreadas. Inicialmente la clase abarcaba exclusivamente malezas nitrófilas y halonitrófilas de ombrotipo árido y semiárido, pero en la actualidad quedan también englobadas las asociaciones de tomillares subnitrófilos y colonizadores que se desarrollan bajo ombrotipo seco (Costa, 1975; Peinado y Martínez Parras, 1984; Valle *et al.* 1987b). Tiene una amplia distribución, como corresponde a su carácter nitrófilo, en las regiones Mediterránea, Macaronésica, Irano-Turánica y Saharo-India. Especies características de esta clase y registradas en el territorio son *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Artemisia herba-alba*, *Atriplex glauca*, *Atriplex halimus*, *Hammada articulata*, *Peganum harmala* y *Salsola vermiculata*, entre otras.

Ila. *Salsolo vermiculatae-Peganelalia harmalae* Br.-Bl. y O. Bolòs 1954.

Comunidades halonitrófilas que muestran su óptimo en áreas termo y mesomediterráneas de ombrotipo seco y semiárido, sobre suelos ricos en compuestos nitrogenados o incluso salinos. Son especies características *Peganum harmala*, *Salsola vermiculata*, *Atriplex halimus*, *Artemisia herba alba*, etc.

II.1. *Salsolo vermiculatae-Peganion harmalae* Br.-Bl. y O. Bolòs 1954.

Comunidades de ombrotipo seco y semiárido propias de áreas mediterráneas continentales de inviernos frescos o fríos. En la Península Ibérica, la alianza tiene su óptimo en las provincias biogeográficas Aragonesa y Castellano-Maestrazgo-Manchega, aunque es frecuente en la Bética y en la Murciano-Almeriense. Son características especies como *Peganum harmala*, *Frankenia thymifolia* y *Salsola vermiculata*.

II.1.1. ***Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*** Rivas-Martínez y Izco en Izco 1972. (Tabla 1.3).

Tomillar leñoso fruticoso, casi postrado, que puede llegar a adquirir cierto grado de cobertura. Se desarrolla sobre suelos yesíferos continentales enriquecidos en sales y pastoreados, en el piso mesomediterráneo y bajo ombrotipo semiárido y seco. Aparece en zonas alteradas, por lo que con el tiempo va siendo sustituido por romerales gipsícolas o espartales, en función de las características del sustrato. Asociación de distribución Ibérica continental. Es muy frecuente en zonas yesíferas como la zona comprendida entre Cúllar, Benamaurel, Galera y Baza. Como especies dominantes destacan *Frankenia thymifolia* y *Artemisia herba-alba*, entre las especies acompañantes podemos nombrar *Suaeda vera* y *Salsola vermiculata*.

II.1.2. ***Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*** (Br.-Bl. y O. Bolòs 1958) O. Bolòs 1967. (Tabla 1.4).

Comunidad con aspecto estepario dominado por caméfitos nitrófilos entre los que predominan *Salsola vermiculata* y *Artemisia herba-alba*, la última aporta un color ceniza a la asociación, que puede estar acompañada por un pastizal de terófitos durante la primavera. Aparece en campos de cultivo abandonados bajo ombrotipo semiárido y seco inferior, en el termotipo mesomediterráneo inferior, en zonas con sales y nitrógeno en el suelo. En relación a su distribución Peinado *et al.* (1992) señalan que su óptimo tiene lugar en las provincias Aragonesa y Castellano-Maestrazgo-Manchega, y que ocasionalmente alcanza los límites de la provincia Murciano-Almeriense, según nuestro estudio también llega a la provincia Bética.

II.2. ***Carthamo arborescentis-Salsolion oppositifoliae*** Rivas Goday y Rivas-Martínez 1963.

Asociaciones del sureste peninsular nitro-halófilas o nitro-subhalófilas, en las que dominan nanofanerófitos de hojas suculentas y que prosperan sobre suelos profundos, húmedos o temporalmente hidromorfos. Tienen una distribución ibérica centro-meridional y tingitana. Esta alianza se caracteriza por especies como *Atriplex halimus* y *Suaeda pruinosa*.

II.2.1. ***Atriplicetum glauco-halimi*** Rivas-Martínez y Alcaraz en Alcaraz 1984. (Tabla 1.5).

Matorrales elevados (de hasta 2,5 m.) y densos (con coberturas que pueden superar el 80%), en los que domina *Atriplex halimus*, a la que acompaña *Atriplex glauca*. Esta asociación es propia de suelos arcillosos compactos, algo salinos, bastante antropizados y a veces con ligera hidromorfía temporal. Aunque en su descripción original sus autores la describen como endémica de la provincia Murciano-Almeriense, hoy se sabe que se halla muy bien representada dentro de la provincia Bética y concretamente en el distrito Guadiciano-Bastetano. De forma residual puede llegar también a territorios manchegos (Valdés Franzi *et al.*, 1993).



Figura 1. 2. Aspecto de diversas comunidades instaladas en antiguos cultivos del territorio, de arriba abajo: *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*, *Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* y *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*.

II.3. *Hammado articulatae-Atriplicion glaucae* Rivas Goday y Rivas-Martínez ex Rigual 1972 corr. Alcaraz, P. Gómez, De la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991.

Asociaciones de ombrotipo semiárido propias de áreas mediterráneas con inviernos templados y cálidos, que se desarrollan en suelos no hidromorfos. Presentan un óptimo en la provincia corológica Murciano Almeriense, pero penetran en los territorios menos lluviosos béticos (sectores Guadiciano-Bacense, Alpujarreño-Gadoreense y Nevadense), setabenses y manchego-espunenses. Algunas de las especies características son: *Artemisia barrelieri*, *Atriplex glauca*, *Hammada articulata* y *Zygophyllum fabago*.

II.3.1 ***Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*** F. Valle, Mota y Gómez Mercado 1987. (Tabla 1.6).

Tomillar de caméfitos de cobertura media baja y escasa diversidad, dominado por bojás (*Artemisia barrelieri* y en menor medida *A. campestris* subsp. *glutinosa*). Se trata de matorrales nitrófilo-colonizadores que invaden cultivos abandonados fundamentalmente, aunque pueden aparecer en otro tipo de zonas alteradas, tanto sobre micaesquistos como sobre margas, bajo termotipo mesomediterráneo y ombrotipos seco y, sobre todo, semiárido. Esta asociación se halla representada en los sectores Alpujarreño-Gadoreense, Malacitano-Almijareense, Guadiciano-Bacense y Nevadense, todos de la provincia Bética. Otras especies características son: *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, y *Andryala ragusina*.

II.3.2. ***Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*** Rigual 1972 corr. Alcaraz, P. Gómez, De la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991. (Tabla 1.7).

Comunidad de *Hammada articulata* de diversidad muy baja, en primavera los claros de la asociación pueden verse invadidos por terófitos nitrófilos. Asociación termo-mesomediterránea de suelos arcillosos vérticos no en demasía alterados. Es típica de taludes y márgenes de cultivos. Presenta su óptimo en la provincia Murciano-Almeriense, alcanza marginalmente los sectores Manchego (Provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega) y Guadiciano-Bacense (Provincia Bética).



Figura 1. 3. Aspecto de diversas comunidades instaladas en antiguos cultivos del territorio, de arriba abajo: *Atriplicetum glauco-halimi*, *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* y *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*.

Tabla 1. 1. *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi, Lousa y Penas 2002.

Nº Orden	1	2	3	4	5
Altitud m.s.n.m.	860	730	800	800	885
Area (m)	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20
Cobertura (%)	70	100	90	80	70
Altura media (cm)	45	40	45	40	35
Exposición	-	-	-	-	-
Pendiente (%)	-	-	-	-	-
Características de asociación y unidades superiores					
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	4	4	4	4	3
<i>Suaeda vera</i>	2	1	2	2	2
<i>Limonium majus</i>	-	1	-	-	-
<i>Limonium supinum</i>	-	1	-	-	-
<i>Limonium delicatulum</i>	-	-	2	-	1
Compañeras					
<i>Atriplex glauca</i>	-	-	1	-	1
<i>Artemisia herba-alba</i>	2	-	-	-	-
<i>Plantago maritima</i>	-	2	-	-	-
<i>Sedum album</i>	+	-	1	-	-
<i>Lygeum spartum</i>	+	-	-	-	1
<i>Frankenia thymifolia</i>	-	-	-	-	1
<i>Bromus matritensis</i>	1	-	-	-	-
<i>Phragmites australis</i>	-	1	2	1	-
<i>Gypsophila tomentosa</i>	-	1	-	-	-
<i>Lygeum spartum</i>	-	1	-	-	-
<i>Tamarix sp.</i>	-	-	-	1	-

Localidades: 1: Barranco de Mazarra (Cúllar), UTM: 530900/4154300, 2: Saladares del Baico (Baza), UTM: 523200/4154900; 3 y 4: Arroyo del Salar del Margen (Cúllar) UTM: 535000/4166800; 5: La Amarguilla (Cúllar), UTM: 533200/4156600.

Tabla 1. 2. *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* O. Bolòs (1967) 1989.

Nº Orden	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitud m.s.n.m.	880	840	840	890	855	880	890	845
Area (m)	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20
Cobertura (%)	60	70	75	30	65	60	65	65
Altura media (cm)	30	40	45	30	20	35	35	25
Exposición	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente (%)	-	-	-	-	-	-	-	-

Características de asociación y unidades superiores

<i>Suaeda vera</i>	3	2	2	3	3	3	3	4
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	-	-	-	-	1	2	-	-
<i>Limonium delicatulum</i>	1	-	-	+	1	-	-	-

Compañeras

<i>Atriplex glauca</i>	2	1	1	2	2	+	1	2
<i>Frankenia thymifolia</i>	3	2	2	2	2	1	2	1
<i>Artemisia herba-alba</i>	1	2	1	2	1	-	1	-
<i>Salsola vermiculata</i>	1	1	-	-	1	-	-	-
<i>Helianthemum squamatum</i>	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Lygeum spartum</i>	-	-	-	+	1	1	-	1
<i>Hordeum leporinum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Scabiosa stellata</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Aizoon hispanicum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Plantago albicans</i>	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centaurea aspera</i>	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Centaurea melitensis</i>	-	-	-	-	-	1	1	-

Localidades: 1: Rambla de la Amarguilla (Cúllar), UTM: 533000/4156000; 2 y 3: Prox. Bco. de las Cuevas del Aguilón (Cúllar), UTM: 53110/4155000, 531100/4155100; 4: Prox. a Cúllar, (Ctra. Cúllar-Huésca), UTM: 5368100/4161300, 5: La Borracha (Baza), UTM: 530300/4154300; 6 y 7: La Amarguilla (Cúllar), UTM: 533200/4156600 y 533200/4156600. 8: Mazarra (Cúllar), UTM: 530600/4154400.

Tabla 1. 3. *Artemisia herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* Rivas-Martínez & Izco en Izco 1972.

Nº Orden	1	2	3	4	5	6	7
Altitud m.s.n.m.	770	770	795	755	790	840	860
Area (m)	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20
Cobertura (%)	35	35	60	65	45	40	35
Altura media (cm)	15	25	20	25	20	20	10
Exposición	-	-	-	-	-	-	SO
Pendiente (%)	-	-	-	-	-	-	5
Características de la asociación y de unidades superiores							
<i>Frankenia thymifolia</i>	3	3	4	4	3	3	3
<i>Artemisia herba-alba</i>	+	1	1	2	1	-	-
<i>Suaeda vera</i>	2	2	1	2	2	1	-
<i>Atriplex glauca</i>	1	1	2	-	1	-	-
<i>Salsola vermiculata</i>	-	-	-	1	2	-	-
Compañeras:							
<i>Limonium</i> sp.	1	-	-	-	-	-	-
<i>Lygeum spartum</i>	-	-	-	-	-	2	-
<i>Hordeum leporinum</i>	-	-	1	1	1	-	-
<i>Gypsophila struthium</i>	-	-	-	-	-	-	1
<i>Onopordum nervosum</i>	-	-	-	-	+	-	-
<i>Thymus zygis</i> subsp. <i>gracilis</i>	-	-	-	-	+	-	-

Localidades: 1: Cañada de Maciamolá (Benamaurel), UTM: 530734/4163623; 2: Cañada de Maciamolá (Benamaurel), UTM: 530700/4163600; 3, 4 y 5: Cañada del Caballo (Benamaurel), UTM: 532100/4162900, 531481/4162600; 531600/4162800; 6: Mazarra (Cúllar), UTM: 530638/4154500; 7: Mazarra (Cúllar), UTM: 530700/4154400.

Tabla 1. 4. *Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*. (Br.-Bl. & O. Bolòs 1958) O. Bolòs 1967.

Nº Orden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altitud m.s.n.m.	750	775	840	840	840	910	780	790	820	815
Area (m)	20x20	20x20	20x20	20x20	20x20	15x15	20x20	20x20	20x20	20x20
Cobertura (%)	60	35	55	30	70	40	30	40	30	55
Altura media (cm)	30	30	40	25	50	25	30	25	35	30
Exposición	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pendiente (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Características de asociación y unidades superiores:										
<i>Artemisia herba-alba</i>	4	2	2	2	4	3	3	3	3	4
<i>Salsola vermiculata</i>	-	3	4	1	3	-	2	+	+	-
<i>Hammada articulata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Suaeda vera</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Atriplex glauca</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Peganum harmala</i>	-	-	-	-	+	-	-	2	-	-
<i>Capparis spinosa</i>	-	-	-	-	-	-	+	1	-	1
Compañeras:										
<i>Retama sphaerocarpa</i>	2	1	1	1	-	-	-	-	1	-
<i>Helianthemum violaceum</i>	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Teucrium capitatum</i>	1	+	-	1	+	-	-	1	-	1
<i>Thymus zygis subsp. gracilis</i>	+	1	-	3	+	1	-	-	-	1
<i>Lepidium subulatum</i>	+	-	-	-	-	2	+	-	1	-
<i>Helianthemum squamatum</i>	+	1	+	-	-	1	+	-	-	-
<i>Rosmarinus officinalis</i>	-	2	1	-	1	-	-	-	+	-
<i>Gypsophila struthium</i>	-	2	+	-	-	2	-	-	2	1
<i>Plantago albicans</i>	-	1	1	1	-	1	1	1	1	1
<i>Stipa tenacissima</i>	-	1	1	-	-	+	-	-	-	-
<i>Eruca vesicaria</i>	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-
<i>Hordeum leporinum</i>	-	-	1	-	-	1	-	1	-	-
<i>Avena barbata</i>	-	-	1	1	1	1	-	-	-	-
<i>Bromus matritensis</i>	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-
<i>Aegilops geniculata</i>	-	-	1	1	-	1	-	1	-	-
<i>Aizoon hispanicum</i>	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
<i>Papaver rhoeas</i>	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-
<i>Euphorbia serrata</i>	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Scabiosa stellata</i>	-	-	1	1	1	1	-	1	-	-
<i>Ononis tridentata</i>	-	-	-	2	-	+	-	-	-	-
<i>Launaea fragilis</i>	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
<i>Onopordum nervosum</i>	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-

Además: *Eryngium campestre* + en 4, *Filago pyramidata* 1 en 8, *Stipa lagascae* 1 en 8, *Centaurea melitensis* 1 en 5 y + en 8, *Centaurea aspera* 1 en 5, *Vicia sativa* 1 en 3, *Dactylis glomerata* 1 en 3, *Linum strictum* 1 en 8, *Helianthemum syriacum* 1 en 4, *Picnomon acarna* 1 en 5, *Scolymus hispanicus* 1 en 5.

Localidades: **1:** Prox. Cañada de las Hermanillas (Baza), UTM: 527800/4156600; **2:** Prox. Cañada de Pamplana la Honda (Cúllar), UTM: 530600/4158400; **3 y 4:** Coto de Don Rodrigo (Cúllar), UTM: 534872/4165500, 534978/4165700; **5:** Cañada Maciamolá (Cúllar), UTM: 535400/4163000, **6:** Prox. Cortijo y Cuevas de Eustaquio (Cúllar) UTM: 536900/4165700; **7:** Prox. Salazar (Baza), UTM: 526800/4153000; **8:** Prox. Cerro de los Yegüeros (Benamaurel), UTM: 532300/4165200 y 532200/4165200; **9:** Prox. Cerro de Domingo Gil (Cúllar), UTM: 532200/4161300; **10:** Prox. Cañada del Caballo (Benamaurel), UTM: 529700/4161900.

Tabla 1. 5. *Atriplicetum glauco-halimi* Rivas-Martínez y Alcaraz en Alcaraz 1984.

Nº Orden	1	2	3	4	5
Altitud m.s.n.m.	870	855	780	770	770
Area (m)	20x20	15X15	15X15	15X15	15X15
Cobertura (%)	70	75	75	80	30
Altura media (cm)	60	125	110	100	40
Exposición	-	-	O	-	NE
Pendiente (%)	-	-	2	-	2
Características de asociación y unidades superiores					
<i>Atriplex halimus</i>	3	4	4	4	3
<i>Atriplex glauca</i>	-	1	-	-	-
<i>Artemisia herba-alba</i>	-	-	2	2	2
<i>Salsola vermiculata</i>	-	-	1	2	2
<i>Suaeda vera</i>	2	2	-	1	2
<i>Suaeda pruinosa</i>	-	1	-	-	-
Compañeras					
<i>Sarcocornia fruticosa</i>	1	-	-	-	-
<i>Retama sphaerocarpa</i>	-	-	+	-	+
<i>Lygeum spartum</i>	-	-	-	1	2
<i>Plantago albicans</i>	-	-	+	-	1
<i>Limonium sp.</i>	1	-	-	-	-
<i>Limonium majus</i>	-	1	-	-	-
<i>Onopordum nervosum</i>	-	+	-	-	-
<i>Tamarix canariensis</i>	-	+	-	-	-
<i>Plantago coronopus</i>	-	1	-	-	-
<i>Medicago sativa</i>	-	1	-	-	-
<i>Dittrichia viscosa</i>	-	-	+	-	-
<i>Foeniculum vulgare</i>	-	-	+	-	-
<i>Limonium delicatulum</i>	-	-	-	1	2
<i>Andryala ragusina</i>	-	-	-	-	+

Localidades: **1:** Arroyo del Salar del Margen (Cúllar), UTM: 537000/416600. **2:** El Margen (Cúllar), UTM: 537880/4165524; **3:** Prox. Crta. Salazar-La Jamula (Baza), UTM: 527300/ 4151900; **4 y 5:** Prox. Salazar (Baza), UTM: 526700/4152900.

Tabla 1. 6. *Andryala ragusinae-Artemisietum barrelieri* F. Valle, Mota y Gómez Mercado 1987.

Nº Orden	1	2	3	4	5	6	7	8
Altitud m.s.n.m.	895	970	1000	1000	950	945	945	950
Area (m)	20X20	20X20	15X15	15X15	20x20	20x20	20x20	15X15
Cobertura (%)	60	55	30	40	35	40	60	25
Altura media (cm)	20	30	15	20	20	35	40	25
Exposición	N	-	S	S	20	NE	3	-
Pendiente (%)	5	-	5	5	-	NE	20	-

Características de asociación y unidades superiores

<i>Artemisia barrelieri</i>	4	3	3	4	3	3	4	3
<i>Andryala ragusina</i>	2	2	1	1	2	2	1	2
<i>Salsola vermiculata</i>	1	1	-	+	-	-	-	-
<i>Atriplex halimus</i>	(+)	-	-	-	-	-	-	-
<i>Helichrysum italicum</i> subsp. <i>serotinum</i>	-	1	-	-	+	1	1	-
<i>Santolina canescens</i>	-	1	-	-	-	-	-	-

Compañeras

<i>Launaea fragilis</i>	2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thymus zygis</i> subsp. <i>gracilis</i>	1	-	1	+	2	-	1	+
<i>Retama sphaerocarpa</i>	+	1	+	-	+	1	3	+
<i>Stipa tenacissima</i>	+	-	-	-	+	-	+	-
<i>Euphorbia serrata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hordeum leporinum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aegilops geniculata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plantago albicans</i>	1	-	1	1	-	-	-	1
<i>Reseda lutea</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centaurea aspera</i>	1	-	-	-	-	1	1	-
<i>Eruca vesicaria</i>	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paronychia capitata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bupleurum frutescens</i>	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Teucrium capitatum</i> subsp. <i>gracillimun</i>	-	1	1	+	-	-	-	-
<i>Eryngium campestre</i>	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Carlina corymbosa</i>	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	1	2	-
<i>Thymus longiflorus</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Stipa lagascae</i>	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Helianthemum violaceum</i>	-	-	-	-	-	-	-	+

Localidades: 1: Prox. Cortijo del Gatal (Cúllar), UTM: 536600/4159500; 2: Ctra. Caniles-Escúllar (Caniles) UTM: 524800/4141600; 3 y 4: Pedro García (Cúllar), UTM: 538600/4155700; 5: Prox. Acceso a Zújar desde Autovía (Baza), UTM: 5167000/4152000; 6 y 7: Prox a Cúllar, UTM: 538600/4158500; 8: Prox. Cúllar, UTM: 538700/4158700.

Tabla 1. 7. *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae* Rigual 1972 corr. Alcaraz, P. Gómez, de la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991.

Nº Orden	1	2	3	4	5	6
Altitud m.s.n.m.	745	745	745	770	770	760
Area (m)	20X20	20X20	20X20	20X20	20X20	20X20
Cobertura (%)	30	75	80	75	65	40
Altura media (cm)	35	45	40	60	40	30
Exposición	-	-	-	-	-	-
Pendiente (%)	-	-	-	-	-	-

Características de asociación y unidades superiores

<i>Hammada articulata</i>	3	4	4	3	3	3
<i>Artemisia herba-alba</i>	2	1	1	1	1	2
<i>Salsola vermiculata</i>	+	-	2	2	1	
<i>Atriplex glauca</i>	+	+	+	1	+	1
<i>Frankenia thymifolia</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Capparis spinosa</i>	-	-	-	+	-	-

Compañeras

<i>Retama sphaerocarpa</i>	+	+	-	-	-	1
<i>Teucrium capitatum</i> subsp. <i>gracillimum</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Stipa tenacissima</i>	-	+	-	-	-	-
<i>Lygeum spartum</i>	-	-	2	-	+	-
<i>Centaurea melitensis</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Crupina crupinastrum</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Piptatherum miliaceum</i>	-	-	-	1	1	-
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Plantago albicans</i>	-	-	-	-	-	1
<i>Helianthemum squamatum</i>	-	-	-	-	-	+

Localidades: **1, 2 y 3:** Proximidades Barrio Conejo (Baza), UTM: 527400/4155500; **4 y 5:** Prox. Antigua ctra. Cúllar-Baza (Baza), UTM: 527500/4153500; **6:** Bco. del Espartal (Baza), UTM: 527100/4154100.

1.3.2. FLORA

Se expone un catálogo de especies de campos abandonados del territorio. Aunque, como ya se ha indicado, no se trata de un catálogo florístico exhaustivo, sí resulta representativo ya que incluye las especies más frecuentes y características, pudiendo aportar información apropiada para analizar las principales particularidades florísticas de estos espacios. El listado de especies que integra el catálogo se ha ordenado alfabéticamente, para facilitar su consulta. Tras el catálogo se expone un análisis florístico.

1.3.2.1. Catálogo de flora de cultivos abandonados

Aegilops geniculata Roth., “rompesacos” o “trigo montesino”.

Gramineae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea, Crimea, Macaronesia.

Campos incultos y bordes de caminos.

Frecuente.

Terófito.

Forrajera, comestible, pueden obtenerse harinas.

Aizoon hispanicum L., “algazul”.

Aizoaceae.

Stellarietea mediae.

O y S de la Región Mediterránea, Canarias, Egipto, SO de Asia hasta el Irán y la Transcaucasia.

Campos de cultivo, arenales del litoral, terrenos secos y roquedos.

Frecuente.

Terófito.

Barrillera.

Allium rouyi Gaut., “ajo silvestre”.

Alliaceae.

Sierras Béticas, desde Estepona hasta Moratalla.

Claros de sabinares y pinares, espartizales, pedregales y repisas de roquedos, sobre calizas o serpentinas.

Frecuente.

Geófito.

Otras de su género presentan interés forrajero.

Anacyclus clavatus (Desf.) Pers., “manzanilla gorda”.

Compositae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea, Turquía y Canarias.

Ruderal y algo nitrófilo, sobre suelos margosos o arcillosos.

Frecuente.

Terófito.

Andryala ragusina L., “ajonjilla”, pan de conejo”.

Compositae.

Thlaspietea rotundifolii.

Península Ibérica, Baleares, S de Francia, Córcega.

En taludes y pastizales sobre suelos generalmente básicos.

Frecuente.

Caméfito.

Medicinal, empleada para cosméticos y gomas.

Anthyllis cytisoides L., “albaida”.

Leguminosae.

Rosmarinetea officinalis.

Región Mediterránea Occidental.

Matorrales heliófilos abiertos, a veces en taludes; preferentemente calcícola, también en yesos, más ocasional en esquistos y arenales costeros (0-1300 m.).

Frecuente.

Caméfito.

Apícola, forrajera, empleada en cestería y como combustible.

Artemisia barrelieri Besser, “boja apestosa”, tomillo negro”.

Compositae.

Pegano-Salsoletea.

Endémica del S y E de España.

Suelos yesosos, calizos o arcillosos, tomillares nitrófilos.

Abundante.

Caméfito.

Apícola, forrajera, empleada en cestería y como combustible.

Artemisia campestris L. subsp. ***glutinosa*** (J. Gay ex DC.) Batt. “escobilla parda”.

Compositae.

Pegano-Salsoletea.

Región Mediterránea occidental.

Tomillares nitrófilos.

Escasa.

Caméfito.

Medicinal, forrajera.

Artemisia herba-alba Asso, “boja”.

Compositae.

Pegano-Salsoletea.

Sureste de Europa.

Matorrales nitrificados, tomillares nitrófilos.

Abundante.

Caméfito.
Medicinal, forrajera.

Arthrocnemum macrostachyum (Moris.) Moris, “alacranera”, “sosa jabonera”.

Chenopodiaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

Región Mediterránea y áreas limítrofes.

Saladares de la costa o del interior y marismas.

Escasa.

Caméfito.

Asphodelus cerasiferus J. Gay, “gamonito”, “vara de San José”.

Asphodelaceae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea occidental.

Claros de matorral heliófilo en facies nitrificadas.

Frecuente.

Geófito.

Otras de su género presentan interés forrajero y apícola.

Astragalus clusianus Soldano, “alquitira” “granévalo”.

Leguminosae.

Rosmarinetea officinalis.

Sur y Este de la Península Ibérica.

Matorrales heliófilos de sitios áridos o semiáridos en substratos yesosos, margosos o calcáreos (500-1200 m.).

Escasa.

Caméfito.

Atractylis humilis L., “cardo heredero”.

Compositae.

Rosmarinetea officinalis.

Mitad S de España y S de Francia.

Matorrales y pastizales alterados.

Escasa.

Hemicriptófito.

Atriplex glauca L., “saladilla”, “sosa blanca”.

Chenopodiaceae.

Pegano-Salsoletea.

O de la Región Mediterránea.

Sobre suelos arenosos o arcillosos más o menos salinos.

Abundante.

Caméfito.

Barrillera, otras de su género presentan interés forrajero.

Atriplex halimus L., “marisma”, “cenizo”, “salado”.

Chenopodiaceae.

Pegano-Salsolatea.

Región Mediterránea y S de África.

Suelos arcillosos, limosos o arenosos, pero siempre con un cierto grado de salinidad.

Abundante.

Fanerófito.

Forrajera, comestible, barrillera, ornamental. Se pueden preparar cosméticos, especias, harinas, tintes.

Avena barbata Pott ex Link, “avena morisca”.

Gramineae.

Stellarietea mediae.

Holártica, Región Mediterránea, Macaronésica e Irano-Turánica.

Ruderal nitrófila.

Frecuente.

Terófito.

Forrajera.

Bellardia trixago (L.) All., “gallocresta”.

Scrophulariaceae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea y Macaronesia.

Ruderal nitrófila.

Frecuente.

Terófito.

Biscutella auriculata L., “antojera”, “hierba de los anteojos”.

Cruciferae.

Stellarietea mediae.

Península Ibérica y N de África.

Cultivos de cereal, baldíos, pastos, bordes de camino o matorrales sobre substratos yesosos, arenosos, arcillosos o calizos.

Frecuente.

Terófito.

Bituminaria bituminosa (L.) C.H. Stirt., “trebol hediondo”, “trébol bituminoso”.

Leguminosae.

Lygeo-Stipetea.

S de Europa, O de Asia, N de África e Islas Canarias.

Ambientes nitrificados de bases de acantilados o linderos de bosques, variada.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, forrajera.

Brachypodium retusum (Pers.) Beauv., “lastón ramoso”, “hierba yesquera”.

Gramineae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea.

En pastizales y matorrales sobre suelos margosos y fisuras de rocas calcáreas.

Escasa.

Hemicriptófito.

Forrajera.

***Bromus matritensis* L.**

Gramineae.

Stellarietea mediae.

O y S de Europa, N de África, SO de Asia, Macaronesia (excepto Cabo Verde).

Pastizales anuales entre el matorral heliófilo, herbazales y bordes de caminos.

Frecuente.

Terófito.

Otras de su género presentan interés forrajero, utilizada para elaborar bebidas.

***Bupleurum fruticosens* L., “cuchilleja”, “hinojo de perro”.**

Umbelliferae.

Rosmarinetea officinalis.

Iberonorteafricana.

Matorral heliófilo.

Escasa.

Caméfito.

***Capparis spinosa* subsp. L. *spinosa*, “alcaparrera”.**

Capparaceae.

Pegano-Salsoletea.

Región Mediterránea.

Espontánea, cultivada o naturalizada.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, comestible, empleada como condimento y en la elaboración de alcoholes y cosméticos.

***Carlina corymbosa* L., “cardo cuco”, “cabeza de pollo”.**

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

S de Europa, N de África y SO de Asia.

Claros de matorral heliófilo en facies nitrificadas, campos incultos y cuencas.

Escasa.

Hemicriptófito.

Apícola, forrajera.

***Carthamus lanatus* L., “cardo cabrero”.**

Compositae.

Artemisieta vulgaris.

Región Mediterránea hasta el centro de Europa, Macaronesia.

Ruderal viaria.

Escasa.

Terófito.

Medicinal, empleada para aceites, combustibles y tintes.

Centaurea aspera L. subsp. ***aspera***, “brasera”, “esbarcera”.

Compositae.

Artemisieta vulgaris.

O de la Región Mediterránea y Macaronesia.

Taludes de suelos margosos o calcáreos, ruderal y viaria.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Centaurea melitensis L., “abrepuños”.

Compositae.

Stellarietea mediae.

S de Europa, N y O de África, Macaronesia.
En pastizales y lugares abiertos algo nitrificados.

Frecuente.

Terófito.

Cistanche phelypaea (L.) Cout., “jopo”, “jopo de zorra”.

Orobanchaceae.

Pegano-Salsoletea / Sarcocornietea fruticosae.

SW de Europa, N de África, Canarias, Azores, Cabo Verde, Creta, Chipre y SW de Asia (Posiblemente alcance la Península Arábiga).

Parásita de *Chenopodiaceae*, en hábitat salino, arenoso.

Escasa.

Hemicriptófito.

Comestible y empleada para la elaboración de harinas.

Cnicus benedictus L., “cardo benedicto”, “cardo santo”.

Compositae.

Stellarietea mediae.

S de Europa, NO de África (Argelia), O y SO de Asia.

Pastizales sobre suelos básicos o ácidos.

Escasa.

Terófito.

Comestible, condimentaria, se ha usado para elaborar aceites y alcoholes

Colchicum triphyllum Kunze, “cólchico”

Cochicaceae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea.

Pastizales de zonas montanas.
Puntual.
Geófito.

Convolvulus arvensis L., “corregüela”.

Convolvulaceae.

Artemisietea vulgaris.

Subcosmopolita.

Ruderal y arvense.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, forrajera, utilizada para alcoholes, cosméticos y tintes.

Conyza bonariensis (L.) Cronq.

Compositae.

Stellarietea mediae.

Oriunda de América del Sur. Naturalizada en la mayor parte del Mundo.

Ruderal nitrófila.

Frecuente.

Terófito.

Coris monspeliensis L., “hierba pincel”, “hierba de las úlceras”.

Primulaceae.

Rosmarinetea officinalis.

Región Mediterránea.

Claros de matorral heliófilo, en sustratos ricos en bases.

Escasa.

Caméfito.

Apícola.

Crocus nevadensis Amo, “azafrán blanco”.

Iridaceae.

Rosmarinetea officinalis.

Iberonorteafricana.

Pastizales montanos.

Puntual.

Geófito.

Crupina crupinastrum (Moris) Vis., “escobas”.

Compositae.

Tuberarietea guttatae.

Región Mediterránea, S de Europa, NO de África, SO de Asia.

Pastizales sobre suelos básicos.

Frecuente.

Terófito.

Cynanchum acutum L., “matacán o mataperros”.

Asclepiadaceae.

Galio-Urticetea.

Sur de Europa, zona Mediterránea.

Lugares húmedos, arenales, vegas, zonas salitrosas semiáridas.

Escasa.

Hemicriptófito.

Dactylis glomerata L., “triguera”, “grama de jopillos”, “jopillos de monte”.

Gramineae.

Molinio-Arrhenatheretea.

Región Mediterránea, SO y C de Asia y Norte de África.

Pastizales vivaces, taludes y claros de matorral heliófilo.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Forrajera.

Dittrichia viscosa (L.) Greuter, “matamosquera”.

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

Regiones Mediterránea y Macaronésica.

Ruderal, viaria, nitrófila.

Frecuente.

Caméfito.

Medicinal, apícola, empleada en perfumes, tintes y plaguicidas.

Erodium cicutarium (L.) L'Hér., “relojes”, “pico de cigüeña”.

Geraniaceae.

Stellarietea mediae.

Europa, N de África, SE de Asia, Macaronesia.

Herbazales nitrófilos o ruderales.

Escasa.

Terófito.

Comestible.

Eruca vesicaria (L.) Cav., “oruga blanca”.

Cruciferae.

Stellarietea mediae.

S de Europa, N de África y SO de Asia.

Campos de secano, barbechos y herbazales ruderalizados o viarios.

Frecuente.

Terófito.

Apícola, comestible, condimentaria, pueden elaborarse aceites.

Eryngium campestre L., “cardocuco”, “cardo corredor”.

Umbelliferae.

Artemisietea vulgaris.

Europa, N de África y SE de Asia.

Ruderal nitrófila, prados, tomillares y claros de matorral, sobre suelos básicos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, ornamental, forrajera.

Euphorbia serrata L., “lechetrezna”, “lecheinterna”.

Euphorbiaceae.

Stellarietea mediae.

O de la Región Mediterránea y Macaronesia (Canarias), introducida en Norteamérica y Sudáfrica.

Campos de cultivo, comunidades herbáceas nitrófilas en lugares ruderalizados, matorrales degradados y pastos sobrepastoreados, prefiere terrenos removidos en lugares secos y soleados, casi exclusiva de substratos calizos, con preferencia margosos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Filago pyramidata L., “siempreviva española”.

Compositae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea hasta el S de Asia, Macaronesia.

Prados secos y efímeros.

Frecuente.

Terófito.

Medicinal.

Foeniculum vulgare Mill., subsp. ***vulgare***, “hinojo”.

Umbelliferae.

Artemisietea vulgaris.

Región Mediterránea y SE de Asia.

Bordes de cultivos y cunetas.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, comestible, condimentaria, edulcorante, ornamental, empleada en la elaboración de cosméticos, perfumes, gomas, insecticidas y tintes.

Frankenia pulverulenta L., “alcohol”, “flor de golondrina”.

Frankeniaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

N de Europa, N y S de África, centro y O de Asia, Islas Canarias.

Nanoherbazales salinos, arenales marítimos, margas yesíferas, depresiones salobres endorreicas, caminos, etc.

Escasa.

Terófito.

Frankenia thymifolia Desf., “sapera”, “tomillo sapero”.

Frankeniaceae.

Pegano-Salsoletea.

España, NO de África.

Margas y arcillas yesíferas.

Abundante.

Caméfito.

Galactites tomentosa Moench, “galactites”, “cardota”

Compositae.

Stellarietea mediae.

SO y S de Europa, NO de África, Macaronesia.

Nitrófila, en herbazales y bordes de caminos.

Frecuente.

Terófito.

Apícola.

Galium aparine L., “amor del hortelano”, “lapa”.

Rubiaceae.

Galio-Urticetea.

Subcosmopolita.

En cultivos, herbazales y matorral de sotobosque.

Escasa.

Terófito.

Comestible, condimentaria, empleada en bebidas, cestería, cosméticos y tites.

Gypsophila struthium L. subsp. ***struthium***, “jabonera” “yerba jabonera”.

Caryophyllaceae.

Rosmarinetea officinalis.

Centro, E y S de la Península Ibérica.

Laderas y cerros yesosos de zonas áridas más o menos continentales, en matorrales abiertos.

Frecuente.

Caméfito.

Gypsophila tomentosa L.

Caryophyllaceae.

Juncetea maritimi.

Península Ibérica.

Bordes de caminos, depresiones y lugares con suelo salino en general.

Escasa.

Caméfito.

Hammada articulata (Moq.) O Bolòs y Vigo, “matojo”, “tamojo”.

Chenopodiaceae.

Pegano-Salsoletea.
Iberonorteafriano.
Colinas margosas, siempre muy soleadas.
Abundante.
Caméfito.
Barrillera.

Helianthemum squamatum (L.) Dum. Cours.

Cistaceae.
Rosmarinetea officinalis.
Península Ibérica y N de África, Iberonorteafriano.
Matorrales despejados en terrenos yesosos.
Escasa.
Caméfito.

Helianthemum syriacum (Jacq.) Dum. Cours., “jaguarzo”, “jarilla romero”.

Cistaceae.
Rosmarinetea officinalis.
Región Mediterránea.
Matorrales y tomillares heliófilos sobre sustratos ricos en bases.
Escasa.
Caméfito.

Helianthemum violaceum (Cav.) Pers., “perdiguera”.

Cistaceae.
Rosmarinetea officinalis.
Centro y O de la Región Mediterránea.
Tomillares, matorrales y lugares despejados en suelos secos, pedregosos, calizos, yesosos, más raramente sobre arenas.
Escasa.
Caméfito.

Helichrysum italicum (Roth.) G. Don fil. subsp. ***serotinum***, (Boiss.) P. Fourn., “perpetua”, “siempreviva amarilla”.

Compositae.
Pegano-Salsoletea.
Región Mediterránea Occidental.
Tomillares nitrófilos.
Frecuente.
Caméfito.
Medicinal, forrajera.

Herniaria fruticosa L., “herniaria leñosa”, “matilla de orina”, “matilla de piedra”.

Caryophyllaceae.
Rosmarinetea officinalis.
Centro, E y S de la Península Ibérica.

Terrenos yesíferos y salinos, secos y soleados.

Puntual.

Caméfito.

Hippocrepis bourgaei (Nyman) Hervier.

Leguminosae.

Rosmarinetea officinalis.

Endémica del valle del Ebro y del SE de España.

Matorral heliófilo en sustratos calcáreos y yesosos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Otras de su género presentan interés forrajero.

Hordeum leporinum Link, “cebada bastarda”, “cebadilla”.

Gramineae.

Stellarietea mediae.

Subcosmopolita.

Herbazales de bordes de caminos, campos incultos y lugares ruderalizados.

Frecuente.

Terófito.

Forrajera, empleada en bebidas y cosméticos.

Inula crithmoides L., “salvio”.

Compositae.

Sarcocornietea fruticosae.

O y S de Europa, N de África, SO de Asia.

Matorrales en suelos salinos.

Escasa.

Caméfito.

Comestible, edulcorante, condimentaria, usada en perfumes.

Iris xiphium L., “iris de España”, “lirio azul”, “lirio bulboso”.

Iridaceae.

E, O y S de la Península Ibérica.

Espartales, pastizales y lastonares en suelos frescos y húmedos.

Puntual.

Geófito.

Ornamental.

Koeleria vallesiana (Honckeny) Gaudin.

Gramineae.

Lygeo-Stipetea.

O y S de Europa, NE de África.

Pastizales vivaces en sitios secos sobre sustrato calizo.

Frecuente.

Hemicriptófito .

Otras de su género presentan interés forrajero.

Launaea fragilis (Asso) Pau, "lechuguilla falsa".

Compositae.

Rosmarinetea officinalis.

Región Mediterránea occidental.

Tomillares en lugares muy expuestos.

Escasa.

Caméfito

Lepidium subulatum L., "hierba de las pecas".

Cruciferae.

Rosmarinetea officinalis.

España, Marruecos y Argelia.

Matorrales y tomillares sobre suelos yesosos.

Escasa.

Caméfito.

Limonium delicatulum (Girard) Kuntze, "espantazorras".

Plumbaginaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

Sureste de España.

Taludes rocosos secos, estepas salinas, marismas y costas rocosas.

Frecuente.

Caméfito.

Limonium echioides (L.) Mill., "acelguilla espinosa".

Plumbaginaceae.

Tuberarietea guttatae.

Región Mediterránea.

Pastizales anuales secos del litoral y del interior.

Frecuente.

Terófito.

Limonium majus (Boiss.) Erben.

Plumbaginaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

Endemismo de la Hoya de Baza.

Planicies secas arcillosas, a veces salinas, del interior.

Frecuente.

Caméfito.

Limonium minus (Boiss.) Erben.

Plumbaginaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

Endemismo de la Hoya de Baza.

Substratos yesosos o salinos y secos del interior.

Frecuente.

Caméfito.

Limonium supinum (Girard) Pignatti, “acelga de salobral”, “acelga lechuguera”.

Plumbaginaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

Cuadrante SE Peninsular.

Planicies secas arcilloso-limosas, taludes con substratos margoso-yesosos y borde de lagunas en el interior.

Frecuente.

Caméfito.

Linum strictum L., “linillo”.

Linaceae.

Tuberarietea guttatae.

Región Mediterránea, N y E de África, SO de Asia, y Macaronesia.

Prados efímeros.

Frecuente

Terófito.

Utilizada para elaborar aceites.

Lolium rigidum Gaudin, “vallico”.

Gramineae.

Stellarietea mediae.

S de Europa, N de África, SO, O y S de Asia, Macaronesia; introducido por otras partes del Globo.

Pastizales y herbazales nitrófilos.

Frecuente.

Terófito.

Otras de su género presentan interés forrajero.

Lygeum spartum Loefl. ex L., “albardín” “esparto basto”.

Gramineae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea.

Albardinales, generalmente sobre sustratos yesíferos y ricos en sales.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Usada en cestería, textiles y para la elaboración de celulosas (papel).

Malcolmia africana (L.) R. Br., “albercón”, “biquerón”.

Cruciferae.

Stellarietea mediae.

S de Europa, NE de África, SO de Asia hasta India.

Arvense y ruderal.

Escasa.
Terófito.

Malva nicaeensis All.

Malvaceae.

Stellarietea mediae.

S de Europa, zona mediterránea, S y O de Asia y Macaronesia (excepto el archipiélago de Cabo Verde). Naturalizada en el N y centro de América.

Ruderal, viaria y arvense.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Mantiscalca salmantica (L.) Briq. & Cavillier, “escobones”.

Compositae.

Festuco-Brometea.

Región Mediterránea y Macaronesia.

Ruderal viaria.

Escasa.

Hemicriptófito.

Medicinal

Marrubium vulgare L., “marrubio”.

Labiatae.

Artemisietea vulgaris.

Centro y S de Europa, N de África, SW de Asia.

Ruderal nitrófila.

Frecuente.

Caméfito.

Apícola

Matthiola fruticulosa (Loefl. ex L.) Maire, “alhelí de campo”.

Cruciferae.

Rosmarinetea officinalis.

Región Mediterránea.

Tomillares sobre sustratos margo-arcillosos y yesíferos.

Escasa.

Caméfito.

Medicago polymorpha L., “carretón”.

Leguminosae.

Stellarietea mediae.

Europa, Región Mediterránea, Macaronesia y Sur y Oeste de Asia.

Herbazales nitrificados, en todo tipo de sustratos.

Frecuente.

Terófito.

Apícola, medicinal, forrajera.

Medicago sativa L., “alfalfa”.

Leguminosae.

Festuco-Brometea.

Subcosmopolita.

Campos de cultivo, ocasionalmente adventicia o naturalizada, en barbechos, taludes y márgenes de caminos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, forrajera, comestible, empleada para la elaboración de aceites, bebidas, cosméticos, especias, harinas y tintes.

Moricandia arvensis (L.) DC., “calleja”, “berza boba”.

Cruciferae.

Stellarietea mediae.

S de Europa y NO de África.

En cultivos, cunetas y lugares alterados, sobre sustratos básicos, yesosos o calizos.

Escasa.

Terófito.

Moricandia moricandioides (Boiss.) Heywood, “collejones”.

Cruciferae.

Centro, E y S de la Península Ibérica.

Taludes margo-arcillosos.

Escasa.

Terófito.

Medicinal, apícola.

Muscari neglectum Guss. ex Ten., “nazareno”, “jacinto silvestre”.

Hyacinthaceae

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea hasta el oeste de Asia.

Campos de cultivo y terrenos removidos.

Frecuente.

Geófito.

Apícola, comestible, ornamental, empleada en cosméticos y perfumes.

Ononis fruticosa L., “garbancillera borde”.

Leguminosae.

Rosmarinetea officinalis.

Región Mediterránea occidental.

Matorral heliófilo en sustratos calizos margosos o margo-yesíferos.

Escasa.

Caméfito.

Forrajera.

Ononis tridentata subsp. ***tridentata*** L., “arnacho”.

Leguminosae.

Rosmarinetea officinalis.

Península Ibérica y Noroeste de Marruecos.

Matorrales y saladares, en substratos arcillosos, margosos o yesosos.

Escasa.

Caméfito.

Onopordum acaulon L., “cabeza de cardo”, “cardo blanco sentado”.

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

Península Ibérica y N de África.

Nitrófila, bordes de caminos, pastizales nitrificados.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Comestible.

Onopordum nervosum Boiss., “cardo borriquero”, “toba”.

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

Centro y S de la Península Ibérica.

Barbechos, cunetas.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Comestible, condimentaria, edulcorante, empleada para biocombustible, en la elaboración de aceites, cosméticos y textiles.

Pallenis spinosa (L.) Cass., “estrella espinosa”.

Compositae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea y Macaronesia.

Ruderal viaria.

Frecuente.

Terófito.

Papaver rhoeas L., “amapola”.

Papaveraceae.

Stellarietea mediae.

Europa, Asia central y occidental, Japón, N de África y Macaronesia.

Segetal, ruderal o viaria: cultivos, rastros, barbechos, claros de matorral, pastos

Frecuente.

Terófito.

Medicinal, apícola, ornamental, comestible, condimentaria, pueden obtenerse aceites y tintes.

Paronychia argentea Lam., “sanguinaria menor”.

Caryophyllaceae.

Poetea bulbosae.

Región Mediterránea, Canarias.

Pastos en suelos arenosos o pedregosos, secos, márgenes de caminos, terrenos baldíos, etc., en medios más o menos ruderalizados.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal.

Paronychia capitata (L.) Lam., “sanguinaria”.

Caryophyllaceae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea.

Pastos y matorrales secos, muy degradados, terrenos baldíos, etc., generalmente en substratos calizos o yesosos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal.

Peganum harmala L., “gamarza”.

Zygophyllaceae.

Pegano-Salsoletea.

Regiones Mediterránea y SO de Asia.

En lugares áridos y nitrificados, con cierto contenido en sales y en margas yesosas.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Condimentaria, pueden prepararse aceites, cosméticos y tintes.

Phlomis lychnitis L., “oreja de liebre”, “candilera”.

Labiatae.

Lygeo-Stipetea.

Suroeste de Europa (Península Ibérica, Francia).

Suelos pedregosos, campos incultos.

Frecuente.

Caméfito.

Medicinal, condimentaria, ornamental, combustible, preparación de cosméticos.

Phragmites australis (Cav) Trin. ex. Steud., “carrizo”.

Gramineae.

Phragmito-Magnocaricetea

Cosmopolita.

Márgenes de ríos, arroyos, balsas y ramblas, en aguas dulces y salobres.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, comestible, protección para el suelo, empleada en cestería, en la obtención de celulosa, gomas, harinas y tintes.

Picnomon acarna (L.) Cass., “azotacristos”, “cardo blanco”, “cardo cuco”.

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

Región Mediterránea y Macaronesia.

Ruderal viaria, nitrófila, cultivos abandonados.

Frecuente.

Terófito.

Picris hispanica (Willd.) P.D. Sell.

Compositae.

Rosmarinetea officinalis.

Iberonorteafricana.

Entre el matorral heliófilo, subnitrófila.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Piptatherum miliaceum (L.) Cosson, “mijera”, “mijo”.

Gramineae.

Artemisietea vulgaris.

Región Mediterránea, N de África, SO de Asia y Macaronesia.

Ruderal viaria.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Otras de su género presentan interés forrajero.

Plantago albicans L., “llantén blanco”.

Plantaginaceae.

Poetea bulbosae.

Región Mediterránea.

Taludes margosos y prados secos y nitrificados.

Abundante.

Caméfito.

Medicinal, apícola, forrajera.

Plantago coronopus L., “estrellamar”.

Plantaginaceae.

Saginetea maritimae.

Europa, excepto el extremo N, Macaronesia, SO de Asia y N de África.

Pastizales degradados, bordes de caminos y márgenes de cultivos.

Frecuente.

Terófito.

Apícola, comestible, usada para la obtención de alcoholes y gomas.

Plantago maritima L.

Plantaginaceae.

Juncetea maritimi.

Europa y América, Mediterráneo occidental y centro de Asia.

Acantilados marítimos y marismas en el litoral y, en el interior, en suelos arcillosos y margosos algo húmedos, a veces salinos.

Escasa.

Hemicriptófito.

Comestible.

Platycapnos spicata (L.) Bernh.

Papaveraceae.

Stellarietea mediae.

Región Mediterránea Occidental. Macaronesia (Canarias).

Cultivos, medios alterados, generalmente sobre suelos ricos en bases.

Frecuente.

Terófito.

Reseda lutea L., “gualda”.

Resedaceae.

Artemisietea vulgaris.

Europa y Región Mediterránea.

Ruderal, viaria, arvense, en todo tipo de suelos, principalmente en los básicos.

Frecuente.

Terófito.

Comestible, apícola.

Reseda luteola L., “gualda”, “gabarro”.

Resedaceae.

Artemisietea vulgaris.

Europa y Región Mediterránea.

Ruderal nitrófila.

Frecuente.

Terófito.

Apícola, utilizada para la obtención de tintes.

Reseda suffruticosa Loefl. ex Koelp., “reseda mayor”.

Resedaceae.

Artemisietea vulgaris.

Yesos del centro peninsular (Madrid, Toledo) y Hoya de Baza.

Taludes y laderas áridas en matorrales abiertos sobre yesos y margas yesíferas.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Retama sphaerocarpa (L.) Boiss., “retama”, “retama común”.

Leguminosae.

Cytisetea scopario-striati.

Iberonorteafricana.

Encinares o sus matorrales de degradación, sobre pizarras, margas o calizas, rara vez en granitos.

Frecuente.

Fanerófito.

Medicinal, forrajera, usada en cestería y como combustible.

Rosmarinus officinalis L., “romero”.

Labiatae.

Rosmarinetea officinalis.

Región Mediterránea y Macaronesia.

Matorrales.

Frecuente.

Caméfito.

Medicinal, apícola, forrajera, edulcorante, condimentaria, protección para el suelo, ornamental, empleada para la elaboración de alcoholes y otras bebidas, cosméticos, insecticidas, perfumes, pinturas y resinas.

Rostraria cristata (L.) Tzvelev, “rabo de zorra”.

Gramineae.

Stellarietea mediae.

Subcosmopolita.

Prados secos y nitrificados, ruderal.

Escasa.

Terófito.

Salsola kali L., “mancaperros”, “barrilla borde”.

Chenopodiaceae.

Thero-Salicornietea.

Europa, Asia y NO de África.

Planta pionera en suelos removidos, barbechos, arenas litorales, etc; 0-800 m.

Frecuente.

Terófito.

Barrillera, comestible.

Salsola vermiculata L., “salado”, “sosa”.

Chenopodiaceae.

Pegano-Salsoletea.

Región Mediterránea.

Matorrales en margas subsalinas soleadas y eutrofizadas, de la costa y el interior.

Abundante.

Caméfito.

Forrajera, barrillera, usada en cosméticos.

Salvia verbenaca L., “gallocresta”.

Labiatae.

Artemisietea vulgaris.

O y S de Europa, N de África, SO de Asia, Macaronesia.

Ruderal viaria.

Escasa.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, comestible, condimentaria, útil en cosméticos.

Santolina canescens Lag. “abrótano”.

Compositae.

Pegano-Salsoletea.

Endémica del S de España, endemismo bético.

Ribazos sobre suelos calcáreos.

Frecuente.

Caméfito.

Medicinal.

Sarcocornia fruticosa (L.) A.J. Schoot, “almajo”, “salado”, “sosa alacranera”.

Chenopodiaceae.

Sarcocornietea fruticosae.

Europa, O de Asia, Norte y S de África, centro y S de América, Polinesia.

Margales salinos, marismas y saladares con abundante humedad todo el año.

Abundante.

Caméfito.

Barrillera, combustible, comestible.

Scabiosa stellata L., “farolitos”, “viudas”.

Dipsacaceae.

Tuberarietea guttatae.

S y O de Europa, N de África.

Ruderal y arvense, en enclaves preferentemente calcáreos.

Frecuente.

Terófito.

Scolymus hispanicus L., “cardillo”.

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

S de Europa, N de África, O y SO de Asia, Macaronesia.

Lugares nitrófilos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Comestible, usada como especia y en cosméticos.

Scorzonera angustifolia L.

Compositae.

Festuco-Brometea.

Península Ibérica y NO de Marruecos.

Ruderal nitrófila, claros de matorral heliófilo.

Frecuente.
Hemicriptófito.

Sedum album L., “uña de gato”, “pan de lagarto”.

Crassulaceae.

Sedo-Scleranthetea.

Europa, Siberia, Asia occidental.

Muros, tejados, zonas rocosas, arenosas, frecuentemente en zonas eutrofizadas.

Frecuente.

Caméfito.

Apícola, comestible, empleada en cosméticos. Otras de su género presentan interés forrajero.

Silene vulgaris (Moench) Garcke, “collejas”.

Caryophyllaceae.

Thlaspietea rotundifolii.

Eurasia, N de África y Macaronesia.

Prados secos, algo nitrificados.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, apícola, comestible, empleada en la elaboración de jabones.

Silybum marianum (L.) Gaertner, “cardo borriquero”.

Compositae.

Artemisietea vulgaris.

Región Mediterránea hasta el centro de Asia, Macaronesia.

Ruderal nitrófila.

Frecuente.

Terófito.

Apícola, comestible, utilizada para la elaboración de aceites, bebidas y textiles.

Sonchus oleraceus L., “cerrraja”.

Compositae.

Stellarietea mediae.

Europa, N de África, NO de Asia, Macaronesia.

Cultivos de regadío, ambientes nitrificados.

Frecuente.

Terófito.

Apícola, comestible, usada en cosméticos y gomas.



Figura 1. 4. Detalle de diversas especies presentes en los cultivos abandonados del territorio, de arriba abajo: *Aizoon hispanicum*, *Scabiosa stellata*, *Onopordum acaulon*, *Onopordum nervosum*, *Capparis spinosa* y *Astragalus clusianus*.

Stipa lagascae Roemer y Schultes.

Gramineae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea y suroeste de Asia.

Lastgonares subesteparios.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Otras de su género presentan interés forrajero.

Stipa tenacissima L., “esparto”, “atocha”.

Gramineae.

Lygeo-Stipetea.

Iberonorteafricana.

Espartales.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Medicinal, Forrajera, empleada en celulosas, cestería, combustibles y textiles.

Suaeda pruinosa Lange, “almajo dulce”.

Chenopodiaceae.

Sarcocornietea fruticosae / *Pegano-Salsoletea*.

Península Ibérica, N de África y Sicilia.

Zonas nitrificadas y salinas, de clima muy árido.

Escasa.

Caméfito.

Barrillera.

Suaeda spicata (Willd.) Moq., “cañametes”, “sosa negra”.

Chenopodiaceae.

Thero-Salicornietea.

Distribución mal conocida limitada probablemente al Mediterráneo occidental.

Sobre arenas o margas, en suelos removidos, nitrificados y salinos.

Escasa.

Terófito.

Barrillera.

Suaeda vera Forssk. ex J.F. Gmel., “almajo”, “sosa negra”.

Chenopodiaceae.

Sarcocornietea fruticosae / *Pegano-Salsoletea*.

Región Mediterránea y costas atlánticas de Portugal. España, Francia e Inglaterra.

Marismas, saladares, etc.

Abundante.

Caméfito.

Barrillera, ornamental, contiene tinte.

Tamarix canariensis Willd., “taray”, “taraje”.

Tamaricaceae.

Nerio-Tamaricetea.

Oeste de la Región Mediterránea, Macaronesia.

Depresiones estacionalmente encharcadas, en suelos salinos o subsalinos, bordes de arroyos y ríos.

Escasa (principalmente se encuentra en límites de parcelas).

Fanerófito.

Ornamental, condimentaria, protege el suelo, apreciada por su madera, elaboración de resinas y tintes, empleada como combustible.

Teucrium capitatum L. subsp. ***gracillimun*** (Rouy) Valdés Bermejo, “zamarrilla blanca”, “tomillo macho”.

Labiatae.

Rosmarinetea officinalis.

Endémico del SE de la Península Ibérica.

Preferentemente calcícola.

Frecuente.

Caméfito.

Apícola, forrajera.

Teucrium pseudochamaepitys L., “hierba de la cruz”, “pinillo falso”.

Labiatae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea Occidental.

Pedregales, matorrales, baldíos, sobre suelos básicos.

Frecuente.

Hemicriptófito.

Forrajera.

Teucrium gnaphalodes L’Hér., “zamarrilla lanuda”.

Labiatae.

Pegano-Salsoletea.

Endémico de la Península Ibérica.

Tomillares en sitios secos ricos en bases.

Escasa.

Caméfito.

Thapsia villosa L., “candileja”, “zumillo”.

Umbelliferae.

Lygeo-Stipetea.

Región Mediterránea Occidental, S de Francia, Península Ibérica, NO de África.

En sotobosques, matorrales degradados o ruderal.

Escasa.

Hemicriptófito.

Apícola, forrajera, condimentaria, empleada en la elaboración de gomas y tintes.

Thymus longiflorus Boiss., “tomillo real”, “cantueso”.

Labiatae.

Rosmarinetea officinalis.

Provincia Bética.

Matorral heliófilo sobre sustrato calizo.

Escasa.

Caméfito.

Apícola, medicinal, edulcorante, condimentaria, ornamental, esencial.

Thymus zygis Loefl. ex L. subsp. ***gracilis*** (Boiss.) R. Morales, “tomillo aceitunero”.

Labiatae.

Rosmarinetea officinalis.

S de España, NO de África.

PREFERENTEMENTE CALCÍCOLA.

Frecuente.

Caméfito.

Apícola, medicinal, condimentaria, ornamental, esencial, elaboración de resinas.

Trifolium stellatum L., “trébol estrellado”.

Leguminosae.

Tuberarietea guttatae.

SE de Gran Bretaña, S de Europa, SO de Asia, NO de África y Región Macaronésica

Herbazales y pastos pobres, eutrofizados, ruderales.

Frecuente.

Terófito.

Otras de su género presentan interés forrajero.

Vicia sativa L., “arveja”, “veza”.

Leguminosae.

Stellarietea mediae.

Cosmopolita, ampliamente cultivada.

Ruderal y arvense.

Frecuente.

Terófito.

Forrajera, comestible, usada para la elaboración de harinas.

Wangenheimia lima (L.) Trin., “lima”, “grama de lima”.

Gramineae.

Tuberarietea guttatae.

Iberonorteafricana.

Prados efímeros secos.

Frecuente.

Terófito.

Zygophyllum fabago L., “morsana”.

Zygophyllaceae.

Pegano-Salsoletea.
 Región Mediterránea.
 Ruderal nitrófila.
 Escasa.
 Hemicriptófito.
 Comestible, puede ser usada para bebidas.



Figura 1.5. Detalle de dos de las especies presentes en los cultivos abandonados del territorio, a la izquierda *Plantago albicans* y a la derecha *Scorzonera angustifolia*.

1.3.2.2. Análisis florístico

1.3.2.2.1. Análisis de familias y géneros

Se han catalogado 133 especies distribuidas en 105 géneros correspondientes a 35 familias. Todas las especies identificadas en los cultivos abandonados del territorio se incluyen dentro del grupo de las plantas con flores o Angiospermas, la mayoría de ellas, un 83,5% son Dicotiledóneas (111 especies), únicamente 22 taxones forman parte de las Monocotiledóneas, que constituyen un 16,5%.

Grupos vegetales	Familias		Taxones	
	Nº	%	Nº	%
Pteridófitos	0	0	0	0
Gimnospermas	0	0	0	0
Angiospermas Monocotiledóneas	7	20,0	22	16,5
Angiospermas Dicotiledóneas	28	80,0	111	83,5
Total	35	100	133	100

Tabla 1. 8. Representación de grupos vegetales en las zonas estudiadas.



Figura 1.6. Detalle de diversas especies presentes en los cultivos abandonados del territorio, de izquierda a derecha y de arriba a abajo: *Thymus longiflorus*, *Phlomis lychnitis*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Asphodelus cerasiferus*, *Launaea fragilis* y *Medicago sativa*.

Entre las familias con mayor representación destacan las Compuestas con 30 especies y 26 géneros, Gramíneas con 15 especies correspondientes a 14 géneros, Leguminosas con 11 especies de 9 géneros, Quenopodiáceas con 10 especies de 6 géneros y Labiadas de las que se han encontrado 9 especies y 6 géneros.

Familia	Nº especies	%	Nº géneros	%
<i>Compositae</i>	30	22,56	26	24,76
<i>Gramineae</i>	15	11,28	14	13,33
<i>Leguminosae</i>	11	8,27	9	8,57
<i>Chenopodiaceae</i>	10	7,52	6	5,71
<i>Labiatae</i>	9	6,77	6	5,71
<i>Cruciferae</i>	7	5,26	6	5,71
<i>Caryophyllaceae</i>	6	4,51	4	3,81
<i>Plumbaginaceae</i>	5	3,76	1	0,95
<i>Umbelliferae</i>	4	3,01	4	3,81
<i>Cistaceae</i>	3	2,26	1	0,95
<i>Resedaceae</i>	3	2,26	1	0,95
<i>Plantaginaceae</i>	3	2,26	1	0,95
<i>Frankeniaceae</i>	2	1,51	1	0,95
<i>Iridaceae</i>	2	1,51	2	1,91
<i>Papaveraceae</i>	2	1,51	2	1,91
<i>Zygophyllaceae</i>	2	1,51	2	1,91
	133	100,00	105	100,00

Tabla 1. 9. Principales familias representadas en las zonas estudiadas.

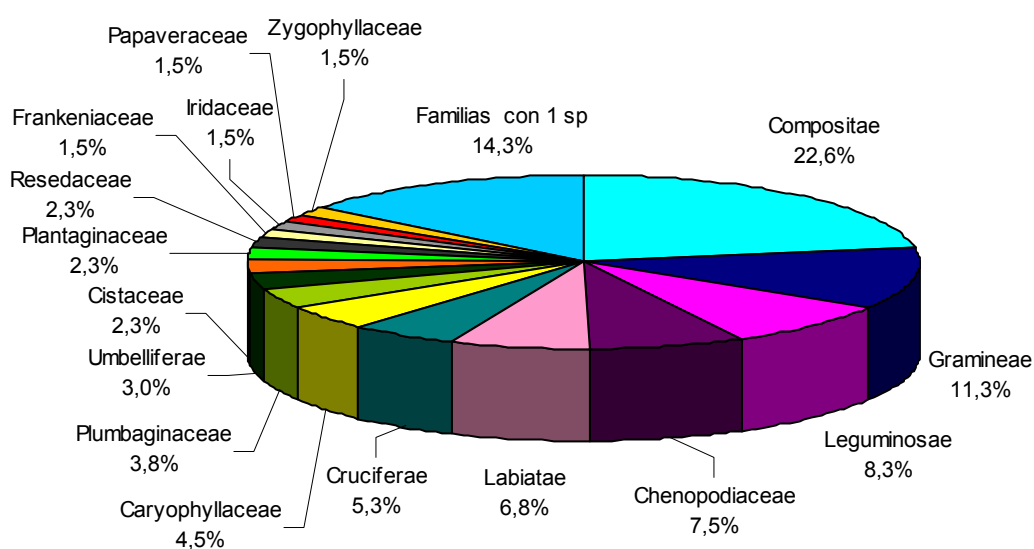


Figura 1.7. Proporción de familias representadas en el catálogo florístico elaborado.

En la tabla 1.9 se exponen las principales familias del estudio, con el número de géneros y especies que incluye, así como los porcentajes que representan. El resto de las familias incluidas en el catálogo y no expuestas en la tabla (*Aizoaceae*, *Alliaceae*, *Asclepiadaceae*, *Asphodelaceae*, *Capparaceae*, *Cochicaceae*, *Convolvulaceae*, *Crassulaceae*, *Dipsacaceae*, *Euphorbiaceae*, *Geraniaceae*, *Hyacinthaceae*, *Linaceae*, *Malvaceae*, *Orobanchaceae*, *Primulaceae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae* y *Tamaricaceae*) únicamente están constituidas en el territorio, según los datos obtenidos, por un género y una especie. Respecto a los géneros pueden destacarse *Limonium* (5 taxones) y *Suaeda*, *Teucrium*, *Reseda*, *Plantago*, *Helianthemum* y *Artemisia* (con 3 taxones cada uno).

Cabe resaltar que 6 de las 10 especies descritas en el catálogo como abundantes (especies directrices y dominantes, muchas veces en comunidades de significado paisajístico) forman parte de la familia *Chenopodiaceae* (*Atriplex glauca*, *Atriplex halimus*, *Hammada articulata*, *Salsola vermiculata*, *Sarcocornia fruticosa* y *Suaeda vera*), dos se integran en la familia *Compositae* (*Artemisia barrelieri* y *Artemisia herba-alba*), una de ellas, *Frankenia thymifolia* corresponde a la familia *Frankeniaceae*.

El índice de Cistáceas, indicador del grado de mediterraneidad de la flora, es del 2,3%, igual al de zonas próximas como las sierras de María y Orce y Sierra de Baza (Cueto *et al.*, 1990), y similar al de Cabo de Gata (2,1%) (Cueto *et al.*, 1998a). Otro índice que puede obtenerse a partir de los datos del catálogo es el índice de Pteridófitos, que se emplea para estimar el grado de humedad, en este caso es del 0%, propio de una zona como la que ocupa el estudio, semiárida xérica y antropizada, como indica Navarro (2003).

1.3.2.2.2. Análisis del espectro de formas biológicas

Respecto a los espectros biológicos de la flora catalogada cabe subrayar la escasez de fanerófitos, únicamente se han identificado 3 especies, 2 de ellas son nanofanerófitos. Tres son los biotipos predominantes: caméfitos, terófitos y hemicriptófitos, con 44, 42 y 38 especies respectivamente, siendo escasos los geófitos (6 taxones).

Forma biológica	Número taxones	Porcentaje
Fanerófitos	3	2,31
Caméfitos	44	33,85
Hemicriptófitos	38	29,23
Geófitos	6	4,62
Terófitos	42	32,31

Tabla 1.10. Formas biológicas.

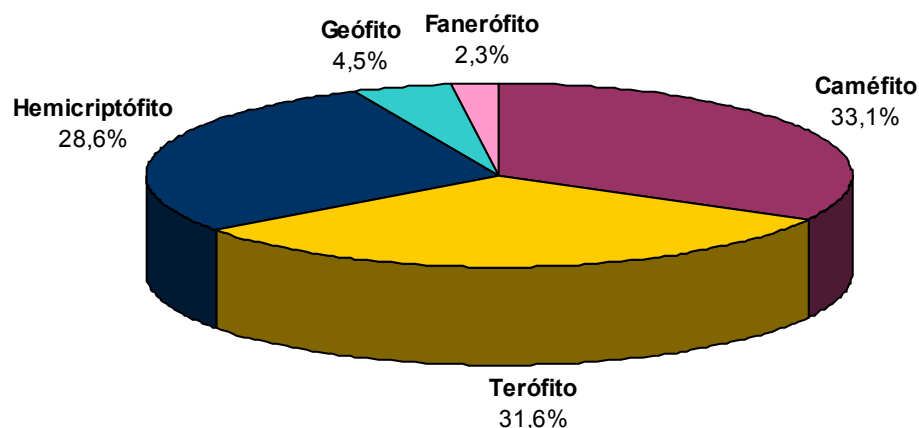


Figura 1.8. Porcentaje de representación de formas biológicas.

1.3.2.2.3. Análisis de clases fitosociológicas

Las especies incluidas en el catálogo son características de 19 clases fitosociológicas (tabla 1.11). El 80,77% de la flora es características de 6 clases (*Stellarietea mediae*, *Rosmarinetea officinalis*, *Artemisietea vulgaris*, *Pegano-Salsoletea*, *Lygeo-Stipetea*, *Sarcocornietea fruticosae*), el 11,23% de taxones restante son propios de 13 clases distintas. Para tres especies (*Iris xiphium*, *Allium rouyi*, *Moricandia moricandioides*) no se halló en los trabajos consultados (Rivas-Martínez *et al.*, 2002 y Peinado *et al.*, 1992) la información necesaria para completar este análisis.

Revisando el catálogo puede comprobarse que la mayor parte de las especies características de la clase *Stellarietea mediae* son terófitos, mientras que entre las que son propias de *Artemisietea vulgaris* destacan los hemcriptófitos. Un amplio número de especies son características de la clase *Rosmarinetea officinalis*, sin embargo, se trata principalmente de caméfitos poco frecuentes o puntuales en cultivos abandonados de la zona. Un menor número de taxones son propios de *Pegano-Salsoletea*, aunque a esta clase corresponden las especies abundantes catalogadas (directrices y dominantes de las comunidades perennes estudiadas). Nueve especies son características de la clase *Sarcocornietea fruticosae*, indicando la existencia de ambientes salinos.

Clase Fitosociológica	Nº sp.	%
<i>Stellarietea mediae</i> Tüxen, Lohmeyer y Preisling ex von Rochow 1951	29	23,08
<i>Rosmarinetea officinalis</i> Rivas-Martínez, T.E. Díaz, F. Prieto, Loidi y Penas <i>classis nova</i>	22	16,92
<i>Artemisietea vulgaris</i> Lohmeyer, Preisling y Tüxen ex von Rochow 1951	18	13,85
<i>Pegano-Salsoletea</i> Br.-Bl. y O. Bolòs 1958	15	11,54
<i>Lygeo-Stipetea</i> Rivas-Martínez 1978 <i>nom. conserv. propos.</i> Rivas-Martínez <i>et al.</i> 2002.	10	8,46
<i>Sarcocornieteae fruticosae</i> Br.-Bl. y Tüxen ex A. y O. Bolòs 1950 <i>nom. mut. propos.</i> Rivas-Martínez <i>et al.</i> 2002.	9	6,92
<i>Tuberarietea guttatae</i> (Br.-Bl. en Br.-Bl., Roussine y Nègre 1952) Rivas Goday y Rivas-Martínez 1963 <i>nom. mut. propos.</i> Rivas-Martínez <i>et al.</i> 2002.	6	4,62
<i>Festuco-Brometea</i> Br.-Bl. y Tüxen ex Br.-Bl. 1949	3	2,31
<i>Galio-Urticetea</i> Passarge ex Kopecký 1969	2	1,54
<i>Poetea bulbosae</i> Rivas Goday y Rivas-Martínez en Rivas-Martínez 1978	2	1,54
<i>Saginetea maritimae</i> Westhoff, Van Leeuwen y Adriani 1962	2	1,54
<i>Thlaspietea rotundifolii</i> Br.-Bl. 1948	2	1,54
<i>Juncetea maritimi</i> Br.-Bl. en Br.-Bl., Roussine y Nègre 1952	2	1,54
<i>Cytisetea scopario-striati</i> Rivas-Martínez 1975	1	0,77
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tüxen 1937	1	0,77
<i>Nerio-Tamaricetea</i> Br.-Bl. y O. Bolòs 1958	1	0,77
<i>Phragmito-Magnocaricetea</i> Klika en Klika y V. Novák 1941	1	0,77
<i>Sedo-Scleranthetea</i> Br.-Bl. 1955	1	0,77
<i>Thero-Salicornieteae</i> Tüxen en Tüxen y Oberdorfer ex Géhu y Géhu-Frank 1984 <i>nom. conserv. propos.</i> Rivas-Martínez <i>et al.</i> 2002.	1	0,77

Tabla 1.11. Clases que caracterizan las especies catalogadas.

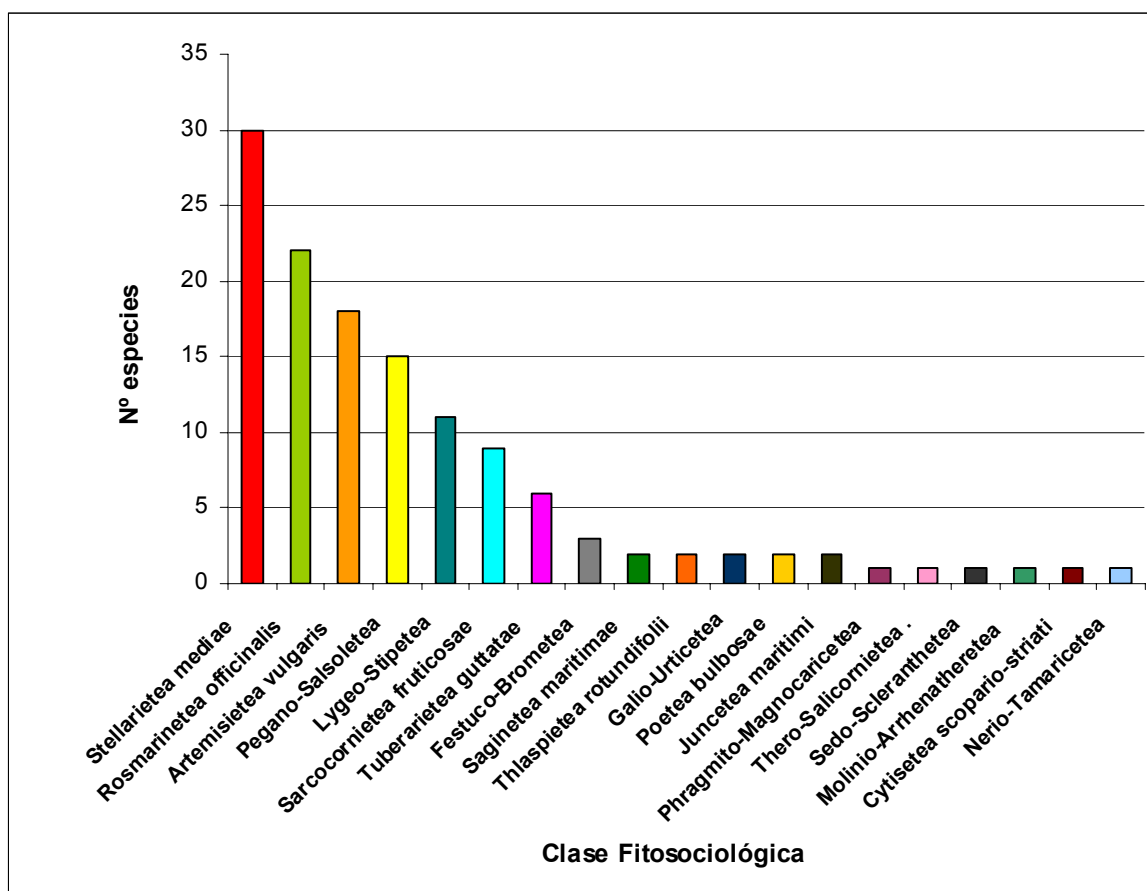


Figura 1.9. Número de especies por Clase.

1.3.2.2.4. Análisis del espectro corológico

La flora hallada en las áreas agrícolas abandonadas de la Depresión de Baza presenta un importante carácter mediterráneo, como se interpreta del análisis de los datos de distribución aportados para cada especie.

Son exclusivos de la **Región Mediterránea** taxones como *Brachypodium retusum*, *Capparis spinosa* subsp. *spinosa*, *Colchicum triphyllum*, *Coris monspeliensis*, *Cynanchum acutum*, *Helianthemum syriacum*, *Limonium echioides*, *Lygeum spartum*, *Matthiola fruticulosa*, *Paronychia capitata*, *Plantago albicans*, *Salsola vermiculata*, *Zygophyllum fabago*. Numerosas especies presentan un área de distribución algo más extensa que la Región Mediterránea, entre ellas: *Arthrocnemum macrostachyum*, *Atriplex halimus*, *Bellardia trixago*, *Carthamus lanatus*, *Filago pyramidata*, *Foeniculum vulgare*, *Muscari neglectum*, *Mantisalca salmantica*, *Pallenis spinosa*, *Paronychia argentea*, *Picnomon acarna*, *Rosmarinus officinalis*, *Silybum marianum* y *Suaeda vera*.

También de la Región Mediterránea, pero únicamente propias de la zona **occidental**, son especies como *Andryala ragusina*, *Anthyllis cytisoides*, *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Asphodelus cerasiferus*, *Atriplex glauca*, *Helianthemum violaceum*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Launaea fragilis*, *Ononis fruticosa*, *Suaeda spicata*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Thapsia villosa*. Un área más restringida caracteriza a los elementos **Iberonorteafricanos**, se han identificado en el territorio los siguientes: *Biscutella auriculata*, *Bupleurum fruticosum*, *Crocus nevadensis*, *Frankenia thymifolia*, *Hammada articulata*, *Helianthemum squamatum*, *Lepidium subulatum*, *Ononis tridentata* subsp. *tridentata*, *Onopordum acaulom*, *Picris hispanica*, *Retama sphaerocarpa*, *Scorzonera angustifolia*, *Stipa tenacissima*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Wangenhemia lima*. *Suaeda pruinosa* se distribuye por la Península Ibérica, Norte de África y Sicilia.

También se han reconocido en las tierras estudiadas taxones de distribución **Ibérica**, como: *Gypsophila struthium* subsp. *struthium*, *Gypsophila tomentosa*, *Iris xiphium*, *Herniaria fruticosa*, *Moricandia moricandioides*, *Onopordum nervosum*, *Reseda suffruticosa*, *Teucrium gnaphalodes* *Hippocrepis bougaei*. Otras especies (*Phlomis lychnitis* y *Atractylis humilis*) se distribuyen por la Península Ibérica y Francia. Concretamente del **Sureste peninsular** son las especies *Artemisia barrelieri*, *Astragalus clusianus*, *Limonium delicatulum*, *Limonium supinum*, *Teucrium capitatum* subsp. *gracillimum*.

Cabe resaltar además la presencia de varios **endemismos béticos**, *Santolina canescens*, *Allium rouyi* y *Thymus longiflorus*. Las especies de distribución más restringida identificadas en cultivos abandonados del territorio estudiado son *Limonium majus* y *Limonium minus*, que son **endémicas** de la zona de estudio, desde un punto de vista biogeográfico concretamente del distrito Guadiciano-Bastetano.

Por otra parte, también se incluyen en el catálogo especies de amplia distribución, **cosmopolitas o subcosmopolitas** (*Convolvulus arvensis*, *Conyza*

bonariensis, *Galium aparine*, *Hordeum leporinum*, *Medicago sativa*, *Phragmites australis*, *Rostraria cristata*, *Vicia sativa*), frecuentes en espacios antropizados, así como otras **especies de amplia distribución**.

1.3.2.2.5. Análisis de usos principales

Más de la mitad de las especies registradas en el catálogo presentan algún uso, de la mayoría de ellas han sido reconocidas varias utilidades. Se trata, con frecuencia de usos de otras épocas que en la actualidad han dejado de aprovecharse. Para algunos de los usos se empleaba la planta entera, en otras las hojas o los tallos o las flores. La información aportada en los siguientes párrafos puede ampliarse pricipalmente en Rivera y Obón (1991).

Numerosas especies presentan interés **apícola**: *Salvia verbenaca*, *Silybum marianum*, *Reseda lutea*, *Sedum album*, *Silene vulgaris*, *Plantago coronopus*, *Reseda luteola*, *Papaver rhoeas*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Thymus longiflorus*, *Rosmarinus officinalis*, *Foeniculum vulgare*, *Andryala ragusina*, *Carlina corymbosa*, *Muscari neglectum*, *Convolvulus arvensis*, *Coris monspeliensis*, *Eruca vesicaria*, *Galactites tomentosa*, *Medicago sativa*, *Silybum marianum*, *Dittrichia viscosa*, *Eryngium campestre*, *Marrubium vulgare*, *Medicago polymorpha*, *Teucrium capitatum* subsp. *gracillimum*, *Thapsia villosa*, *Anthyllis cytisoides*, *Artemisia barrelieri*, etc.

Las hojas de algunas plantas pueden ser **consumidas** como verdura (*Salvia verbenaca*, *Sedum album*, *Medicago sativa*, *Silybum marianum*, *Eruca vesicaria*), de otras especies son comestibles tanto hojas como tallos (*Galium aparine*, *Reseda lutea*, *Sonchus oleraceus*), los botones florales de *Zygophyllum fabago* pueden ser preparados de manera similar a los de las alcaparras (*Capparis spinosa*). Las raíces o bulbos de especies como *Muscari neglectum* y *Scolymus hispanicus*, son también comestibles. *Silene vulgaris* (colleja) es una de las pocas especies apreciadas por su valor gastronómico en la actualidad.

Numerosas plantas, o alguna de sus partes, se pueden emplear como **especias** o condimentos: *Capparis spinosa*, *Galium aparine*, *Scolymus hispanicus*, *Salvia verbenaca*, *Onopordum nervosum*, *Rosmarinus officinalis*, *Thapsia villosa*, *Phlomis lychnitis*, *Foeniculum vulgare*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Thymus longiflorus*, *Papaver rhoeas*, etc. *Onopordum nervosum* y *Tamarix canariensis* poseen propiedades **edulcorantes**. Algunas especies se han empleado en otras épocas para hacer **harinas** (*Medicago sativa*, *Atriplex halimus*, *Phragmites australis*). De las semillas de numerosas plantas pueden obtenerse **aceites** (*Papaver rhoeas*, *Peganum harmala*, *Onopordum nervosum*, *Silybum marianum*, *Carthamus lanatus*, *Medicago sativa*, *Lygeum spartum*, *Eruca vesicaria*), algunos de ellos comestibles. Diversas especies se dedicaban a la elaboración de **alcoholes** y licores o para aromatizarlos, entre otros: *Convolvulus arvensis*, *Rosmarinus officinalis*, *Capparis spinosa*, *Plantago coronopus*, etc.). Para preparar **bebidas** no alcohólicas se han empleado: *Medicago*

sativa, *Zygophyllum fabago*, *Rosmarinus officinalis*, *Hordeum leporinum*, *Galium aparine*, *Silybum marianum*, etc.

Se conocen propiedades **medicinales** de numerosas plantas (*Carthamus lanatus*, *Silene vulgaris*, *Phlomis lychnitis*, *Salvia verbenaca*, *Capparis spinosa*, *Dittrichia viscosa*, *Rosmarinus officinalis*, *Papaver rhoeas*, *Marrubium vulgare*, *Medicago polymorpha*, *Thymus longiflorus*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Foeniculum vulgare*, *Santolina canescens*, *Medicago sativa*, *Plantago albicans*, *Paronychia argentea*, *Paronychia capitata*, *Artemisia herba-alba*, *Convolvulus arvensis*, *Eryngium campestre*, *Bituminaria bituminosa*, *Filago pyramidata*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Artemisia campestris* subsp. *glutinosa*, *Mantisalca salmantica*, *Moricandia moricandioides*, *Andryala ragusina*). La propiedades pueden estar en determinadas partes de la planta, según el caso, y las formas de preparación son muy variadas (infusión, cocción, maceración, pomada, etc.)

Numerosos taxones pueden ser empleados en la elaboración de **cosméticos** (*Sedum album*, *Onopordum nervosum*, *Sonchus oleraceus*, *Capparis spinosa*, *Convolvulus arvensis*, *Galium aparine*, *Andryala ragusina*, *Phlomis lychnitis*, *Salvia verbenaca*, *Peganum harmala*, *Salsola vermiculata*, etc.). Éstas y otras plantas pueden ser usadas en baños de hierbas, para lavar el cabello, para preparar cremas, para perfumar la boca, etc. Los aceites esenciales de *Thymus longiflorus*, *Thymus zygis*, *Rosmarinus officinalis* y *Foeniculum vulgare*, entre otros, se pueden emplear para la elaboración de **perfumes**. Se consiguen **tintes** naturales de: *Atriplex halimus*, *Carthamus lanatus*, *Medicago sativa*, *Galium aparine*, *Phragmites australis*, *Convolvulus arvensis*, *Peganum harmala*, *Thapsia villosa*, *Foeniculum vulgare*, *Suaeda vera*, *Reseda luteola*, *Papaver rhoeas*, entre otras. Los tintes se usaban en unos casos para el cabello y en otros para los tejidos.

En la industria del **papel** en otras épocas se emplearon *Lygeum spartum*, *Phragmites australis*, y, principalmente, *Stipa tenacissima*. Estas tres especies también han sido utilizadas en **cestería**, junto a otras como: *Artemisia barrelieri*, *Anthyllis cytisoides*, *Retama sphaerocarpa*, etc. En unas especies se empleaban los tallos y en otras las hojas, o ambos, para trenzar cuerdas, cestas, esteras, aperos de labranza, etc. De algunas de las plantas citadas se obtienen fibras **textiles**.

Varias especies presentan interés como **combustible**, *Carthamus lanatus* y *Phlomis lychnitis* se empleaban para el alumbrado de candiles y lámparas; las ramas de otras se usaban como leña, es el caso de *Anthyllis cytisoides*, *Artemisia barrelieri* y *Tamarix canariensis*. *Onopordum nervosum* presenta interesantes características para su uso como **biocombustible** en la actualidad (Anónimo, 2007). La **madera** de *Tamarix canariensis* también se ha empleado para la elaboración de utensilios. Por otra parte, las agallas producidas en sus ramas por las picaduras de insectos son ricas en taninos y se utilizaban como **curtientes**. Diversas especies, conocidas como **barrilleras**, se recolectaban para obtener piedra de sosa, en algunos casos se empleaban mezcladas con otras especies. Destacan por este uso: *Suaeda spicata*, *Suaeda vera*, *Suaeda pruinosa*, *Atriplex glauca*, *Salsola kali*, *Hammada articulata*,

Sarcocornia fruticosa, *Aizoon hispanicum*, *Salsola vermiculata* y *Atriplex halimus*. De otras especies pueden obtenerse **gomas y resinas** con diversos fines, entre ellas de *Tamarix canariensis*, *Andryala ragusina*, *Plantago coronopus*, *Foeniculum vulgare*, *Phragmites australis*, *Thapsia villosa*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Rosmarinus officinalis* y *Sonchus oleraceus*. Tanto a *Foeniculum vulgare* como a *Rosmarinus officinalis* se le atribuyen propiedades **insecticidas**.

Algunas de las especies presentes en los cultivos abandonados del territorio pueden ser cultivadas en viveros y empleadas como **ornamentales** (*Phlomis lychnitis*, *Foeniculum vulgare*, *Papaver rhoeas*, *Rosmarinus officinalis*, *Suaeda vera*, *Tamarix canariensis*, *Atriplex halimus*, *Muscari neglectum*, *Eryngium campestre*, *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Thymus longiflorus*). Algunas plantas han sido especialmente señaladas por su utilidad para la **protección** del suelo: *Tamarix canariensis*, *Phragmites australis* y *Rosmarinus officinalis*, entre ellas.

Diversas especies presentan interés desde el punto de vista del pastoreo. Consultando los inventarios de especies **forrajeras** incluidos en Robles (1990) y González Rebollar *et al.* (1999), pueden citarse como forrajeras las siguientes especies: *Atriplex halimus*, *Anthyllis cytisoides*, *Artemisia barrelieri*, *Artemisia campestris*, *Artemisia herba-alba*, *Avena barbata*, *Bituminaria bituminosa*, *Brachypodium retusum*, *Carlina corymbosa*, *Dactylis glomerata*, *Eryngium campestre*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Ononis fruticosa*, *Plantago albicans*, *Retama sphaerocarpa*, *Rosmarinus officinalis*, *Salsola vermiculata*, *Stipa tenacissima*, *Thapsia villosa*, *Teucrium capitatum*, *Teucrium pseudochamaepitys* y *Thymus zygis* subsp. *gracilis*. También otras especies de los géneros *Bromus*, *Trifolium*, *Hippocrepis*, *Koeleria*, *Atriplex*, *Asphodelus* y *Piptatherum*. No todas las especies citadas presentan el mismo valor nutritivo.

1.4. DISCUSIÓN

1.4.1. VEGETACIÓN PERENNE DE CULTIVOS ABANDONADOS

La mayor parte de las asociaciones instaladas en los cultivos abandonados del territorio se integran en la clase fitosociológica *Pegano-Salsoletea*. Como señalan Peinado *et al.* (1986) esta clase está constituida por vegetación nitrófila estabilizada y algo evolucionada de medios que han sufrido una alteración pero no reciente, en el caso de existir alteración las comunidades de esta clase son sustituidos por terófitos colonizadores (*Stellarietea mediae*, *Onopordetea*, etc.). Ya que se han estudiado comunidades perennes resultaba esperable su inclusión en este grupo sintaxonómico. En relación al análisis de sintaxones, cabe destacar que una importante proporción de las especies incluidas en el catálogo corresponde a las clases *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris*, *Pegano-Salsoletea* (23,2, 13,9 y 11,5%, respectivamente, tabla 1.11). En la propia definición de estas clases (Rivas-Martínez *et al.*, 2002) se indica que engloban vegetación de espacios alterados, de carácter pionero, nitrófilo, ruderal, viario. La primera de ellas está constituida por especies anuales, la segunda incluye principalmente hierbas tanto anuales como perennes, mientras que *Pegano-Salsoletea* engloba comunidades perennes. Las especies directrices y dominantes en las comunidades perennes estudiadas corresponden a esta última clase.

En ambientes semiáridos la sucesión resulta muy lenta (Fowler, 1986), y se necesitan décadas si no siglos, para restablecer las relaciones naturales entre los recursos del suelo y la vegetación (Tilman, 1988), pudiendo permanecer las comunidades de *Pegano-Salsoletea* durante prolongados periodos. De hecho, en la Depresión de Baza no se han identificado áreas con claros indicios de haber sido cultivadas en otras épocas y donde se encuentren en la actualidad comunidades vegetales propias de etapas más evolucionadas. Como puede comprobarse en las tablas que sintetizan los inventarios, las especies características de otras clases fitosociológicas que representan mayor evolución, como las correspondientes a las clases *Rosmarinetea officinalis* y *Lygeo-Stipetea*, aportan una reducida cobertura, aunque predominan en espacios anexos. Un 16,6% de las especies registradas en el catálogo florístico son características de *Rosmarinetea officinalis* y un 8,5% de *Lygeo-Stipetea*, sin embargo se trata de especies poco frecuentes o puntuales.

Dos de las siete comunidades identificadas (*Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* y *Atriplici-Suaedetum verae*) quedan integradas, según la clasificación seguida (Rivas-Martínez *et al.*, 2002) en la clase *Sarcocornietea fruticosae*, que incluye formaciones marcadamente halófilas de saladares. No obstante anteriores clasificaciones (Peinado *et al.*, 1986; Peinado *et al.*, 1992; Alonso y de la Torre, 2002) incluyen *Atriplici-Suaedetum verae* también dentro de la clase *Pegano-Salsoletea*. En los saladares de la Hoya de Baza, la asociación *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, junto a otras asociaciones (Lendínez *et al.*, 2004), sí representa la vegetación clímax, ya que las especiales características edáficas impiden el establecimiento de especies y comunidades no adaptadas a las extremas condiciones reinantes.



Figura 1.10. Detalle de diversas especies presentes en los cultivos abandonados del territorio, arriba de izquierda a derecha y de arriba a abajo: *Rosmarinus officinalis* (*Rosmarinetea officinalis*), *Retama sphaerocarpa* (*Cytisetea scopario-striati*), *Lygeum spartum* y *Stipa tenacissima* (*Lygeo-Stipetea*).

La metodología fitosociológica ha sido de gran utilidad para reconocer y describir las comunidades vegetales desde un punto de vista florístico, sin embargo, la información disponible sobre las características ecológicas de las zonas donde se instalan resulta ambigua e imprecisa. También la descripción sobre la ecología de las especies en las floras básicas de referencia aporta información poco concreta. La revisión conjunta de la ecología característica de las comunidades (según las descripciones fitosociológicas), y de la ecología propia de las principales especies que las integran (según las descripciones que se exponen en las floras básicas), da una idea de las particularidades de los ambientes donde se desarrollan (tabla 1.12), aunque puede resultar incluso confusa. En cualquier caso, esta aproximación permite obtener una idea de la variedad de condiciones edáficas que deben tener lugar en los antiguos cultivos (sobre su elevado contenido en yeso y otras sales más solubles, en nitrógeno, etc.). El tercer capítulo de este trabajo trata de aportar información más precisa sobre las características de los ambientes que habitan las comunidades y especies propias de los cultivos abandonados del territorio, con el objetivo de superar

las limitaciones que aquí se plantean y aportar herramientas útiles para la planificación de la gestión.

Asociación	Descripción ecología asociación	Especies características	Descripción ecología especies
<i>Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae</i>	suelos con inundaciones frecuentes, siempre húmedos a poca profundidad y alta riqueza en sales	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	Margales salinos, marismas y saladares con abundante humedad todo el año.
<i>Atriplici glaucae-Suaedetum verae</i>	Suelos arcillosos salinos, con cierto grado de humedad y nitrificados (generalmente en zonas de cultivos abandonados pastoreadas).	<i>Suaeda vera</i> <i>Suaeda pruinosa</i>	Marismas, saladares, etc. Zonas nitrificadas y salinas, de clima muy árido.
<i>Atriplicetum glauco-halimi</i>	Suelos arcillosos compactos, algo salinos, bastante antropizados y a veces con ligera hidromorfía temporal.	<i>Atriplex glauca</i> <i>Atriplex halimus</i>	Sobre suelos arenosos o arcillosos más o menos salinos. Suelos arcillosos, limosos o arenosos, pero siempre con un cierto grado de salinidad.
<i>Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae</i>	Suelos yesíferos continentales enriquecidos en sales y pastoreados.	<i>Frankenia thymifolia</i> <i>Artemisia herba-alba</i>	Margas y arcillas yesíferas. Matorrales nitrificados, tomillares nitrófilos.
<i>Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae</i>	En zonas con sales y nitrógeno en el suelo.	<i>Salsola vermiculata</i>	Matorrales en margas subsalinas soleadas y eutrofizadas, de la costa y el interior.
<i>Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri</i>	Matorrales nitrófilo-colonizadores que invaden cultivos abandonados y otro tipo de zonas alteradas, tanto sobre micaesquistos como sobre margas.	<i>Artemisia barrelieri</i> <i>Andryala ragusina</i>	Suelos yesosos, calizos o arcillosos, tomillares nitrófilos. En taludes y pastizales sobre suelos generalmente básicos.
<i>Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae</i>	Asociación de suelos arcillosos vérticos no en demasía alterados. Suele presentarse en taludes de cultivos.	<i>Hammada articulata</i> <i>Atriplex glauca</i>	Colinas margosas, siempre muy soleadas. Sobre suelos arenosos o arcillosos más o menos salinos.

Tabla 1.12. Ecología descrita para las comunidades perennes estudiadas y algunas de sus especies características, elaborada a partir de la información aportada en la descripción de los sintaxones y en el catálogo florístico.

Como se deduce de la descripción de los sintaxones respecto a su distribución biogeográfica, la vegetación en la Hoya de Baza presenta una notable influencia de territorios tanto manchegos como murciano-almerienses. Aunque diversas comunidades presentan su óptimo en las provincias Murciano-Almeriense o

Castellano-Maestrazgo-Manchega alcanzan la provincia Bética en el distrito Guadiciano-Bastetano. La presencia de especies típicamente manchegas, como *Astragalus clusianus*, también evidencian en parte esta influencia.

El método fitosociológico plantea además otros inconvenientes y ha recibido numerosas críticas, algunas de ellas reseñadas por Terradas (2001), como la aplicación a veces demasiado mecánica del método, y una tendencia de sus usuarios a caer en un excesivo formalismo taxonómico y a llevar el método más allá de sus límites razonables de resolución, existiendo una excesiva afición, a veces, a crear nuevas entidades. Se ha criticado asimismo la subjetividad en la selección de las muestras y en la confección de asociaciones (quienes la plantean se inclinan por el uso de métodos cuantitativos). Algunos de estas limitaciones tratarán de superarse en otras secciones del estudio (en el tercer capítulo se desarrolla un estudio cuantitativo de las características florísticas y edáficas de las parcelas de secano abandonadas del territorio).

Entre las principales ventajas del empleo de esta metodología, como señalan Mota *et al.* (2004a) y Terradas (2001), destaca su potencial para identificar con detalle, respecto a otros enfoques, los tipos de vegetación y cartografiarlos, también resulta de gran utilidad para vincular la información con programas de conservación de ámbito europeo como CORINE (Coordination of Information of the Environment) o la Red Natura 2000, debido a la correspondencia que se establece entre los hábitats de la Directiva 92/43/CEE o algunos de los biotopos del programa CORINE y las unidades fitosociológicas. Por otro lado, también se destacan entre las ventajas de la metodología fitosociológica que la toma de datos es rápida y permite generar enormes bases de datos empíricos susceptibles de someterse a diversos tipos de análisis.

En relación a la utilidad de la Fitosociología en la aplicación de los programas europeos de conservación citados, hay que resaltar que varias de las comunidades perennes instaladas en antiguos campos agrícolas se incluyen dentro del Anexo I (tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es necesario designar zonas especiales de conservación) del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres, en el territorio donde se aplica la Directiva 92/43/CEE.

Las comunidades perennes estudiadas corresponden a dos tipos de hábitats de la Directiva: matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*) y matorrales halo-nitrófilos (*Pegano-Salsoletea*). Dentro de estos tipos se incluyen todas las asociaciones estudiadas, unas se recogen en el Inventario Nacional de Hábitat de la Directiva y otras, aunque no se consideran hábitats de interés comunitario, sí se han incluido en el Atlas y Manual de los Hábitat de España (Rivas-Martínez y Penas, 2003), siendo reconocidos como otros hábitats naturales y seminaturales de interés, y se han cartografiado en el proyecto asociado.

Código	Hábitats de interés comunitario
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)
142032	<i>Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae</i>
1430	Matorrales halo-nitrófilos (<i>Pegano-Salsoletea</i>)
143011	<i>Atriplicetum glauco-halimi</i>
143012	<i>Atriplici glaucae-Suaedetum verae</i>
143021	<i>Artemisio herba-albae-Frankenietum thymifoliae</i>
	Otros hábitats naturales y seminaturales
143026	<i>Salsolo vermiculatae-Artemisietum herba-albae</i>
143031	<i>Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri</i>
143034	<i>Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae</i>

Tabla 1.13. Comunidades características de los cultivos abandonados del territorio y su correspondencia con códigos de hábitats de interés comunitario (Directiva 92/43/CEE) y otros hábitats naturales y seminaturales.

Por otra parte, las asociaciones incluidas en el esquema y descritas no son las únicas formaciones vegetales que se encuentran en los cultivos abandonados del territorio. Como ya se ha indicado, el estudio se centra en las comunidades caracterizadas por especies leñosas, que son las que principalmente acaban instalándose en estas zonas y que, por otro lado, permanecen en ellas durante largos periodos. Sin embargo, en las primeras etapas de la sucesión colonizan las tierras recién abandonadas formaciones terofíticas (Sans y Masalles, 1988; Sánchez López, 1995; Debussche *et al.* 1996; Calabuig *et al.*, 2001; Bonet, 2004; Navarro *et al.*, 2006; etc.) que van siendo sustituidas por comunidades perennes, como las estudiadas.

Entre las comunidades que se instalan en una primera fase, destacan las incluidas en la División *Chenopodio-Scleranthea*, clases *Stellarietea mediae*, *Artemisietea vulgaris* (incluye la subclase *Onopordenea acanthii*, según la obra seguida para la nomenclatura fitosociológica (Rivas-Martínez *et al.*, 2002)), como indicaron Ladero *et al.* (1981) en un estudio sobre algunas de las comunidades nitrófilas frecuentes en la provincia de Granada. Estos autores señalan que la división reúne las comunidades nitrófilas que en general se instalan en las zonas desprovistas bruscamente de vegetación, con la consiguiente alteración del medio, aunque no todas las comunidades que engloban estas clases son características de cultivos de secano abandonados

Otras formaciones de carácter más permanente se han identificado puntualmente en los antiguos cultivos del territorio. Entre ellas se ha reconocido la presencia de los matorrales de *Zigophyllo fabaginis-Atriplicetum glaucae* Rivas Goday, Esteve y Rigual en Rigual 1972, también integrada en la clase *Pegano-Salsoletea*, aunque más que en cultivos abandonados se localizaban en otro tipo de espacios alterados, como escombreras y taludes de caminos, de los que es típica. Se trata de una asociación hipernitrófila propia de los termotipos termo y mesomediterráneos, murciano-almerienses, manchegos meridionales y guadiciano bastetanos, se instala sobre sustratos margosos. Están caracterizados por *Zigophyllum fabago*, que suele dominar sobre todas las demás especies compañeras.

Por otro lado, las formaciones propias de cultivos abandonados contactan, y hacia los límites conviven, con comunidades más evolucionadas correspondientes a la vegetación natural del entorno (descritas en la sección de caracterización de la zona), principalmente con los espartales de *Thymo gracile-Stipetum tenacissimae* y los romerales de *Paronychio aretioides-Astragaletum tumidi*, sobre yesos los espartales corresponden a la asociación *Helianthemo squamati-Stipetum tenacissimae* y los romerales a la del *Jurineo pinnatae-Gypsophiletum struthii*. Algunas comunidades pueden asimismo contactar con otras formaciones vegetales como albardinales (*Dactylo hispanicae-Lygeetum spartii*), juncales (*Caro foetidi-Juncetum maritimi*, *Centaureo dracunculifoliae-Dorycnietum gracilis*, *Aeluropodo littoralis-Jucetum subulati*, *Schoeno nigricantis-Plantaginetum maritimae*) y otras comunidades características de los saladares de la Hoya de Baza (Lendínez *et al.*, 2004), (*Puccinellietum caespitosae*, *Limonio delicatuli-Gypsophiletum tomentosae* subas. *limonietosum maji*, *Polypogono maritimi-Hordeetum marini*, *Microcnemetum coralloidis*, etc.). En relación a la importancia ambiental de estas comunidades, cabe destacar que muchas de estas formaciones están reconocidas como hábitats de interés comunitario y albergan especies de elevado interés ecológico, como se expondrá más adelante.

1.4.2. FLORA DE CULTIVOS ABANDONADOS

La lista de taxones incluidos en el catálogo no es muy extensa, en primer lugar porque no se trata de un inventario exhaustivo de la flora de cultivos abandonados del territorio, como se ha indicado, pero también por las características de las áreas estudiadas. Por un lado, todo el territorio se encuentra dentro de un mismo distrito biogeográfico (distrito Guadiciano-Bastetano), desde un punto de vista bioclimático se sitúa en un único termotipo, el mesomediterráneo, y tan sólo bajo ombrotipo semiárido, (por tanto el régimen de temperaturas y precipitaciones se mantienen prácticamente constantes, también existen escasas variaciones respecto a la altitud). Por otra parte, todos los taxones se han identificado en cultivos abandonados, quedando limitada la variedad de hábitats. En este sentido, cabe resaltar que la mayor variabilidad en la ecología de las áreas de estudio se encuentra relacionada con la complejidad de los suelos, ya que también las condiciones topográficas son similares (la mayoría de los antiguos cultivos se sitúan en terrazas de pendiente prácticamente nula).

En la flora registrada las familias más frecuentes son *Compositae*, *Gramineae*, *Leguminosae*, *Chenopodiaceae* y *Labiatae*. Suelen ser las tres primeras familias citadas las predominantes en la flora del sureste peninsular, así se corrobora en diversos trabajos: en Almería en comarca de los Vélez (García Gea, 1999), Sierra de Gádor (Giménez Luque, 2000), Sierra de los Filabres (Peñas, 1997), Subdesiertos de Almería (Cueto *et al.*, 2004), Sierra Nevada Almeriense (Lorite, 2001), Sierras de María y Orce en Almería y Granada (Cueto *et al.* 1991); en Granada además en Sierra de Castril (Arrojo y Valle, 2000) y Sierra de Baza (Blanca y Morales, 1991). Sin embargo, no es habitual en estas áreas un papel tan destacado de *Quenopodiáceas*. Pueden citarse algunas excepciones, por ejemplo, en los Subdesiertos de Almería

esta familia representa un 7% del total de flora identificada, valor muy similar al obtenido en el territorio, un 7,5%. En los saladares de Cordobilla y Agramón (Albacete) se registró una mayor proporción de Quenopodiáceas (16%), frente a 14,5% de Gramíneas y 13% de Compuestas (Valdes Franzi *et al.*, 1993).

Acerca de la importancia de esta familia en el estudio cabe resaltar que las comunidades identificadas en los cultivos abandonados del territorio se encuentran principalmente caracterizadas por las especies correspondientes a esta familia (*Sarcocornia fruticosa*, *Atriplex glauca*, *Atriplex halimus*, *Suaeda vera*, *Salsola vermiculata*, *Hammada articulata*) además de por otras como *Artemisia herba-alba*, *Artemisia barrelieri* y *Frankenia thymifolia*. La amplia representación de esta familia no resulta rara, ya que, como indica López González (2001) la mayoría de los taxones incluidos en quenopodiáceas están adaptados a colonizar terrenos salinos (marismas, saldares) o terrenos alterados ricos en derivados nitrogenados (escombreras, basureros, barbechos, etc.).

Según Raunkjaer (1934), la disposición relativa de las yemas de resistencia respecto al suelo durante la estación desfavorable es el índice más ilustrativo de la adaptación de las fanerógamas y permite distinguir diversas formas vitales, también llamadas tipos biológicos o biotipos. Para un territorio o bien una comunidad vegetal determinada, la proporción de especies que forman parte de cada una de las formas vitales constituye su espectro biológico. El espectro biológico de un territorio aporta información sobre la estructura de la vegetación y se relaciona con las condiciones ambientales reinantes en la zona (Melendo, 1998), resultanto de gran interés el análisis de estas formas vitales.

Respecto a los tipos biológicos de las zonas estudiadas, se ha identificado un porcentaje muy similar de especies de caméfitos, hemicriptófitos y terófitos, estando prácticamente ausentes los fanerófitos. Para analizar los resultados obtenidos en nuestra zona resulta interesante compararlos con los de otras áreas. A continuación se exponen algunos ejemplos, unos de zonas próximas como la Sierra de María y Orce (Cueto *et al.*, 1991) y Rambla de Becerra (Navarro *et al.*, 2003), esta última además comparte varias peculiaridades con el área de estudio, y otros de áreas más alejadas como Montes de León, Alpes y El Golea (extraído de Cueto *et al.*, 1991) también se indica la media mundial (según Raunkjaer en Braun-Blanquet (1979)).

	Fanerofitos	Caméfitos	Hemicriptófitos	Geófitos	Hidrófitos	Terófitos
Hoya de Baza (cul.aban.)	2,3	33,8	29,2	4,6	-	32,3
Rambla Becerra	3,4	15,3	17,6	2,0	0	61,7
Sierras de María y Orce	9	16,8	35,5	5,7	0,25	32,6
Montes de León	6,5	16	57	7	0,5	13
Alpes (2000-3000m)	0	24,5	68	4	0	3,5
El Golea (Sahara)	9	13	15	5	2	56
Media mundial	9,2	5,9	20,2	8,5	4,1	52,1

Tabla 1. 14. Porcentaje de biotipos característicos de diversas áreas, incluida la de estudio (Hoya de Baza (cul. aban.))



Figura 1.11. Detalle de diversas especies abundantes en los cultivos abandonados del territorio correspondientes a la familia *Quenopodiaceae*, de izquierda a derecha y de arriba a abajo: *Salsola vermiculata*, *Hammada articulata*, *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*, *Atriplex halimus* y *Atriplex glauca*.

En este sentido, Merlo *et al.* (2004) exponen una figura donde representan la proporción de los principales biotipos en diferentes clases de hábitats. En zonas semiáridas los terófitos representarían más del 50% de la flora, los hemicitófitos casi un 25%, los caméfitos un 10% aproximadamente y los fanerófitos, geófitos e hidrófitos supondrían un porcentaje inferior. Como apuntan estos autores, aunque por número de especies predominen terófitos, en ambientes áridos, como los propios de los Subdesiertos de Almería (objeto de su estudio), fisionómicamente suelen predominar caméfitos.

Los fanerófitos se encuentran prácticamente ausentes en las tierras estudiadas, hecho directamente relacionado con que se trata de una zona semiárida, donde la vegetación climática más evolucionada correspondería a un pinar coscojar abierto, que no llegaría a quedar dominado por un estrato arbóreo (Navarro *et al.*, 2001b). Pero incluso es muy difícil que la vegetación evolucione hacia formaciones arbustivas debido a las importantes limitaciones climáticas y edáficas del territorio. Como señalan Merlo *et al.* (2004) en condiciones ideales, los árboles son la forma de vida predominante, ya que la competencia favorece a los individuos más altos. Los fanerófitos dominan la flora cuando no existe una estación desfavorable por falta de agua o, si existe, es poco severa; en climas menos favorables comienzan a cobrar protagonismo otras formas vitales, aunque los árboles pueden ser un elemento importante de la flora. Entre los fanerófitos destaca la presencia de tarajes o tarays (*Tamarix* spp.), aunque más que en cultivos abandonados se sitúa en límites entre terrazas o parcelas, en algunos casos se aprovechaba como protector frente al viento. Otra especie arbórea presente en algunas parcelas es el pino carrasco (*Pinus halepensis*), en algunas zonas se plantaron al acogerse los dueños de las tierras a subvenciones de la Política Agraria Comunitaria.

Por otra parte, como advierten Merlo *et al.* (2004), en zonas cálidas y xéricas, donde no compensa invertir mucho en el crecimiento de la estructura de la planta, porque además la baja densidad de la vegetación hace poco necesaria la competencia en busca de la luz, una parte importante de las plantas presentan el biotipo de caméfito. La destacada proporción de caméfitos que se ha registrado en el catálogo expuesto y la proporción más baja de lo esperada de terófitos, queda plenamente justificada si, además, se tiene en cuenta que el estudio se ha centrado en las comunidades perennes, habiéndose realizado numerosas jornadas de campo en otoño e invierno, periodos con menor número de terófitos y hemicriptófitos identificables, pero durante los que, sin embargo, los caméfitos son fácilmente reconocibles.

La proporción de terófitos y hemicriptófitos identificados es importante y muy similar. Según Voliotis (1982) la dominancia de hemicriptófitos o de terófitos depende del mayor o menor grado de mediterraneidad, así al aumentar la termicidad y disminuir las precipitaciones se incrementa la proporción de terófitos, mientras que al disminuir la temperatura y aumentar las precipitaciones se incrementa el número de hemicriptófitos. En el territorio las escasas precipitaciones podrían favorecer el predominio de terófitos, sin embargo, las bajas temperaturas invernales limitan la termicidad y pueden propiciar el desarrollo de hemicriptófitos. Esta podría ser una de las causas que expliquen una proporción de hemicriptófitos superior a la esperada, que se hallaría entre la característica de zonas semiáridas y la de zonas como la Sierra de María y Orce (Cueto *et al.*, 1991)

Aunque todos los taxones incluidos en el catálogo florístico se han identificado en cultivos abandonados del territorio, no todas las especies son características de este tipo de ambientes, aunque sí la mayor parte. Analizando la información aportada en el catálogo sobre la **ecología** característica de cada especie (extraída de la floras básicas citadas en metodología), resalta la destacada presencia de especies de

carácter ruderal, arvense, nitrófilo o viario (*Anacyclus clavatus*, *Artemisia campestris*, *Artemisia herba-alba*, *Bellardia trixago*, *Bituminaria bituminosa*, *Carthamus lanatus*, *Convolvulus arvensis*, *Conyza bonariensis*, *Dittrichia viscosa*, *Erodium cicutarium*, *Eruca vesicaria*, *Eryngium campestre*, *Euphorbia serrata*, *Galactites tomentosa*, *Hordeum leporinum*, *Lolium rigidum*, *Mantisalca salmantica*, *Marrubium vulgare*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Moricandia arvensis*, *Onopordum acaulon*, *Onopordum nervosum*, *Pallenis spinosa*, *Papaver rhoeas*, *Paronychia argentea*, *Peganum harmala*, *Picnomon acarna*, *Plantago albicans*, *Reseda lutea*, *Reseda luteola*, *Reseda suffruticosa*, *Rostraria cristata*, *Salsola vermiculata*, *Salvia verbenaca*, *Scabiosa stellata*, *Scolymus hispanicus*, *Scorzonera angustifolia*, *Silybum marianum*, *Sonchus oleraceus*, *Trifolium stellatum*, *Vicia sativa*, *Zygophyllum fabago*, etc.).

Aunque no se trata de especies muy abundantes, se han identificado numerosas especies propias de ambientes con un elevado contenido en yeso (*Gypsophila struthium* subsp. *struthium*, *Helianthemum squamatum*, *Helianthemum violaceum*, *Herniaria fruticosa*, *Lepidium subulatum*, *Matthiola fruticulosa*, *Moricandia arvensis*, *Ononis tridentata* subsp. *tridentata*, *Frankenia thymifolia*, *Frankenia pulverulenta*). Por otra parte, destaca la presencia de especies indicadoras de ambientes salinos (*Arthrocnemum macrostachyum*, *Gypsophila tomentosa*, *Inula crithmoides*, *Limonium delicatulum*, *L. majus*, *L. minus*, *L. supinum*, *Lygeum spartum*, *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda pruinosa*, *S. vera*, *Cistanche phelypaea*). Algunas de estas especies son además propias de suelos húmedos, también otras como *Iris xiphium*, *Phragmites australis*, *Tamarix canariensis*.

Como se ha destacado en los resultados, los **elementos florísticos** mediterráneos se encuentran notablemente representados en la flora de las tierras agrícolas abandonadas de la Depresión de Baza. Cabe destacar que las principales especies que caracterizan las comunidades reconocidas en las antiguas tierras de labor presentan una distribución Mediterránea o de área más restringida: *Atriplex halimus* (Región Mediterránea y S de África), *Salsola vermiculata* (Región Mediterránea), *Atriplex glauca* y *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum* (Región Mediterránea Occidental), *Artemisia herba-alba* (Sureste de Europa), *Andryala ragusina* (Península Ibérica, Baleares, S de Francia, Córcega), *Frankenia thymifolia* y *Hammada articulata* (elementos Iberonorteafricanos) *Artemisia barrelieri*, (SE Ibérico), *Santolina canescens* (endemismo bético). *Sarcocornia fruticosa*, sin embargo, presenta una distribución más amplia (Europa, O de Asia, Norte y S de África, centro y S de América, Polinesia).

En parcelas que en algún periodo debieron estar roturadas, se han identificado además dos **endemismos locales**: *Limonium majus* y *Limonium minus*, acompañando a *Sarcocornia fruticosa* en la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*. Cabe destacar que, además, *Limonium majus* está catalogada como "Especie Vulnerable" según la legislación andaluza (Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres), además está incluida en el Atlas y Libro Rojo de flora amenazada de España (Bañares, 2003), previamente se había incluido en la Lista

Roja Nacional (Anónimo, 2000a), y Libro Rojo de Andalucía (Blanca *et al.*, 1999 y 2000). *Limonium minus*, por su parte, se incluyó también en la Lista Roja Nacional.

Desde el punto de vista de la Conservación de la Biodiversidad, además de estas especies incluidas en el catálogo, otras especies presentes en espacios próximos y estrechamente relacionados resultan también de elevado interés. Se trata principalmente de especies características de saladares, entre ellas: *Cynomorium coccineum* y *Puccinellia caespitosa* (contempladas en la Ley andaluza de flora y fauna silvestre) y *Carum foetidum* (incluido en el Atlas y Libro Rojo de flora amenazada de España), *Microcnemum coralloides* subsp. *coralloides* y *Senecio auricula* (se registraron en la Lista Roja Nacional). Como apuntan Lendínez *et al.* (2004), sin embargo, gran parte de las plantas, cuyas únicas localidades andaluzas se encuentran en los saladares de la Hoya de Baza, permanecen sin protección alguna (*Centaurea dracunculifolia*, *Gypsophila tomentosa*, *Dorycnium gracile*, *Sonchus crassifolius*, etc.).

1.4.3. RECURSOS BOTÁNICOS

Resulta interesante analizar las características florísticas de los espacios abandonados desde una perspectiva socio-económica. Numerosas especies propias de las comunidades analizadas presentan potencial utilidad como recurso botánico, como se ha indicado. No obstante, muchos de los usos señalados carecen de posibilidades reales de explotación.

Uno de los usos de las plantas que más posibilidades de aprovechamiento puede suponer en el territorio es el forrajero. Entre las especies más interesantes por su utilidad forrajera destaca *Atriplex halimus*, que constituye el principal elemento de la asociación *Atriplicetum glauco-halimi*. Las especies del género *Atriplex* han sido indicadas en numerosos trabajos como un eficaz recurso forrajero (Le Houerou, 1989; Ríos *et al.*, 1989; Robles, 1990; Otal *et al.*, 1991; Robledo *et al.*, 1995; Cañellas *et al.*, 2004; Robles y González Rebollar, 2006). Como advierten Correal *et al.* (1986) más de la mitad de las especies de *Atriplex* nativas de estas zonas son especies C4, que son de 2-3 veces más eficientes que la mayoría de las plantas C3 en términos de fijación de CO₂/cantidad de agua transpirada. Presentan, además, una destacada resistencia a elevadas temperaturas, lo cual permite su aprovechamiento en verano, época especialmente problemática para la alimentación de los fitógagos en el medio mediterráneo (Cañellas *et al.*, 2004). La evaluación de la calidad y cantidad de forraje de estas especies y las técnicas para su manejo con ganado doméstico se está realizando tanto en España (Ríos *et al.*, 1989; Otal *et al.*, 1991; Robledo *et al.*, 1995) como en otros países (Wills y Sheppard, 1986; Picolo, 1989, Sheppard *et al.*, 1991).

No es ésta, sin embargo, la única especie de interés forrajero presente o característica de los cultivos abandonados del territorio, otras destacables son: *Anthyllis cytisoides*, *Dactylis glomerata*, *Plantago albicans*, *Bituminaria bituminosa*, *Eryngium campestre*, *Helichrysum italicum*, *Carlina corymbosa*, *Teucrium capitatum*, *Brachypodium retusum*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Thapsia villosa*, etc., que se

incluyen en catálogos forrajeros (ej: Robles (1990) y González Rebollar *et al.* (1999)). Algunas de estas especies (*Anthyllis cytisoides*, *Bituminaria bituminosa*) y otras que igualmente poseen interés para el pastoreo (*Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Trifolium stellatum*, *Vicia sativa*) se integran en la familia *Leguminosae*. Las leguminosas, por su capacidad de fijar nitrógeno, son capaces de crecer en terrenos de baja calidad, mejorando las condiciones del suelo y favoreciendo el crecimiento de otras plantas (Van Andel *et al.*, 1993). Además algunas especies correspondientes a esta familia tienen un gran interés como forrajeras por su elevado valor nutritivo (Alegre *et al.*, 1993; Sancha *et al.*, 1993) y una alta capacidad para proteger el suelo frente a la erosión (Andreu *et al.*, 1994; 1995).

Una de las especies características de la asociación *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, *Salsola vermiculata*, también ha sido destacada entre las especies de interés forrajero (Hycka Maruniak, 1961; Osman y Ghassali, 1997). Aunque apenas se han hallado trabajos específicos que investiguen las propiedades productivas y alimenticias para el ganado de esta especie, nos consta, por las experiencia en campo, que es muy apreciada por el ganado, especialmente por las cabras (figura 1.12). *Artemisia herba-alba* parece ser muy apetecida por la oveja.



Figura 1. 12. Pastoreo en los cultivos abandonados de la zona de estudio, a la izquierda una cabra ramoneando una planta de *Salsola vermiculata*, a la derecha ovejas pastando en la comunidad *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*.

De las especies identificadas en los cultivos abandonados del territorio destacan por su interés aromático, medicinal y condimentario *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, *Thymus longiflorus*, *Rosmarinus officinalis*, *Santolina canescens* y *Foeniculum vulgare*, estas especies se han identificado en las comunidades *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, *Andryalo-Artemisietum barrelieri* y *Artemisio-Frankenietum thymifoliae*. Se trata de taxones característicos de los relieves circundantes, pero que acaban colonizando también los cultivos tras su abandono.

El uso de las plantas aromáticas y medicinales tiene un origen muy antiguo. En determinadas épocas la demanda de estas plantas era satisfecha por la recolección de las poblaciones naturales, sin embargo, poco a poco el mercado se ha ido haciendo más exigente, demandando más calidad y mayores volúmenes de material. La creciente demanda se asocia al uso medicinal y condimentario, así como al industrial

en perfumería y cosmética, además del posible uso por sus propiedades como plaguicida y herbicida. Para suplir las necesidades del mercado fue necesario producir estas plantas aromáticas y medicinales, ya que la recolección de las plantas en las poblaciones naturales no resultaba suficiente.

Según indican Bermúdez *et al.* (2005), aunque no existen datos precisos para evaluar la extensión del uso global de plantas medicinales, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que más del 80% de la población mundial utiliza rutinariamente la medicina tradicional para satisfacer sus necesidades de atención primaria de salud, y que gran parte de los tratamientos tradicionales implican el uso de extractos de plantas o sus principios activos (Akerlele, 1993; Sheldon *et al.*, 1997; Shrestha y Dhillon, 2003; Katewa *et al.*, 2004). Estas plantas también tienen importantes aplicaciones en la medicina moderna. Entre otras, son fuente directa de agentes terapéuticos, se emplean como materia prima para la fabricación de medicamentos semisintéticos más complejos, la estructura química de sus principios activos puede servir de modelo para la elaboración de drogas sintéticas y tales principios se pueden utilizar como marcadores taxonómicos en la búsqueda de nuevos medicamentos (Akerlele, 1993).

El cultivo regular de plantas aromáticas y medicinales y su transformación industrial es una interesante alternativa para numerosas regiones de España que ayudaría a resolver problemas económicos, sociales y medioambientales (García-Nieto, 2000). Según este autor si se produjera un impulso del cultivo total o parcialmente mecanizado de estas plantas, principalmente de especies autóctonas, y de su ulterior transformación industrial, acompañado de un significativo asociacionismo del sector productivo y del apoyo y asistencia técnica de las distintas administraciones públicas, se convertiría en una actividad económica rentable en el futuro, y beneficiaría a corto plazo de la nueva política de desarrollo rural en el ámbito de la Unión Europea. La viabilidad de esta opción para las tierras agrícolas abandonadas del territorio debería ser analizada en detalle ya que podría suponer una interesante alternativa al tradicional cultivo de cereales.

Por otro lado, las plantas aromáticas y medicinales son muy apetecidas y buscadas por las abejas, por lo que la instalación de colmenas en la proximidad de sus cultivos, es de gran interés para el desarrollo de la apicultura, ya que proporcionan miel y polen de excelente calidad. A su vez, las plantas aromáticas cultivadas, que han sido visitadas por las abejas, incrementan en un 16% un rendimiento en aceite esencial (García-Nieto, 2000). Además de éstas, otras especies presentes en las tierras abandonadas destacan por su utilidad apícola: *Allium rouyi*, *Andryala ragusina*, *Anthyllis cytisoides*, *Asphodelus cerasiferus*, *Bituminaria bituminosa*, *Carlina corymbosa*, *Convolvulus arvensis*, *Coris monspeliensis*, *Dittrichia viscosa*, *Eruca vesicaria*, *Eryngium campestre*, *Galactites tomentosa*, *Malva nicaeensis*, *Marrubium vulgare*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Moricandia moricandioides*, *Muscari neglectum*, *Papaver roheas*, *Reseda lutea*, *Retama sphaerocarpa*, *Salvia verbenaca*, *Sedum album*, *Silybum marianum*, *Teucrium capitatum* subsp. *gracillimun*, *Thapsia villosa*, y *Trifolium repens*, (Nieto y Valenzuela, 1995). También las especies propias

de los romerales y espartales de los relieves anexos (muchas de ellas ya incluidas en el listado anterior) presentan unas características florísticas óptimas para su aprovechamiento melífero.

Otra de las plantas interesantes para su potenciación y aprovechamiento es *Capparis spinosa*, sus botones florales y frutos se preparan en vinagre y sal y son consumidos como aperitivo. Se ha identificado alguna plantación de “alcaparrera” dentro de la zona de estudio.

Numerosas especies se han empleado a lo largo de la historia como combustible. Aunque los árboles presentan mayor utilidad para este fin otras especies existentes en ambientes semiáridos también han sido utilizadas con similar objetivo. Como hemos visto, entre otras, *Carthamus lanatus* y *Phlomis lychnitis*, que se utilizaban para el alumbrado de candiles y lámparas; y *Anthyllis cytisoides*, *Artemisia barrelieri* y *Tamarix canariensis*, cuyas ramas se usaban como leña.

En la actualidad, en relación a este uso, hay que destacar el desarrollo de los biocombustibles. Un considerable número de especies pueden emplearse para la obtención de biocombustibles. Los biocombustibles son aquellos combustibles obtenidos de una fuente que no tiene origen mineral o fósil sino biológico. Dentro de esta categoría general se incluyen los biocarburantes, que son susceptibles de ser empleados en un motor de combustión interna (buena parte de ellos instalados en vehículos). Los biocarburantes más conocidos son bioetanol, biodiésel, biogás, biometanol, etc. El sector de producción de biocarburantes necesita inputs agrarios, como aceites, semillas o cereales para alimentar su proceso (Sánchez-Macías *et al.*, 2006). Los cultivos destinados a la producción de biomasa con fines energéticos pueden agruparse en tres tipos básicos en función del destino final (Anónimo, 2007):

- Cultivos oleaginosos para la producción de aceite transformable en biodiesel, para sustitución del gasoleo de automoción. Entre ellos primeros cabe citar el girasol, la colza, la soja y palma.
- Cultivos alcoholígenos para la producción de etanol utilizable en sustitución total o parcial de las gasolinas de automoción y otros aditivos. Entre los cultivos alcoholícenos destaca la remolacha y la caña de azúcar como cultivos clásicos y la patata (*Helianthus tuberosus*) y el sorgo azucarero (*Sorghum bicolor*) como nuevos cultivos prometedores para esta actividad.
- Cultivos lignocelulósicos para la producción de biocombustibles sólidos utilizables con fines térmicos, principalmente para la producción de electricidad (agroelectricidad). Cabe citar las especies leñosas cultivadas en alta densidad y corta rotación (eucaliptos, acacias, o chopos, en zonas de climatología adecuada) y especies herbáceas de alta producción como el cardo de la especie *Cynara cardunculus*.

En la mayoría de los países se están haciendo esfuerzos para encontrar cultivos específicos nuevos que, por un lado, se adapten mejor a las condiciones particulares de los suelos y las posibilidades hídricas de cada zona y, por otra,

presenten buenas propiedades para el posterior aprovechamiento por parte de la industria transformadora. Recientes investigaciones han propuesto la idoneidad del cardo (*Cynara cardunculus*) como cultivo específico que podría ser sustitutivo del cultivo de trigo o cebada energéticos en tierras de secano. El cardo presenta buenos rendimientos tanto en biomasa bruta (hasta las 15 toneladas de materia seca por ha y año y superiores si el aporte hídrico se completa con riegos de invierno), como en semilla (1,5 toneladas aproximadamente) (Anónimo, 2007). En Anónimo (2000b) se indica que se está llevando a cabo un trabajo sobre mejora y agronomía de cultivos herbáceos en el IFAPA Centro Las Torres-Tomejil, Alcalá del Río (Sevilla), que estudia la adaptación de algunas especies a las condiciones de Andalucía, para la producción de biomasa, que cumplan requisitos de productividad económica y energética, y mínimo impacto ambiental (*Sorghum* sp. (sorgo), *Brassica carinata* (colza), *Hibiscus cannabicus* (kenaf) y *Onopordum nervosum* (toba)). Esta última especie, ***Onopordum nervosum***, de elevada talla, coloniza los cultivos abandonados del territorio en las primeras fases de abandono. Si se demuestran sus cualidades como biocombustible, su potenciación y/o cultivo podría resultar una alternativa interesante para las parcelas agrícolas marginales del área de estudio.

1.4.4. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

De los resultados de este capítulo pueden extraerse algunas conclusiones por su utilidad para la gestión. En primer lugar, destacar que se han identificado diversas comunidades vegetales perennes que ocupan los antiguos cultivos por periodos muy prolongados. Tras un primer análisis, todo parece indicar que su desarrollo debe estar condicionado por la variabilidad de parámetros como la salinidad, la humedad, el contenido en yeso, etc. Algunas de estas características condicionan la productividad de los cultivos y, por tanto pueden haber llevado a su abandono. En consecuencia, la presencia de determinadas especies o comunidades puede ser útil para un rápido reconocimiento de determinadas características edáficas que pueden estar directamente relacionadas con la gestión.

Por otra parte, como se ha indicado, algunos de los espacios abandonados presentan un destacado valor ambiental. Muchas de las comunidades constituyen hábitats de interés comunitario, pero además algunas comunidades albergan especies protegidas, como *Limonium majus* y *Limonium minus*. Los saladares constituyen unos ecosistemas de gran valor ambiental, aunque en la actualidad los de la Hoya de Baza carecen de protección específica y corren el riesgo de roturación. No obstante, hay que destacar que el Saladar del Margen ha sido incluido recientemente en el Inventario de Humedales de Andalucía. La planificación del territorio ha de considerar la elevada diversidad de hábitats y especies singulares presentes en estos espacios, y debe promover su conservación.

La notable utilidad, desde un punto de vista socio-económico, de diversas especies características de los cultivos abandonados del territorio o de su entorno, sugiere la potenciación de las más interesantes como alternativa para algunas de

estas tierras marginales. Entre los usos susceptibles de aprovechamiento en las áreas estudiadas destacan el forrajero, el aromático, medicinal y condimentario, el apícola así como la obtención de biocombustibles.



Figura 1. 13. Arroyo del Salar del Margen y detalle de algunas de las especies que alberga el saladar, de izquierda a derecha y de arriba a abajo: *Arthrocnemum macrostachyum*, *Microcnemum coralloides* subsp. *coralloides*, *Gypsophila tomentosa* y *Carum foetidum*. Este saladar ha sido incluido recientemente en el Inventario de Humedales de Andalucía.

CAPÍTULO 2.
ANÁLISIS ESPACIAL DE TIERRAS
AGRÍCOLAS ABANDONADAS
EN LA HOYA DE BAZA

2.1. INTRODUCCIÓN

2.1.1. CARTOGRAFÍA DE LA VEGETACIÓN

Para afrontar el estudio de tierras agrícolas baldías, con objeto de establecer bases para su gestión, consideramos primordial cuantificar la superficie implicada en el proceso de abandono así como profundizar en su distribución espacial. Como base para la realización del análisis espacial de los cultivos abandonados del territorio se requiere una cartografía detallada de los mismos, que además diferencie las comunidades vegetales estudiadas en el anterior capítulo. Necesitamos, por tanto, elaborar un mapa de vegetación.

Moreira (2001) hacía una breve revisión sobre la evolución de la cartografía a lo largo del tiempo. Recapitulaba que las primeras representaciones del espacio mediante itinerarios desde un lugar conocido hasta otro desconocido (una dimensión), fueron sustituidas, con el pasar de los siglos y el descubrimiento de principios físicos y matemáticos que dieron lugar a la invención de instrumentos de precisión para la navegación, por portulanos y cartas náuticas en dos dimensiones. Por otra parte, la invención de la imprenta facilitó la difusión, aún restringida, de los trabajos cartográficos. Las formulaciones matemáticas del siglo XVI sobre la esfericidad de la Tierra abrieron un tímido camino hacia el uso de la tercera dimensión en la Cartografía, que sólo se consolidaría en el siglo XVIII, con los primeros trabajos de triangulación y, posteriormente, con la representación del relieve mediante curvas de nivel. La tercera dimensión ha dominado la concepción más aceptada de la Cartografía hasta tiempos muy recientes pero, en los últimos años, las nuevas tecnologías de la información aplicadas a la representación del espacio, están introduciendo una cuarta dimensión apoyada por el tratamiento de imágenes de satélite o avión y por Sistemas de Información Geográfica. Muñoz (2001) indicaba que en la elaboración de mapas de vegetación la aparición de las fotografías aéreas supuso un importante avance, ya que permiten reconocer las manchas de vegetación que en los muestreos de campo son asignadas a cada clase o tipo de vegetación. Estas manchas son posteriormente pasadas a un mapa topográfico en un proceso que se denomina "restitución cartográfica". Las fotografías aéreas tradicionales han sido sustituidas por las ortofotografías digitales, y en la actualidad están siendo desplazadas, en parte, por las imágenes de satélite.

Los mapas de vegetación son aquellos que representan la distribución de las comunidades o agrupaciones vegetales que se repiten más o menos regularmente y pueden ser individualizadas, es decir, separadas de otras similares (Muñoz, 2001). Como señala este autor, es evidente que la distribución de los organismos está en equilibrio con determinados factores ambientales. Por este motivo, la vegetación se considera un atributo terrestre que integra un elevado número de características físicas del paisaje, climáticas, topográficas y edáficas, entre ellas, (Austin y Cocks,

1978; Rowe y Serrad, 1981; Moss, 1985; Domon *et al.*, 1989). La combinación de estos elementos encuentra su expresión espacial en los mapas de ecosistemas y sus tipos de asociaciones vegetales. Ya que la vegetación se presenta como un buen integrador de las condiciones del medio, su estudio y cartografía permiten conocer los factores físicos y las potencialidades de los territorios para diversos usos (Long, 1974-1975). Como indicaban Gómez Mercado y Valle (1988) los mapas de vegetación presentan una amplia variabilidad de aplicaciones en la planificación del uso del territorio, ya que la cartografía vegetal puede ser uno de los principales puntos de partida de cualquier estudio sobre la ordenación del medio natural y, sobre todo, en la conservación de la naturaleza, permitiendo conocer la ubicación de las áreas con formaciones vegetales de mayor interés, dignas de ser protegidas y/o restauradas.

Entre las ventajas que presentan las descripciones de la vegetación basadas en las clasificaciones fitosociológicas destacan el que pueden ser cartografiadas (Terradas, 2001). En base a la metodología fitosociológica, y a otros métodos, se elaboran distintos tipos de mapas de vegetación, que persiguen objetivos diferentes. Se crean mapas de vegetación potencial (Rivas-Martínez, 1982; Valle, 1985; Rivas-Martínez, 1987; Valle, 2003; Valle, 2004), mapas de vegetación actual (Gómez Mercado y Valle, 1988; Arrojo, 1994; González Rebollar *et al.*, 1998; Alcaraz *et al.*, 2000; Neto *et al.*, 2001; Villar Pérez y Benito Alonso, 2001), mapas de hábitats de interés comunitario (Baraza, 1999; Draper *et al.*, 2001; Maltez Mouro *et al.*, 2001; Rivas-Martínez y Penas, 2003; Lorda y Remón, 2003), mapas de pastos (Broca *et al.*, 2001; Erena *et al.*, 2003; San Miguel, 2004), etc.

2.1.2. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y ANÁLISIS ESPACIAL

En disciplinas como la Cartografía, la eclosión de nuevas tecnologías de la información relacionadas con el análisis territorial, como son los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección, ha supuesto una revolución. El mapa ha dejado de ser una mera representación de elementos territoriales seleccionados por un cartógrafo, para convertirse en origen y destino de múltiples tipos de informaciones geográficas que interactúan sobre un territorio. El mapa ha dejado de ser un dibujo y se ha convertido en información espacial. La Cartografía, enfocada como información espacial puede obtener de las nuevas tecnologías un apoyo fundamental (Moreira, 2001).

Para alcanzar los objetivos que se plantean en este capítulo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) resultan de gran utilidad. El término SIG alude a un sistema de información espacial automatizado e internamente referenciado, diseñado para la gestión y análisis de datos espaciales y la elaboración de cartografía (Berry, 1990). Los programas que permiten trabajar con SIG recogen un considerable número de funciones orientadas al análisis espacial, que es, precisamente, uno de sus puntos fuertes y distintivos. Entre ellas se incluyen la superposición de mapas, el análisis de proximidad, el cálculo de áreas, perímetros y volúmenes, el análisis de rutas, la elaboración de estadísticas y mapas algebraicos, etc. (Morad y Triviño, 2001). Otra de

las ventajas de los SIG es que permiten la integración de datos recopilados de diferentes fuentes y a diferentes escalas espaciales (Brown *et al.*, 1998). En la actualidad, el apoyo en herramientas como los SIG parece imprescindible a la hora de abordar trabajos de cartografía por su capacidad para almacenar, gestionar y jerarquizar grandes volúmenes de datos espaciales (Cook y Norman, 1996). También se ha convertido en una herramienta básica para afrontar la planificación del territorio (Moldes, 1995; Bosque Sendra y García, 2000; Peña Llopis, 2006; etc.).

Los SIG están integrados por cuatro componentes principales (Arnoff, 1989; Guimet, 1992; Moldes, 1995, Pascual Aguilar, 2002): módulo de entrada de datos, módulo de almacenamiento y gestión de la base de datos, módulo operacional de tratamiento y análisis de la información y módulo de salida de datos. Esta estructura los convierte en una herramienta muy potente para llevar a cabo diferentes fases en muy diversos tipos de estudios. En la primera etapa de recopilación y búsqueda de información los SIG facilitan el trabajo ya que funcionan como bases de datos capaces de intercambiar información con otros sistemas y de generar nueva información a partir de la ya existente. Una vez recopilada y creada la información se puede realizar un diagnóstico integrado de la zona de estudio. Los SIG se encargan de ayudar en la caracterización de la zona mediante análisis espaciales, además permiten crear modelos que proporcionen una idea de cuáles pueden ser las tendencias del territorio en el futuro. En el proceso de toma de decisiones para la gestión los SIG aportan una inestimable ayuda ya que permiten realizar consultas y analizar diferentes opciones, el proceso se completa con herramientas informáticas como los Métodos de Evaluación Multicriterio. Por último, los SIG constituyen una poderosa herramienta para la presentación de resultados ya que permiten la salida de datos, tanto primarios como analizados, en diferentes formatos (cartografías, gráficos estadísticos, informes de tablas numéricas, etc.). Resulta especialmente útil y sencillo elaborar y modificar mapas temáticos, porque se realizan a partir de información que forma parte del propio sistema.

El primer ejemplo de Sistema de Información Geográfica que funcionó es el denominado Canadian Geographical Information System (CGIS), que se creó en 1964. A partir de la década de los 60 los Sistemas de Información Geográfica han ido evolucionando y la variedad de campos en los que se emplean ha ido incrementándose paulatinamente. Mediante estas herramientas se han planteado, entre otras, estrategias de conservación de la naturaleza (Congalton *et al.*, 1993; Veitch *et al.*, 1995; Austin *et al.*, 1996; Lathrop y Bognar, 1998; Radeloff *et al.*, 1999; Brito *et al.*, 1999). Para estudiar opciones de restauración los Sistemas de Información Geográfica presentan igualmente una destacada utilidad (Russell, *et al.*, 1997; Brown *et al.*, 1998; Thompson *et al.*, 1999; Lee *et al.*, 2002; Pieterse *et al.*, 2002; García-Aguirre *et al.*, 2007), también para otros campos como la prevención de incendios forestales (Chuvienco y Congalton, 1989; Thompson *et al.*, 2000; Dong *et al.*, 2006; Vega-García y Chuvienco, 2006, Prasad *et al.*, 2008).

Por otro lado, en numerosos trabajos se han analizado mediante SIG espacios rurales con el fin de estudiar la evolución del paisaje a lo largo de un determinado

periodo de tiempo (Phipps *et al.*, 1986; Hubert, 1991; Baudry y Tatoni, 1993; Pinto Correia, 1993; Pan *et al.*, 1999; Semwal *et al.*, 2004; Bender *et al.*, 2005a, 2005b), en algunos de ellos, entre las unidades que se identifican destacan las que corresponden a cultivos abandonados. En otro tipo de estudios sobre antiguos espacios agrícolas también se emplean estas potentes herramientas, con distintos tipos de objetivos. Grossi *et al.* (1995) analizaron los efectos del abandono agrícola en la estructura del paisaje y la vegetación. Morote *et al.* (2001) aplicaron un SIG para la elección de especies en la forestación de tierras agrícolas en la Mancha. Lee *et al.* (2002) mediante el uso de un SIG localizaron los espacios más apropiados para crear y restaurar bosques autóctonos en Chiltern Hills (Reino Unido), entre los posibles usos del suelo consideraron espacios agrícolas. Errera *et al.* (2004) cartografiaron cultivos abandonados a partir de fotografía aérea y mediante SIG seleccionaron los que podrían cambiar de uso para convertirlos en prados de siega o diente, sin incrementar los riesgos de erosión. Flinn *et al.* (2005) se sirvieron de este tipo de herramientas para evaluar las diferencias entre los bosques que en épocas anteriores fueron tierras de cultivos y los bosques primarios, en distintas condiciones ambientales.

Para el estudio y evaluación de los cultivos abandonados del territorio consideramos de gran utilidad el empleo de Sistemas de Información Geográfica. Como se ha indicado, en la actualidad constituyen instrumentos básicos para abordar trabajos de cartografía de la vegetación, pero además determinadas técnicas de análisis espacial que incorporan pueden facilitar la interpretación de la distribución de las comunidades. Si bien el análisis espacial por sí mismo no permite determinar qué proceso está originando la distribución en el espacio de una especie, comunidad o proceso ecológico de interés, puede proporcionar una información muy valiosa sobre los procesos que han sido importantes en su génesis (Pielou, 1961; Ford y Renshaw, 1984; Silvertown y Wilson, 1994). El análisis de la estructura espacial de los organismos, factores abióticos o procesos ecológicos puede resultar, por tanto, de gran interés. Como apuntaba Maestre (2006), se ha empleado para gestionar especies y hábitats (Escudero *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 2003; Dennis *et al.*, 2002), para minimizar el impacto ambiental de actividades como la fertilización de campos agrícolas y la aplicación de pesticidas (Wallinga *et al.*, 1998; Stenger *et al.*, 2002), para construir y validar teorías ecológicas (Tilman y Kareiva, 1997), para ajustar tests estadísticos (Legendre y Legendre, 1998) y para mejorar el diseño de experimentos (Legendre *et al.*, 2002, 2004), entre otros. En el presente estudio se emplean diversas herramientas de análisis espacial, aunque únicamente con un enfoque descriptivo, no obstante, en futuros estudios se podría incrementar su aplicación.

2.1.3. BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

La fotointerpretación del territorio a partir de las ortoimágenes correspondientes al SIG Oleícola Español (M.A.P.A., 1997), constituye la base para la elaboración de este capítulo. Con el objetivo de analizar en detalle la distribución de cultivos implicados en el abandono agrícola y de las comunidades en ellos instalados, se seleccionó, dentro del área de estudio, una amplia zona donde se concentraban la

mayor parte de las tierras de cultivo sin evidencias de actividad agrícola. En este espacio se visitaron todas las unidades abandonadas previamente identificadas y en cada una se registró la comunidad o comunidades presentes. Los datos obtenidos se incluyeron en la base de datos asociada a la cobertura creada para la delimitación digital de las unidades abandonadas. Tras analizar la información registrada se elaboraron mapas que representan la ubicación de las diferentes comunidades y usos actuales de las áreas implicadas en el proceso, se reconocieron las principales relaciones espaciales existentes entre las comunidades, y se obtuvieron diversos tipos de parámetros útiles para la descripción de la distribución espacial de las tierras agrícolas abandonadas y de las comunidades en ellas instaladas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL CAPÍTULO:

- Cuantificar la superficie agrícola que ha dejado de cultivarse y conocer su ordenación en el espacio.
- Analizar la distribución espacial de las diferentes comunidades vegetales instaladas en antiguas zonas agrícolas, así como el área ocupada por cada una.
- Analizar las relaciones espaciales existentes entre las distintas formaciones vegetales.
- Aportar herramientas y resultados útiles para la planificación de las áreas agrícolas abandonadas.

2.2. METODOLOGÍA

El estudio espacial de los cultivos abandonados del territorio se realizó en varias fases: fotointerpretación, restricción del área para su estudio en detalle, trabajo de campo, restitución cartográfica y asignación de atributos, análisis de datos y elaboración de mapas. La metodología empleada para realizar la sección de cartografía se basa en la descrita por Gómez Mercado y Valle (1988), principalmente en las etapas de fotointerpretación y comprobación y corrección en campo, aunque la aplicación nuevas tecnologías modifica, en parte, el proceso definido por estos autores.

2.2.1. FOTOINTERPRETACIÓN

Para iniciar el estudio espacial de los cultivos abandonados de la zona, se procedió a la fotointerpretación del territorio. La fotointerpretación ha sido empleada de modo sistemático en trabajos de cartografía de la vegetación, puesto que permite definir con destacada precisión los límites de formaciones y comunidades (Terradas, 2001). Se emplearon ortofotografías digitales correspondientes al S.I.G. Oleícola Español (M.A.P.A, 1997) que presentan una resolución máxima de 1 metro/píxel en escala de grises de 256 niveles, esto le equipara a una escala cartográfica 1/5.000 ó 1/10.000. La fecha del vuelo que captó las imágenes en la zona de estudio fue octubre de 1997.

Mediante la digitalización en pantalla, con el programa SIG ArcView 3.2 y empleando las ortofotografías digitales del SIG Oleícola Español como referencia, se delimitaron (por su textura y contorno) polígonos correspondientes a unidades homogéneas de vegetación en parcelas agrícolas abandonadas, obteniendo de este modo un tema o cobertura de polígonos almacenado en un archivo de tipo ESRI Shape File[®]. El vuelo para la obtención de las ortoimágenes se realizó en otoño, durante esta época los campos de cereal, que son los más frecuentes en el territorio, debían hallarse sin vegetación y, por tanto, presentar una coloración clara correspondiente a suelo desnudo. Sin embargo, las parcelas abandonadas presentaban una coloración oscura aportada por la vegetación que las había colonizado, característica que permitía su clara diferenciación de aquellas parcelas que continuaban en cultivo. Del mismo modo, se dividieron unidades abandonadas continuas en base a cambios en la coloración y forma de las manchas detectados en las ortoimágenes.

Como resultado se obtuvo un fichero de formas donde se hallaban representados y georreferenciados los polígonos correspondientes a zonas agrícolas abandonadas. El fichero de formas llevaba asociada una tabla de atributos que contenía un registro para cada elemento o polígono del tema (filas) y tres campos (columnas): identificador del polígono, perímetro y área, que el programa Arc View 3.2, permite asignar de forma automática.

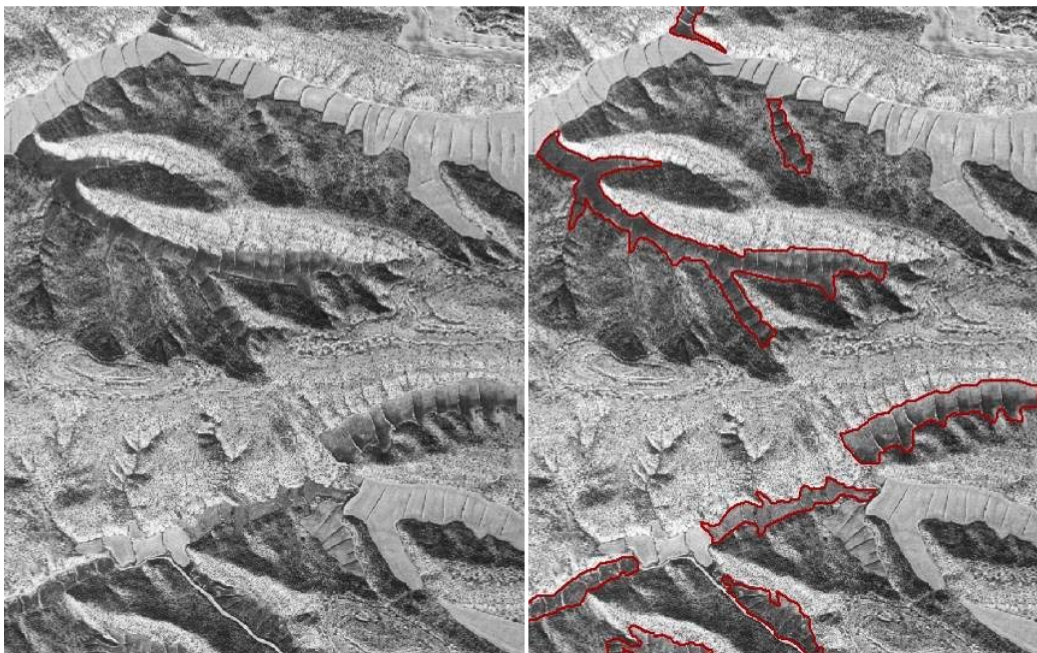


Figura 2.1. Ortofotografía empleada para la cartografía de cultivos abandonados (S.I.G. Oleícola Español (M.A.P.A, 1997)), en la imagen de la derecha se han incluido algunos polígonos resultantes de la fotointerpretación.

2.2.2. RESTRICCIÓN DEL ÁREA PARA SU ESTUDIO EN DETALLE

Debido a la extensión del área de estudio, al elevado número de parcelas agrícolas abandonadas existentes y al nivel de esfuerzo que se requiere para comprobar en campo las características de cada polígono cartografiado, se consideró apropiado restringir el área donde desarrollar los trabajos de campo. Un análisis previo de la distribución de los polígonos cartografiados permitió identificar la zona que concentraba la mayor parte de la superficie agrícola abandonada. La zona seleccionada aunque sólo representa un 23% del área total de estudio contiene el 60% de la superficie total de cultivos abandonados.

Para establecer los límites se emplearon algunas infraestructuras viarias existentes en el entorno de la zona que incluía la mayor parte de los antiguos cultivos, así como diversos tramos de ríos. Los límites del área demarcada (imagen 2.2.) se definen de la siguiente manera: El punto más meridional se localiza en las proximidades de la localidad de Baza, concretamente en la salida de la autovía A-92 a la carretera A-4200 (GR-NE-5), por esta infraestructura continua el límite hacia el noreste hasta llegar a Benamaurel. El Río Guardal ha sido seleccionado como límite desde este núcleo de población al de Castelléjar, desde donde continua hacia el noreste por el Río Galera (que desemboca en el anterior) hasta llegar a la carretera comarcal A-330. A partir de este punto el límite del área de estudio continúa por la A-330 hacia el sur que, tras pasar por la localidad de Cúllar llega a la autovía A-92N. El límite sur queda definido por la A-92 desde la salida de Cúllar hasta Baza (salida a la A-4200 a Benamaurel, antes mencionada).

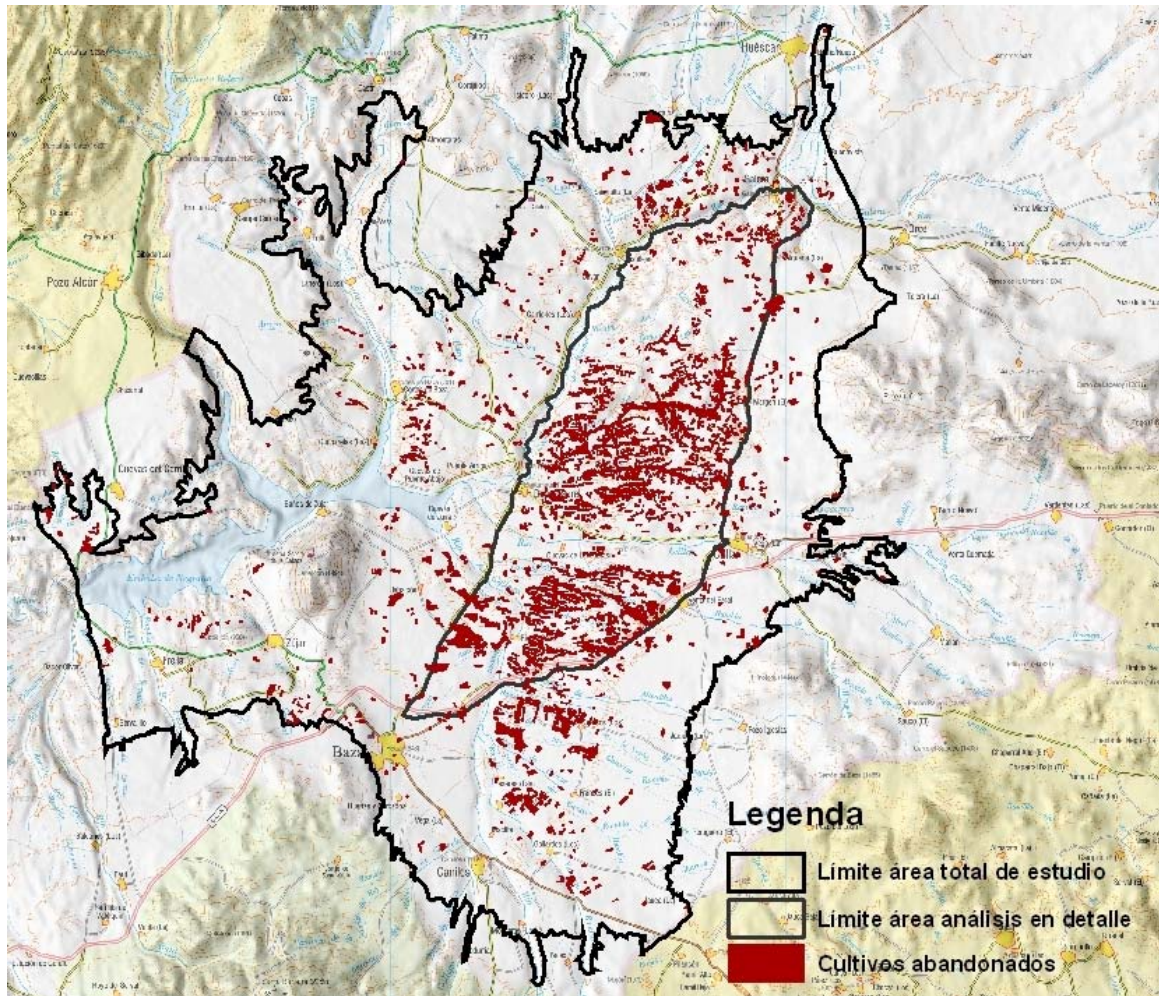


Figura 2.2. Imagen de la zona de estudio, de la disposición de los cultivos abandonados cartografiados y del área seleccionada para un análisis exhaustivo.

2.2.3. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo requerido para estudiar los polígonos cartografiados se realizó durante el periodo 2003-2004. En el área definida para el estudio *in situ* se visitó cada uno de los polígonos delimitados, y de cada uno se comprobó su actual estado y las características de su vegetación, si la había. Además, durante esta fase se realizaron las modificaciones de límites pertinentes.

- **Estado actual.** En primer lugar, se comprobó el actual estado de la parcela, teniendo en cuenta que habían pasado entre 6 y 7 años desde la toma de las ortofotografías de referencia. En cada polígono se anotó el estado actual, de entre las siguientes categorías:
 - Cultivo activo.
 - Parcela recién abandonada (más de un año de barbecho, comienzan a establecerse los primeros individuos de especies leñosas).
 - Cultivo abandonado con vegetación perenne.

- Parcela forestada.
 - Parcela sometida a otros usos, como la implantación de infraestructuras.
- **Vegetación presente.** En los polígonos con vegetación perenne colonizadora se anotó la comunidad que se desarrollaba, diferenciando las asociaciones definidas en el anterior capítulo:
 - *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*
 - *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*
 - *Atriplicetum glauco-halimi*
 - *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*
 - *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*
 - *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*
 - *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*

En las parcelas donde se reconocieron varias asociaciones se registraron todas, indicando cual era la que predominaba. En las parcelas forestadas también se anotó el tipo de vegetación que se desarrollaba bajo las plantaciones.

El trabajo de campo se realizó paralelamente al estudio de la vegetación y flora de cultivos abandonados del territorio, cuyos resultados se ofrecen en el anterior capítulo. Para algunos de los polígonos cartografiados hay, como resultado, inventarios fitosociológicos que aportan más detalles sobre las características de su vegetación.

2.2.4. RESTITUCIÓN CARTOGRÁFICA Y ASIGNACIÓN DE ATRIBUTOS

Los datos de campo se incorporaron a la tabla asociada al fichero de formas creado en la primera etapa, para ello se empleó de nuevo el programa ArcView GIS 3.2. En esta tabla se creó un nuevo campo para incluir los datos sobre la actual ocupación del suelo en cada polígono, diferenciando entre: cultivo activo, abandonado recientemente, forestado, ocupado por infraestructuras y, en los polígonos que continuaban abandonados se indicó, también en este campo, la comunidad vegetal que se presentaba. Para los polígonos donde se reconoció más de una comunidad se registró cual era la comunidad dominante. Para incluir los datos sobre comunidades que acompañaban a las principales se creó un segundo campo, y se añadió una columna más para las escasas parcelas donde se identificó una tercera comunidad.

Además de asignar nuevos atributos a la tabla, durante esta fase se realizaron las modificaciones pertinentes de límites en polígonos, propuestas durante el trabajo de campo. Las parcelas abandonadas en los últimos años (después de 1997) fue necesario delimitarlas durante esta fase. La edición de ortofotografías de vuelos posteriores a 1997 permitió realizar determinadas comprobaciones de situaciones intermedias (Anónimo, 2003, 2004).

2.2.5. ANÁLISIS DE DATOS Y ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA

2.2.5.1. Cuantificación de la superficie implicada en el proceso de abandono

Mediante ArcView se analizaron los datos incluidos en el fichero de formas o cobertura creada, con el objetivo de obtener datos cuantitativos espaciales de las tierras de labor abandonadas. El programa permite asignar directamente a cada polígono su superficie, como se ha indicado. A partir de estos datos se calculó la superficie y el número de polígonos de:

- Las tierras que continuaban abandonadas durante la fase de campo.
- Las parcelas que se habían vuelto a roturar o poner en cultivo.
- Las antiguas explotaciones agrarias que se habían acogido al programa de forestación de la PAC o que habían sido transformadas para la implantación de otros usos.
- Las zonas ocupadas por cada una de las comunidades vegetales reconocidas en las tierras agrícolas abandonadas del territorio, diferenciando las cifras de las parcelas donde cada comunidad se presentaba sola o como comunidad principal de las que adquiriría un papel secundario.

2.2.5.2. Relaciones espaciales entre comunidades vegetales

El mismo programa también permitió realizar consultas, a partir de la tabla asociada al fichero de formas creado, relacionando el campo de comunidad principal con el campo de comunidad subordinada. Los resultados obtenidos permitieron analizar la relación espacial existente entre distintas comunidades. Para cada comunidad se calculó:

- La superficie que ocupaba en solitario, también el número de parcelas.
- Qué comunidades la acompañaban cuando ejercía un papel principal, y en qué superficie.
- A qué comunidades acompañaba cuando adquiriría un rol secundario y en qué superficie.

A partir de los datos obtenidos se elaboraron diversas tablas sintéticas y diferentes tipos de gráficos que proporcionan una mejor comprensión de los resultados.

2.2.5.3. Distribución de las parcelas abandonadas

Con el objetivo de analizar la distribución de los cultivos abandonados en el territorio y la ubicación de cada comunidad se emplearon distintos métodos, de forma que se pudo abordar el análisis desde diferentes puntos de vista. Por un lado, se ha representado la localización en el territorio de estudio de cada una de las

comunidades, o el uso actual de las parcelas cartografiadas. Por otra parte, se calculó el grado de compactación o dispersión de las tierras agrícolas abandonadas (mediante el cálculo de la distancia estándar) y su tendencia direccional.

Elaboración de cartografía

Quizás la forma más fiel de reflejar la estructura espacial de una población, comunidad, o de cualquier fenómeno ecológico de naturaleza discreta (manchas de hábitat, perturbaciones, etc.) es la representación cartográfica de todos sus elementos en una región geográfica concreta (de la Cruz Rot, 2006). Como se ha señalado, entre las ventajas del uso de Sistemas de Información Geográfica destaca la facilidad de editar mapas (Bosque Sendra, 1992; Moldes, 1995; Peña Llopis, 2006). Empleando el fichero de formas o cobertura creada, y diversos mapas y ficheros oficiales como base, (Anónimo, 2000c, 2000d, 2000e) mediante Arc Map 9.1 se elaboraron diversos tipos de mapas, donde se representó:

- La distribución de todos los cultivos abandonados cartografiados (en base a la ortoimagen del SIG Oleícola) en la zona de estudio, indicando el uso actual o comunidad característica principal de cada polígono delimitado, según las comprobaciones en campo.
- La distribución dentro del área analizada de cada una de las principales asociaciones de vegetación instaladas en los antiguos cultivos, de forma independiente. Se obtuvo un mapa o figura para cada comunidad, diferenciando las zonas donde cada una ejercía un papel principal de las que adquiriría un rol secundario.

Distancia Estándar

Otra de las herramientas de estadística espacial que el programa ArcMap ofrece es la medida de la Distancia Estándar. Este parámetro estima el grado de compactación de una distribución dando un valor único que representa la dispersión de los elementos entorno a un centro. Este valor es una distancia y el grado de compactación puede ser representado en un mapa, dibujando un polígono circular cuyo radio equivale a dicho valor.

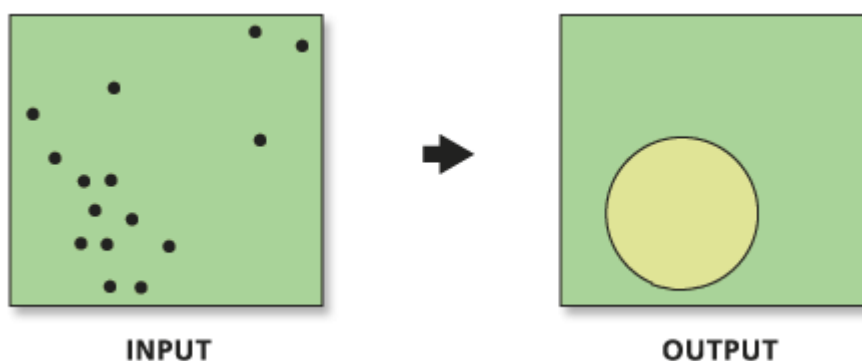


Figura 2.3. Representación gráfica de distancia estándar. Fuente: ArcGIS Desktop Help.

Se ha calculado la distancia estándar a partir del fichero de formas creado, empleando como campo de clasificación el de comunidad dominante, de forma que se ha obtenido para cada grupo (comunidad o uso actual) un valor de desviación estándar, así como un polígono circular asociado. Además, se aporta el valor de las coordenadas (x, y) del centro de cada círculo, calculadas a partir del centro medio (centro geográfico) de cada grupo de elementos. Como paso previo al cálculo de la Distancia Estándar, el programa calcula, a partir de la cobertura poligonal con la información de distribución de comunidades, los centroides geométricos de cada polígono. Se ha realizado la operación para una desviación estándar (que incluye más del 60% de los elementos) y para dos desviaciones estándar (que contiene más del 95% de los elementos).

Distribución direccional (Elipse estándar desviacional)

Se ha optado por calcular, además, la denominada Distribución Direccional, otro de los tipos de análisis que permite ArcMap. Esta herramienta se emplea para estimar si una distribución de elementos muestra una tendencia direccional (si los elementos están más lejos de un punto específico en una dirección que en otra). Como resultado se crea un nuevo elemento que contiene un polígono elíptico por clase, centrado en cada uno de los elementos centrales. El valor del atributo para esos polígonos elípticos incluye dos distancias estándar (una para cada eje) y la orientación de la elipse. Una desviación estándar contendrá más del 60% de los elementos. Dos desviaciones estándar contendrán más del 95% de los elementos y tres desviaciones estándar contendrán más del 99% de los elementos en el cluster. Los cálculos se han realizado para una desviación estándar.

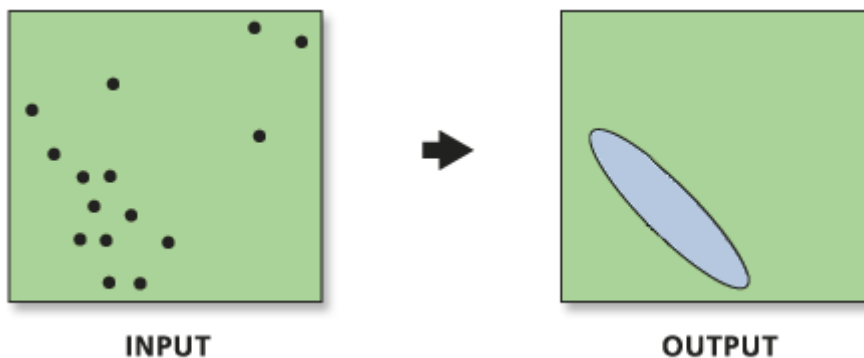


Figura 2.4. Representación gráfica de la distribución direccional. Fuente: ArcGIS Desktop Help.

La tabla asociada al polígono elíptico creado incluye diversos campos con información sobre la elipse: coordenadas (x e y) del centro de la elipse, distancia estándar en la dirección del eje x, y distancia estándar en la dirección del eje y. También se incluye la rotación de la elipse. Los cálculos se basan en la distancia Euclídea o de Manhattan y requieren datos proyectados para una correcta medida de las distancias.

2.3. RESULTADOS

2.3.1. ANÁLISIS DE LA SUPERFICIE AGRÍCOLA ABANDONADA

En el área de estudio, cuya superficie es de 103.681,49 ha, se han identificado 2001 unidades correspondientes a cultivos abandonados, que ocupan una extensión de 3.756,74 ha. El tamaño de la superficie mínima cartografiada ha sido de 0,029 hectáreas, la parcela de máxima superficie es de 50,85 ha, siendo el valor medio del tamaño de las unidades delimitadas de 1,8774 ha ($\pm 3,2380$).

Para realizar la comprobación en campo se seleccionó una superficie (fig 2.2.) que, aunque sólo representa un 23,14% (23.991,79 ha) del área total de estudio, contiene el 65,17% (1.304) de las parcelas y el 60,13 % (2.258,77 ha) de la superficie que se encontraba en proceso de abandono en el año 1997 (año en el que se tomaron las ortoimágenes de referencia).

Sin embargo, gran parte de la superficie abandonada cartografiada, 1.097,44 (el 48,6%), se encontró recién roturada o puesta de nuevo en cultivo durante el periodo de trabajo de campo (2003-2004). Por otra parte, en 22 hectáreas no se hallaron tampoco cultivos abandonados sino naves industriales y otras infraestructuras. Un 7% del área analizada (158,05 ha distribuidas en 65 unidades), se había acogido a las subvenciones de la Política Agraria Comunitaria para la forestación de tierras agrarias, aunque este tipo de uso ya se intuía en la interpretación de las ortoimágenes antes de ir al campo.

	Superficie (Hectáreas)	Número de polígonos
Abandono	981,24	682
Roturado	1.097,44	553
Forestado	158,05	65
Infraestructuras	22,04	4
TOTAL	2.258,77	1304

Tabla 2.1. Superficie ocupada por los usos actuales en las zonas agrícolas abandonadas identificadas en la ortoimagen de 1997.

La superficie restante cartografiada, 981,24 ha (43,44%), continuaba abandonada en el periodo de comprobación en campo. De las comunidades vegetales que colonizan los antiguos cultivos en el territorio la más frecuente es *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*, que se encontró en 395,55 ha, sola o como comunidad dominante, y en 173,68 ha acompañando a otras formaciones. Esto significa que la asociación aparece en un 58,01% de la superficie total que continuaba abandonada. La as. *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* constituye la formación dominante en 201,54 ha, que suponen el 20,5% del área aún abandonada. Cabe resaltar que esta superficie se distribuye únicamente en un 2,4% de las unidades, lo cual refleja que ocupa amplios espacios continuos. Una considerable

proporción de parcelas abandonadas se encontró colonizada de forma dominante por las comunidades *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* (148,37 ha) y *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae* (147,90 ha), tipos de vegetación que además acompañaban a otras formaciones en 113,17 y 25,52 ha respectivamente. En 29 polígonos y en un área de 52,69 ha, se identificó la comunidad de *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*, aunque únicamente en 6,52 ha se encontraba como asociación dominante. Las asociaciones *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* y *Atriplicetum glauco-halimi* son más puntuales en la zona seleccionada. La primera únicamente se ha identificado en 3 polígonos que no representan más de 3,92 ha y la segunda en 33,0 ha, aunque como comunidad principal se presenta tan sólo en 7 unidades que ocupan 4,22 ha.

Otra sección de las parcelas cartografiadas (62,46 ha distribuidas en 39 polígonos) corresponde a cultivos recientemente abandonados, o con signos de encontrarse en barbecho durante más de un año, por lo que, aunque en estas tierras comienzan a instalarse individuos de especies perennes aún no es posible identificar la comunidad que se establecerá, en la mayoría de los casos.

	Superficie (Ha)				Nº de parcelas			
	Única	Principal	Subord.	TOTAL	Única	Principal	Subord.	TOTAL
SA	314,22	81,33	173,68	569,23	328	65	109	502
AS	46,30	102,07	113,17	261,54	32	50	61	143
AH	2,70	1,52	28,78	33	6	1	8	15
HA	101,77	46,13	25,52	173,42	83	30	20	133
AF	0,60	5,92	46,17	52,69	1	7	21	29
AA	2,68	0	1,24	3,92	2	0	1	3
CS	158,89	42,65	22,18	223,72	18	14	12	44
Otras	2,19	9,65	24,72	36,56	2	9	10	21

Tabla 2.2. Superficie total ocupada por las comunidades que colonizan las tierras de cultivo abandonadas en el área analizada y número de unidades. Se exponen los datos del área de las parcelas donde aparece como única formación (única), de aquellas donde se presenta como formación principal y de las que se desarrolla junto a otras comunidades dominantes (Subord.). SA: *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*; AS: *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*; AH: *Atriplicetum glauco-halimi*; HA: *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*, AF: *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*, AA: *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*; CS: *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*.

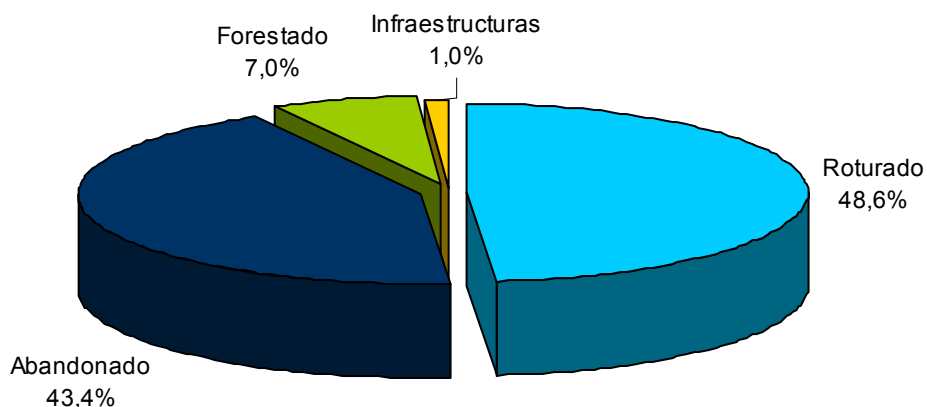


Figura 2.5. Distribución de los usos, tras la comprobación en campo (2003-2004), en las zonas agrícolas abandonadas identificadas en la ortoimagen de 1997.

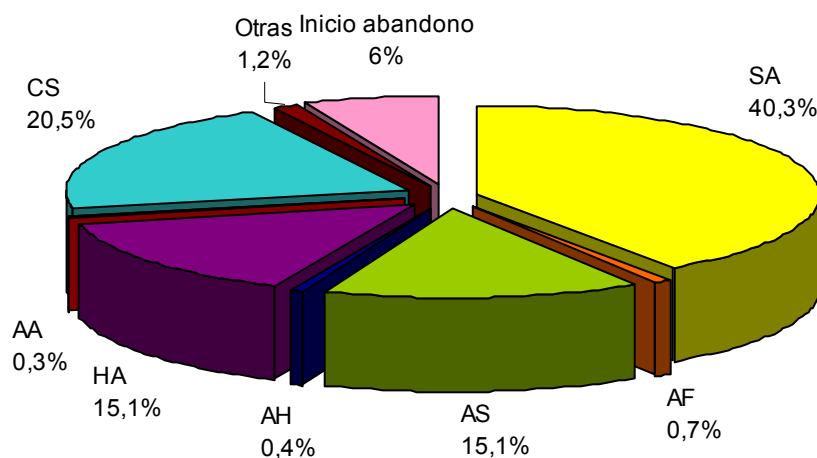


Figura 2.6. Proporción de superficie abandonada ocupada por cada comunidad. El gráfico se ha elaborado a partir de los datos de comunidad única o principal de la tabla 2.2. SA: *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*; AS: *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*; AH: *Atriplicetum glauco-halimi*, HA: *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*, AF: *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*; AA: *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*; CS: *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*.

2.3.2. ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE COMUNIDADES

Por otra parte, el sistema de información geográfica empleado permite realizar consultas sobre la tabla asociada a la cobertura creada para obtener datos sobre las relaciones entre comunidades. Concretamente se pudo comprobar qué formaciones conviven en las mismas parcelas, y en qué proporción. En la tabla 2.3 se expone la superficie implicada en este tipo de relaciones para cada asociación y en la figura 2.8 se representan.

De los resultados que se muestran en la tabla 2.3 puede destacarse que, la asociación *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* aparece como acompañante de diversas comunidades, principalmente convive con *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* y *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*. Además, son estas comunidades las que suelen acompañar a *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* cuando ésta aparece como comunidad principal. Sin embargo, *Hammado-Atriplicetum glaucae* y *Atriplici-Suaedetum verae* únicamente se han localizado de forma conjunta en una unidad de 0,28 ha. En 17,17 ha la comunidad caracterizada por *Artemisia herba-alba* y *Salsola vermiculata* evoluciona junto a *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*. Por otro lado, cabe resaltar el amplio número de parcelas forestadas (38) donde bajo el pinar se desarrolla también la asociación *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* (que ocupan 66,90 ha, más de la mitad del área total ocupada por repoblaciones).

Otras comunidades que muestran cierta tendencia a desarrollarse en las mismas parcelas son *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* y *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* (conviven en conjunto en 48,86 ha). De la comunidad dominada por *Suaeda vera*, cabe destacar que también comparte espacio con *Artemisio-Frankenietum thymifoliae* (en 29,17 ha) y con la asociación encabezada por *Atriplex halimus* en 25,39 ha.

		Comunidad Acompañante								
		Sin Acomp	SA	AS	AH	HA	AF	AA	CS	Otras
Comunidad Dominante	SA	314,22	--	33,33	0,86	24,99	17,17	0	0	4,98
	AS	46,30	39,97	--	23,87	0	21,51	0	9,25	7,46
	AH	2,70	0	1,52	--	0	0	0	0	0
	HA	101,77	44,07	0,28	0	--	1,77	0	0	0
	AF	0,60	2,26	3,66	0	0	--	0	0	0
	AA	2,68	0	0	0	0	0	--	0	0
	CS	158,89	0	39,61	0	0	3,03	0	--	0
	Otras	2,34	3,50	3,45	0	0	2,69	0	0	--
	Inicio aband	43,71	16,98	0	0	0,53	0	1,24	0	0
	Forestado	30,56	66,90	31,32	4,05	0	0	0	12,93	12,28
	TOTAL	---	173,68	113,17	28,78	25,52	46,17	1,24	22,18	24,72

Tabla 2.3. Relaciones espaciales entre asociaciones. Las cifras expresan el número de hectáreas implicadas en estas relaciones.

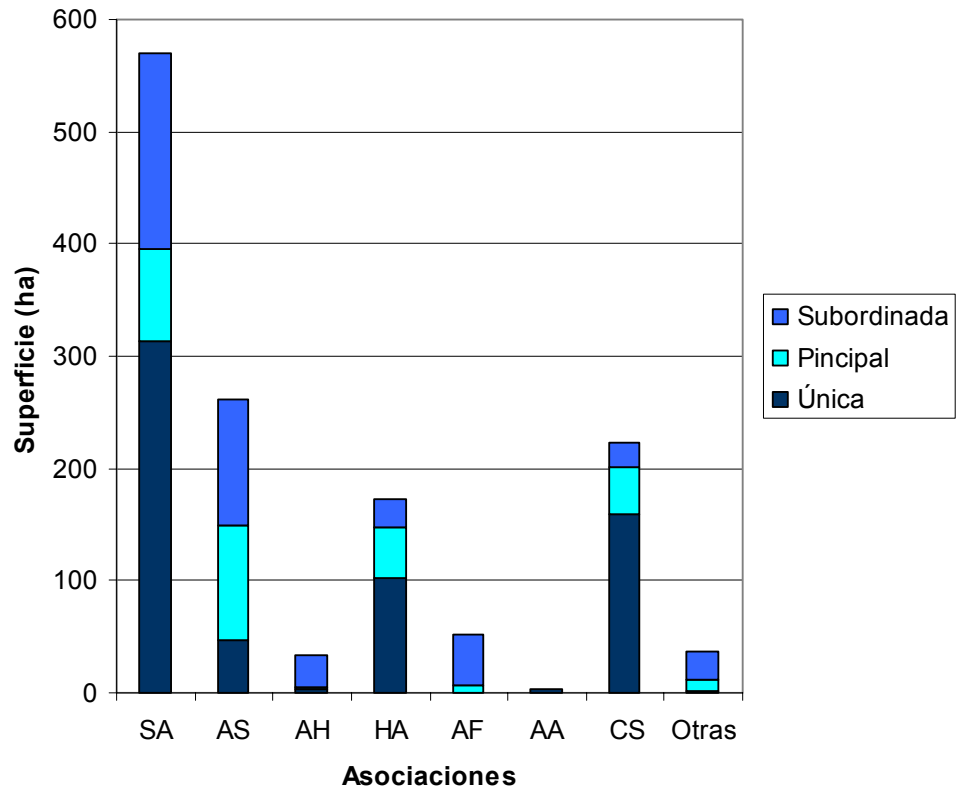


Figura 2.7. Superficie total ocupada por las comunidades en el área cartografiada. Se representan los datos de la superficie donde cada comunidad se desarrolla sola, como comunidad principal y como acompañante de otras comunidades dominantes (elaborada a partir de los datos de la tabla 2.2).

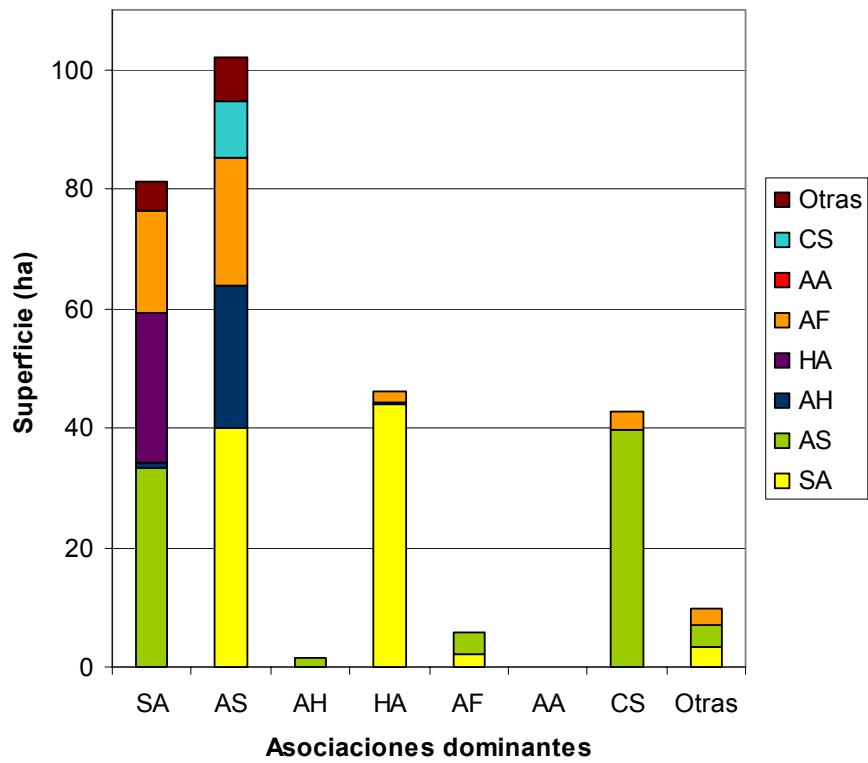


Figura 2.8. Superficie ocupada por las comunidades acompañantes de cada una de las comunidades principales (elaborada a partir de los datos de la tabla 2.3).

2.3.3. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

2.3.3.1. Representación espacial

Como se interpreta de la figura 2.9, y con más detalle en el mapa específico del Anexo Cartográfico, aunque en la zona analizada existe una elevada concentración de cultivos abandonados, éstos se encuentran ausentes en algunas áreas de cierta extensión. En este sentido destacan dos zonas, una localizada entorno al río Cúllar, que corresponde a cultivos de regadío (no estudiados en este trabajo), y otra que se sitúa en la sección norte, desde la Rambla del Gallar hacia Castelléjar y Galera (donde las características topográficas han dificultado su transformación agrícola y predominan relieves más abruptos ocupados por espartales y romerales).

Las parcelas que se han vuelto a roturar o a poner en cultivo se distribuyen de forma diseminada prácticamente por toda la zona de estudio. Los cultivos que continúan abandonados predominan, sin embargo, en extensas zonas, como el entorno del Arroyo del Salar del Margen (posiblemente en relación a la elevada salinidad de sus suelos).

Las figuras 2.9 a 2.14 muestran la distribución de las principales comunidades reconocidas en los cultivos abandonados del territorio. Del análisis comparado de dichas figuras se deduce que la asociación que presenta un área de distribución más amplia en el área analizada es *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*. La comunidad *Hammado-Atriplicetum glaucae* se concentraba principalmente en dos áreas de la mitad occidental de la zona de estudio, una se localiza en las proximidades del río de Baza y la otra al norte de Benamaurel. *Atriplici-Suaedetum verae* presenta una significativa representación dentro del territorio, principalmente se asocia a cañadas, y se encuentra ausente en algunos sectores, como los espacios ocupados por la comunidad encabezada por *Hammada articulata* y otros próximos. Por otra parte, la asociación *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* se localiza únicamente en determinadas cañadas (Arroyo del Salar del Margen, Rambla de Macialagea o Maciamolá, Rambla de Mazarra y zona de Molino Baico). El resto de comunidades son muy puntuales en la zona analizada.

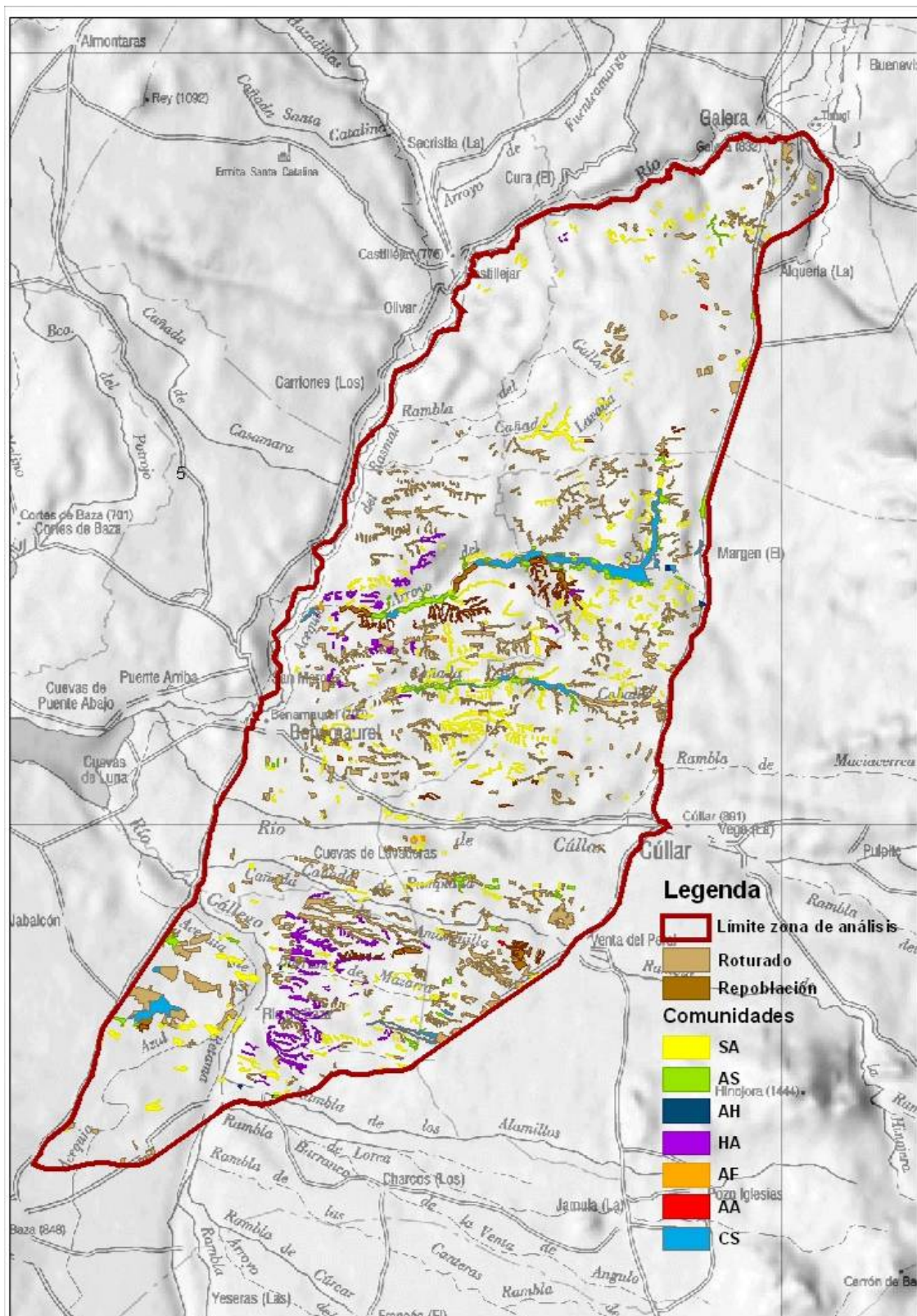


Figura 2.9. Distribución de los cultivos abandonados cartografiados sobre la ortoimagen de 1997 y uso actual o comunidad vegetal principal identificada.

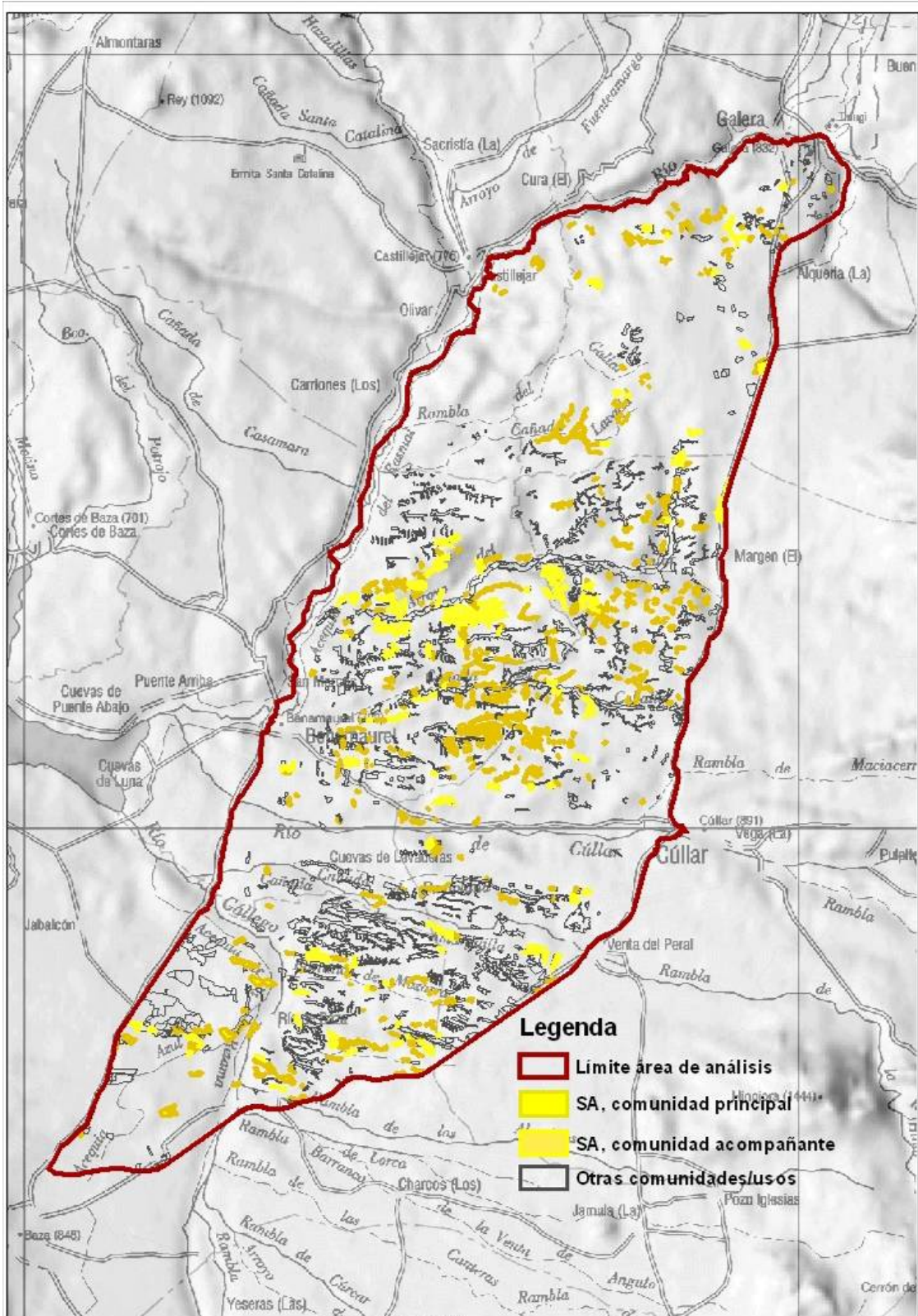


Figura 2.10. Distribución de la comunidad *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* (SA). Los tonos claros indican que la comunidad actúa como acompañante, los oscuros se han empleado para mostrar las zonas donde la comunidad es dominante.

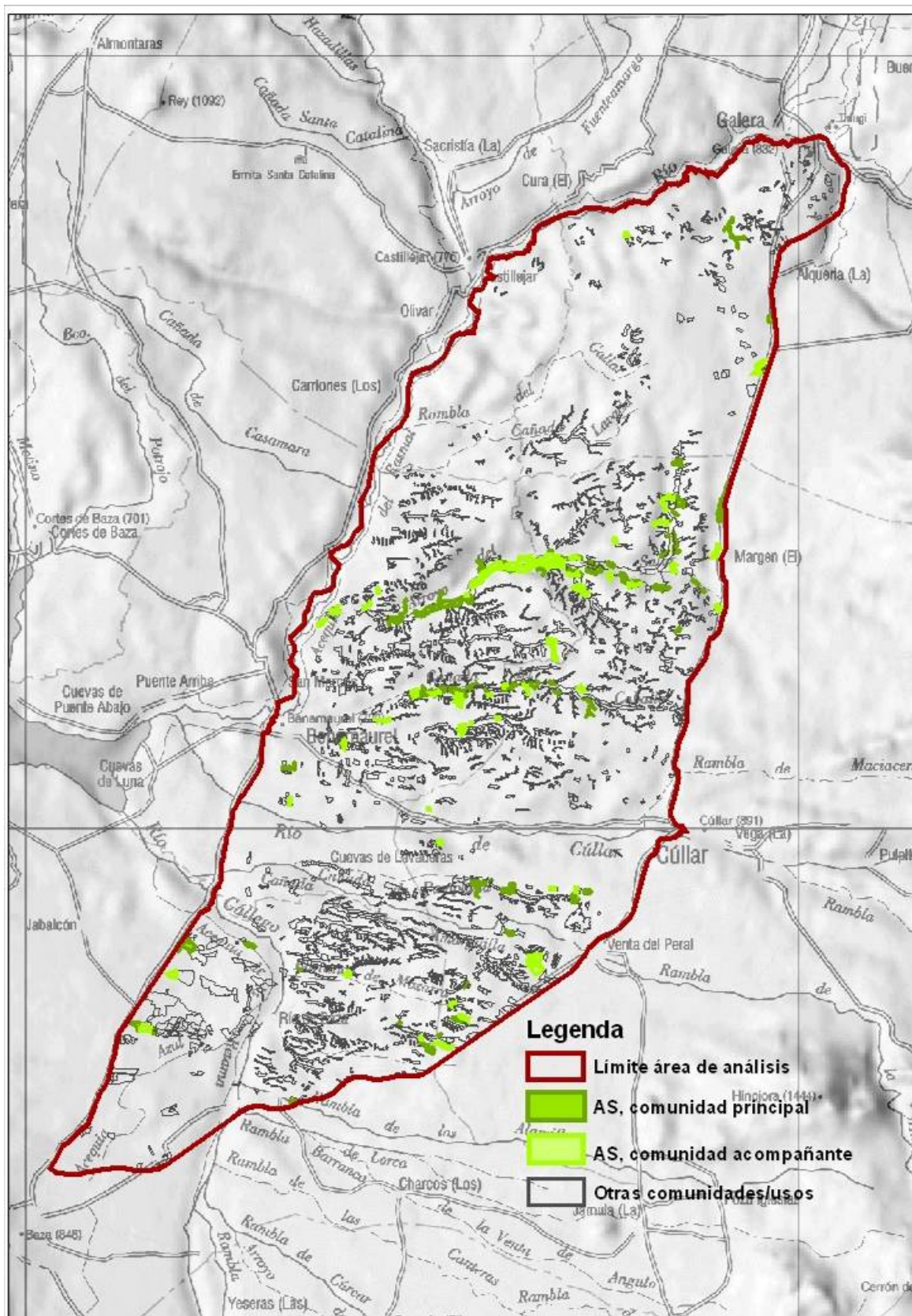


Figura 2.12. Distribución de la comunidad *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* (AS). Los tonos claros indican que la comunidad actúa como acompañante, los oscuros se han empleado para mostrar las zonas donde la comunidad es dominante.

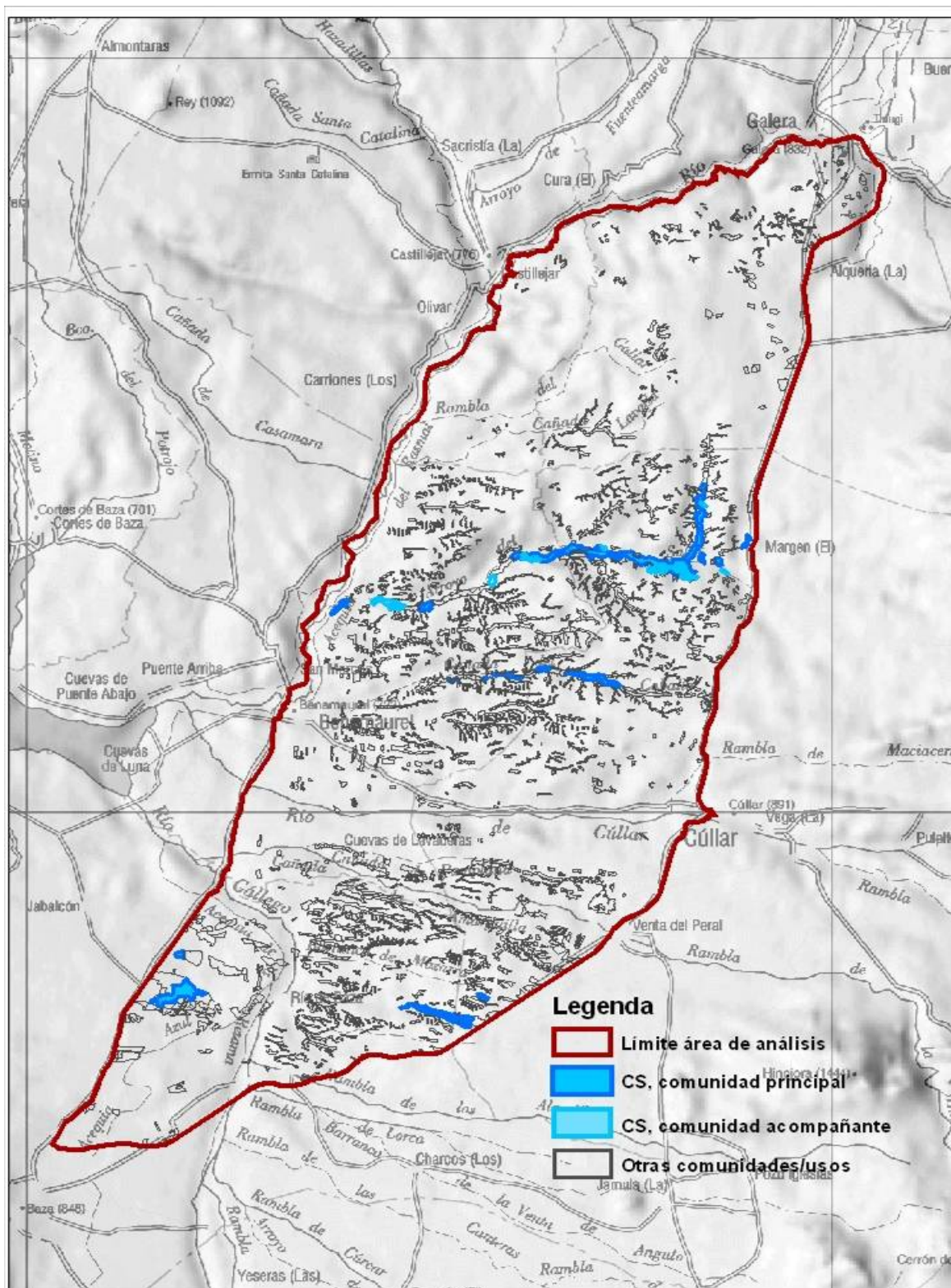


Figura 2.13. Distribución de la comunidad *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosi* (CS). Los tonos claros indican que la comunidad actúa como acompañante, los oscuros se han empleado para mostrar las zonas donde la comunidad es dominante.

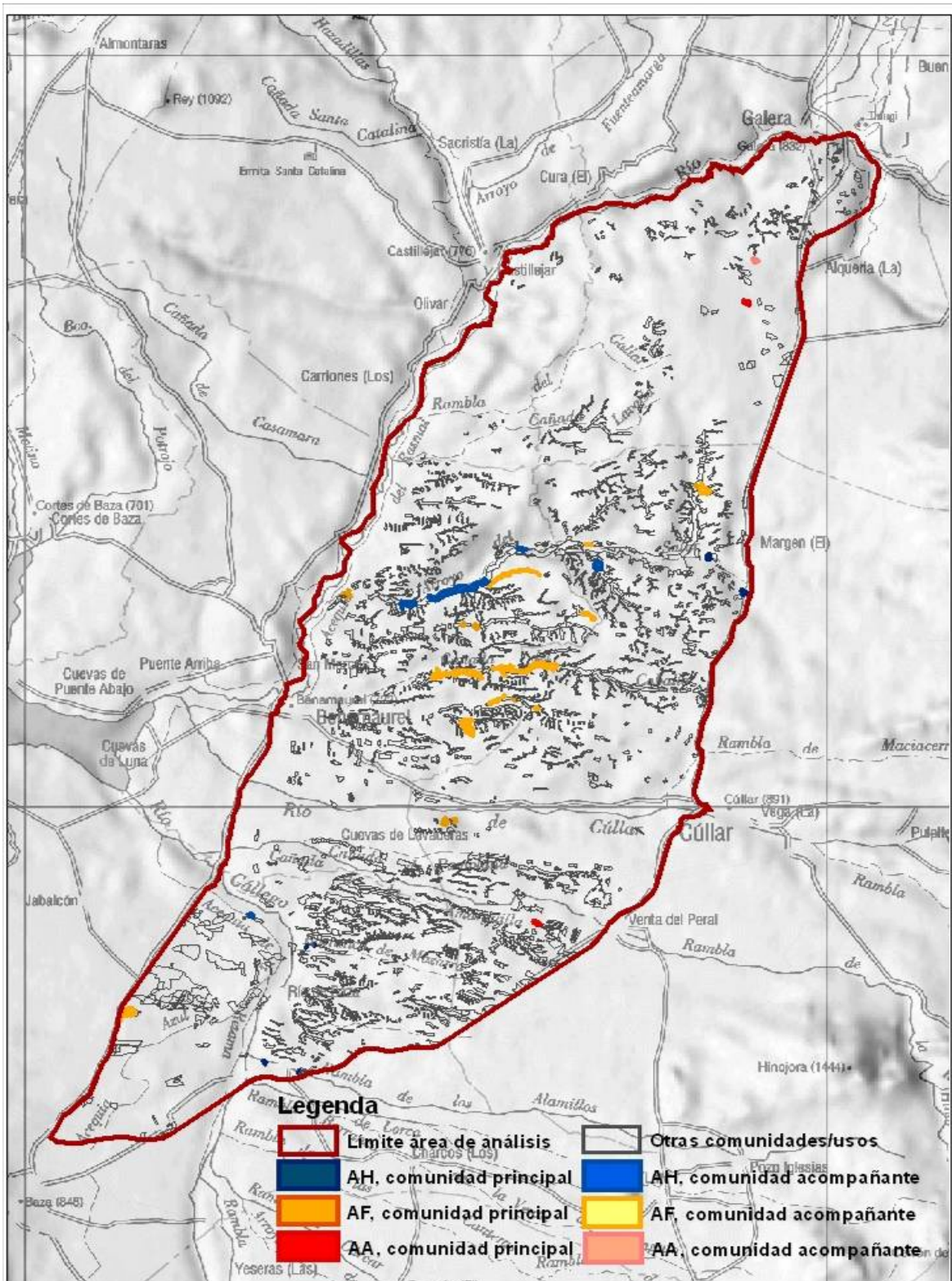


Figura 2.14. Distribución de comunidades menos frecuentes en el territorio: *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* (AF), *Atriplicetum glauco-halimi* (AH), *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* (AA). Los tonos claros indican que la comunidad actúa como acompañante, los oscuros se han empleado para mostrar las zonas donde cada comunidad es dominante.

2.3.3.2. Distancia estándar

El análisis de la distribución mediante la distancia estándar ofrece dos tipos de resultados. Por un lado, aporta el valor que estima el grado de compactación de la distribución, así como las coordenadas del punto central entorno al que se disponen los elementos estudiados (tabla 2.4). Por otra parte, permite representar en un mapa el grado de compactación, mediante un círculo cuyo radio es el valor de la distancia estándar y que tiene por centro, el centro geográfico del conjunto de polígonos estudiados (fig. 2.15A).

	60% de los elementos			95% de los elementos		
	StdDist	CenterX	CenterY	StdDist	CenterX	CenterY
FA	3.648,0	531.416,4	4.163.865,0	7.332,3	531.401,0	4.163.838,6
Forestado	5.304,4	532.331,7	4.163.536,6	10.609,5	532.333,0	4.163.519,4
HA	5.640,4	528.712,3	4.159.509,8	11.280,2	528.718,6	4.159.497,9
AS	6.202,9	532.361,1	4.163.406,9	12.400,3	532.359,5	4.163.392,5
CS	6.242,3	532.681,9	4.163.317,6	12.462,2	532.673,3	4.163.308,0
Roturado	7.047,4	531.702,3	4.163.182,6	14.096,8	531.710,6	4.163.170,4
SA	7.089,3	532.266,2	4.163.773,6	14.180,8	532.270,4	4.163.765,3
AH	7.908,7	531.258,8	4.159.702,2	15.813,0	531.258,8	4.159.700,1
AA	8.651,2	535.340,7	4.165.190,5	17.303,8	535.340,7	4.165.197,1

Tabla 2.4. Distancia Estándar calculada en base a los polígonos cartografiados. Valores en metros. Las primeras columnas se refieren a 1 distancia estándar (incluye más del 60% de los elementos) y la segunda parte de la tabla a 2 distancias estándar (que contiene más del 95% de los elementos). StdDist: distancia estándar, CenterX: Coordenada X del centro del círculo, CenterY: Coordenada Y del centro del círculo.

AF es la comunidad que mayor grado de compactación presenta, seguida de HA. Destaca la similitud, en cuanto al valor de la distancia estándar, entre AS y CS. De las comunidades más frecuentes en los cultivos abandonados del territorio la que mayor grado de dispersión muestra es SA. Las comunidades que mayor valor de la distancia estándar presentan son AH y AA, muy puntuales en el territorio pero que se encuentran en polígonos muy distantes entre sí.

Respecto a la posición en el espacio, como se interpreta de la figura 2.9, la mayor parte de las parcelas abandonadas se localizan en la zona central del territorio estudiado. Los antiguos cultivos colonizados por la asociación HA se sitúan, sin embargo, preferentemente en la mitad sur del área cartografiada. Además de ser similar el valor de la distancia estándar de AS y CS, la ubicación del círculo que lo representa también es análoga, manifestando una vez más su relación espacial.

2.3.3.3. Distribución Direccional

También el análisis de la distribución direccional, que indica la tendencia direccional de las parcelas ocupadas por cada comunidad, ofrece tanto valores numéricos (tabla 2.5) como una representación espacial de las elipses obtenidas en el proceso (fig. 15B).

Comunidades	CenterX	CenterY	XStdDist	YStdDist	Rotación
SA	532270,4	4163765,3	2162,5	6752,6	332,8
AS	532359,5	4163392,5	2211,2	5792,5	326,0
AH	531258,8	4159700,1	766,1	7869,3	318,3
HA	528718,6	4159497,9	1212,3	5508,3	346,5
FA	531401,0	4163838,6	1829,1	3177,3	327,7
CS	532673,3	4163308,0	2399,3	5750,6	328,1

Tabla 2.5. Distribución Direccional calculada en base a los polígonos donde se ha cartografiado cada comunidad. Valores en metros, excepto rotación (en grados). Las columnas se refieren a los cálculos para 1 distancia estándar (incluye más del 60% de los elementos). CenterX: Coordenada X del centro de la elipse, CenterY: Coordenada Y del centro de la elipse; XStdDist: distancia estándar en la dirección del eje x; YStdDist: distancia estándar en la dirección del eje y. Rotación: Rotación de la elipse, en grados.

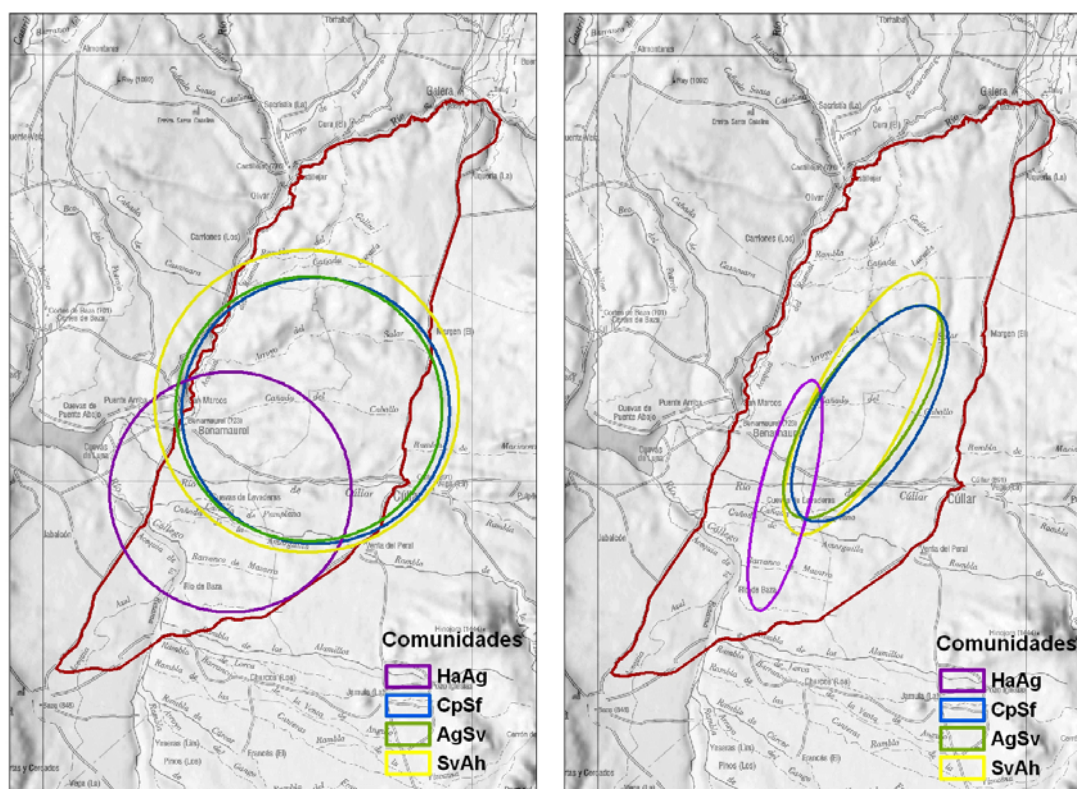


Figura 2.15. Resultados gráficos de los análisis de distancia estándar (fig. A) y distribución direccional (fig B.), para cada una de las formaciones más frecuentes en los cultivos abandonados del territorio. SvAh: *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*, HaAg: *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*, AgSv: *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*, CpSf: *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosi*.

2.4. DISCUSIÓN

2.4.1. EXTENSIÓN Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA SUPERFICIE IMPLICADA EN EL PROCESO DE ABANDONO

El área de estudio engloba la zona semiárida de la Depresión de Baza, sin embargo, para realizar un análisis espacial más detallado se seleccionó un área de menores dimensiones pero que incluía la mayor parte de las unidades cartografiadas abandonadas, (en un 23% de la superficie de estudio se concentraban más del 60% de la superficie agraria sin actividad identificada en la ortofotografía de 1997). El territorio muestreado se localiza en el centro de la depresión, ya que hacia los altiplanos circundantes la mayoría de los cultivos continúan en activo, entre otros motivos debido a que los suelos son más profundos y fértiles, las fincas son más amplias y se encuentran más accesibles, además, hacia el exterior de la depresión las precipitaciones se incrementan.

Aunque en la zona estudiada en campo existe una elevada concentración de cultivos abandonados, éstos se encuentran ausentes en algunas áreas de cierta extensión, destacando dos de ellas, una localizada entorno al río Cúllar (que corresponde a cultivos de regadío, no estudiados en este trabajo) y la otra se sitúa en la sección norte, zona cuyas características topográficas han dificultado su transformación y predominan relieves ocupados por espartales y romerales.

El análisis de la información sobre usos del suelo a partir de la capa de información de Anónimo (2000e) indica que en la zona cartografiada muestreada existen 9.594,82 ha agrícolas, de las cuales 6.696,58 son de secano. Por lo tanto, un 33,73% de la superficie de secano se encontraba abandonada en el momento de captación de las ortoimágenes de referencia, según el resultado de nuestra fotointerpretación. Sin embargo, resulta muy difícil cuantificar las tierras realmente abandonadas, ya que en los últimos años se detecta un importante dinamismo en el uso de la tierra involucrada en el proceso. Aunque la fotointerpretación evidenciaba que todos los cultivos cartografiados se hallaban abandonados en el 1997 (año de toma de las ortoimágenes de referencia), durante los trabajos de campo requeridos para este estudio, realizados en el periodo 2003-2004, se comprobó que casi la mitad de la superficie abandonada se había vuelto a cultivar o a roturar. Efectivamente, algunas de estas parcelas se hallaban en cultivo pero gran parte de las zonas cartografiadas se encontraban parcialmente roturadas y aún mantenían restos de la vegetación perenne, que había sido arrancada total o parcialmente por el arado. En visitas sucesivas se comprobó que gran parte de estos espacios alterados seguían sin cultivar. Esta práctica es muy habitual en el territorio en la actualidad, los agricultores roturan los cultivos para que mantengan su vocación agraria y no pasen a terrenos forestales, eliminando la vegetación e interrumpiendo su evolución, circunstancia que se agrava en ambientes semiáridos.

En zonas semiáridas la irregularidad de las precipitaciones y las condiciones extremas ralentizan los procesos de evolución de la vegetación y la sucesión parece detenerse (Fowler, 1986). La roturación y puesta en cultivo lleva consigo una disminución de la materia orgánica en el suelo y una degradación de la estructura (Romero Díaz, 2003) que igualmente dificulta el desarrollo de la vegetación. Por otro lado, la velocidad y el curso de la sucesión secundaria en tierras de labor abandonadas se encuentra influenciada por otros factores, como la limitación de la disponibilidad de propágulos de especies perennes debida a las prácticas agrícolas (Bonet, 2004). Las dificultades para la evolución de la vegetación en las antiguas parcelas agrícolas del territorio se ha comprobado en campo, ya que la mayor parte de las formaciones vegetales identificadas en estas tierras corresponden a etapas colonizadoras o iniciales, siendo muy reducida la presencia de especies características de comunidades forestales y que, sin embargo, predominan en espacios anexos. No obstante, no hay que olvidar que en algunos territorios semiáridos la sucesión ecológica no culmina a menudo en una etapa madura y más o menos estable, sino que las condiciones ecológicas limitan la aparición y establecimiento de determinadas especies y comunidades (Miranda *et al.*, 2004).

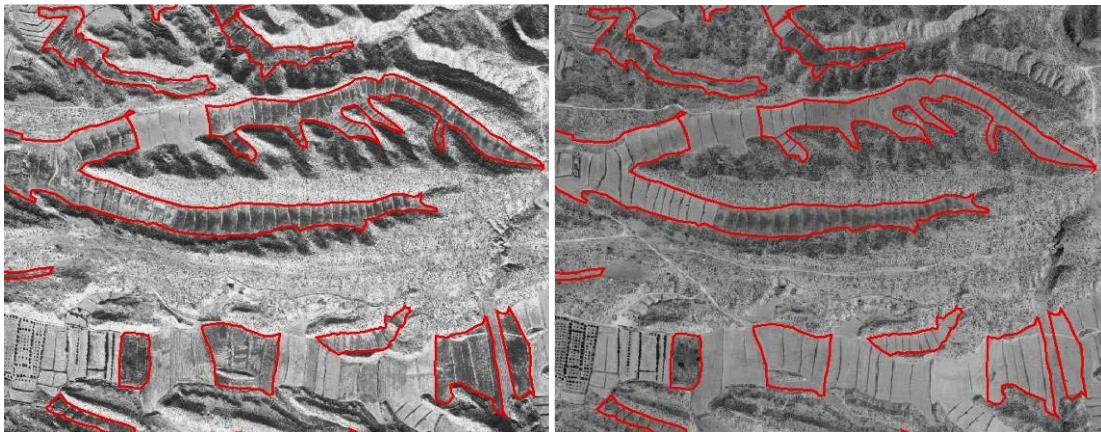


Figura 2.16. Imágenes que representan dos periodos diferentes de la misma zona, a la izquierda (1997) y a la derecha (2001). Puede comprobarse que buena parte de las tierras que se encontraban abandonadas en 1997 (delimitadas en rojo) fueron roturadas posteriormente.

El arado de zonas agrícolas abandonadas, además, ha provocado la destrucción de hábitats de interés comunitario. Entre los hábitats afectados destacan los matorrales halófilos de la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosi* (hábitat 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*)). En la zona del Molino Baico y de la Rambla de Macilagea o Maciamolá se han roturado zonas de saladar, incluso algunas parcelas se han convertido a regadío en el entorno del Canal del Jabalcón, en el Paraje del Baico. Lendínez *et al.* (2004) en un estudio comparativo de las áreas ocupadas por los saladares de la Hoya de Baza en diversos periodos identificaron una regresión de la superficie en los últimos años. Entre las causas asociadas a la destrucción de este ecosistema señalan la roturación de tierras para su cultivo.

Por otra parte, la cobertura de la vegetación ejerce un papel esencial para el control de la erosión (Dunne *et al.*, 1991; Box y Bruce, 1996; Martínez Mena *et al.*, 1999; Lasanta *et al.*, 2000; Dunjó *et al.*, 2004). La eliminación de la vegetación mediante el arado agrava los problemas edáficos para estas zonas en las que los procesos de sucesión son extremadamente lentos, y en muchos casos no pueden hacer frente a la erosión (Esteve *et al.*, 1990; Francis, 1990; Lasanta *et al.*, 1995; Sánchez López, 1995, Navarro *et al.*, 2006). En tierras semiáridas el papel de la vegetación en la conservación del suelo es aún más significativo (Puigdefábregas, 1996). La pérdida de la vegetación se encuentra íntimamente relacionada con los procesos de erosión en diversos sentidos. Por una parte, la vegetación interviene sobre el agente erosivo, las precipitaciones, ya que las plantas interceptan y redistribuyen la precipitación y condicionan la capacidad de infiltración del suelo. Por otra parte, las plantas influyen en la resistencia del suelo frente a dicho agente erosivo, es decir, sobre la estabilidad física del suelo tanto en superficie (a través de su papel en la estabilidad de los agregados estructurales), como en profundidad (a nivel del sistema radicular) (García Fayos, 2004). A su vez, la erosión repercute en la vegetación mediante el desarraigo de las plantas y la eliminación y redistribución de las semillas, y de forma indirecta al alterar y eliminar la superficie del suelo, que es donde se produce el establecimiento de las plántulas y donde reside gran parte de la reserva de agua y de nutrientes para las plantas.

Un proceso estrechamente relacionado con la erosión es la desertificación, que es considerada como una de las principales amenazas ambientales a escala planetaria (Puigdefábregas, 1998; Puigdefábregas y Mendizábal, 1998; López Bermúdez, 2001; Reynolds, 2001). Entre los factores que desencadenan la desertificación diversos autores señalan, entre otros, precisamente, el abandono de cultivos (Valle, 1992; Colomer y Sánchez 2001; López Bermúdez 2001) pero, además, en el territorio las repercusiones se incrementan en relación a diversos factores ambientales (torrencialidad de las precipitaciones, naturaleza de sustratos, suelos pobres en materia orgánica, etc.).

Las características naturales que limitan el desarrollo de la vegetación natural en zonas semiáridas también dificultan el éxito de las plantaciones, sin embargo, un importante porcentaje de la superficie cartografiada como abandonada (6,5%) se encontró forestada. El origen de las plantaciones se encuentra en la Política Agraria Comunitaria. La **forestación de tierras agrarias** ha sido impulsada por la Unión Europea para incentivar el abandono de cultivos escasamente rentables. Para compensar al agricultor por el cambio de uso de suelo se le ofrecen diversos tipos de primas: para costear los gastos de reforestación; de mantenimiento, durante 5 años, (para reposición de marras, posible riego...); y compensatorias, por las rentas que el agricultor deja de percibir al renunciar a su cultivo.

Aunque las subvenciones para la forestación de tierras agrarias, en principio, pueden ser beneficiosas, su aplicación no siempre consigue unos resultados ambientales óptimos, como se ha podido detectar en el territorio. Uno de los

principales inconvenientes que presenta la puesta en marcha de este programa es la inadecuación de las medidas de forestación, tal y como han sido formuladas por la Unión Europea, a las circunstancias y a los problemas regionales del ámbito mediterráneo (Montiel, 2004). Los problemas se agravan en condiciones áridas y semiáridas como las reinantes en el sureste de la Península Ibérica donde, además, muy pocas especies apropiadas para estos ambientes se han subvencionado. En la zona de estudio la principal especie empleada en las forestaciones fue el pino carrasco (*Pinus halepensis*), que se introdujo prácticamente de forma monoespecífica en la mayoría de los antiguos cultivos, en algunas ocasiones se acompañó del taray (*Tamarix* spp.). En la zona analizada, en general, las repoblaciones han tenido un escaso éxito, la mayoría de ellas se realizaron antes de la toma de las ortoimágenes (1997) y los individuos plantados aún poseen una escasa talla. Además, se ha detectado una amplia proporción de marras no repuestas en estas plantaciones, lo cual indica que las especies en algunas zonas no eran apropiadas y/o que la prima de mantenimiento no se invirtió en mejorar la plantación (aunque la normativa andaluza específica que en caso de abandono o destrucción de la plantación se suspenderán las ayudas). En este sentido, sería interesante ampliar el número de especies cuya plantación se subvencionase, incluyendo especies arbustivas y de matorral adaptadas a condiciones ambientales más adversas, como las existentes en la zona de estudio. Se han llevado a cabo experiencias que demuestran la idoneidad de especies como *Juniperus thurifera*, *J. oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Juniperus phoenicea* subsp. *phoenicea* (subvencionadas) y de otras como *Retama sphaerocarpa*, *Genista umbellata*, *Ephedra fragilis* subsp. *fragilis*, *Rhamnus lycioides*, *Atriplex halimus*, etc. (no financiadas en la actualidad), para la Rambla de Becerra (localizada en la cercana Depresión de Guadix) (Navarro *et al.*, 2001d; Jiménez *et al.*, 2004).

Un elevado porcentaje de las tierras agrícolas que se acogen al programa de forestación de la PAC poseían algún tipo de vegetación perenne antes de la forestación. Como señala Montiel (2004), en las regiones españolas las parcelas forestadas son, en parte, terrenos que habían sido ya abandonados y que se encontraban en diferentes estadios de evolución espontánea hacia la reinstalación de la cubierta forestal cuando se llevaron a cabo las plantaciones. Así, muchas forestaciones se han ejecutado sobre ecosistemas forestales (dehesas, retamares, atochares), aunque la normativa explicita que “en ningún caso pueden ser tierras abandonadas”. Aunque la conservación de la diversidad florística es un objetivo clave de manejo agrícola moderno y multifuncional (Waldhardt *et al.*, 2003), la vegetación es eliminada en numerosas ocasiones a través de técnicas de preparación del suelo agresivas o de tratamientos posteriores a la plantación inapropiados, como el uso de herbicidas para eliminar la competencia de especies autóctonas (Navarro *et al.*, 2006).

En las parcelas agrícolas forestadas del territorio se ha podido comprobar la aplicación de técnicas de preparación de suelo poco respetuosas con la conservación de la vegetación preexistente. Entre los surcos del subsolado realizados para las plantaciones se distinguen restos de las diferentes comunidades vegetales leñosas, que ahora compiten con el pinar. Aunque la mayoría de las repoblaciones se realizaron sobre comunidades de *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, en diversos

casos las repoblaciones se instalaron en zonas de saladar donde predominaba la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*, que es un hábitat de interés comunitario (incluido en el Anexo I de la Directiva 92/43/CEE). Además estos ambientes salinos albergan un elevado número de especies endémicas, raras y amenazadas (ver Lendínez *et al.*, 2004). Asimismo se han alterado espacios con otros hábitats de interés comunitario, concretamente *Atriplicetum glauco-halimi* y *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*, también asociados a saladares. Precisamente, Salazar *et al.* (2002a) identificaron una población de *Senecio auricula* subsp. *auricula* (tras 150 años sin datos sobre su localización), en uno de estos antiguos cultivos alterados para una forestación poco exitosa. Esta subespecie se incluyó en la Lista Roja de Andalucía como “En Peligro” (Cabezudo *et al.*, 2005), y en la Lista Roja Española como “Vulnerable” (Anónimo, 2000a), aunque recientemente Gutiérrez *et al.* (2007) han localizado otras poblaciones de esta especie en la Hoya de Baza. Estos hechos ponen de manifiesto que en algunos puntos de la zona de estudio se ha subvencionado de forma indirecta la perturbación de hábitats y especies de elevado interés ecológico. Este hecho revela la escasa coordinación existente entre consejerías respecto a la aplicación del programa de forestación de tierras agrarias impulsado por la PAC y sus posibles impactos ambientales negativos, como en este caso. No obstante, en algunas parcelas acogidas a estas ayudas los resultados sí han sido favorables.

Además, cabe resaltar que la Orden de 11 de febrero de 2005, por la que se regula el régimen de ayudas para el fomento de forestación de tierras agrícolas en la Comunidad Autónoma de Andalucía (modificada en determinados puntos por la orden de 25 de abril de 2005), incluye algunas medidas específicas que tratan de evitar este tipo de impactos, entre ellas: exclusión de estas ayudas a las superficies localizadas en ambientes salinos, indicación expresa de que se respetarán las manifestaciones de matorral arbolado y del arbolado autóctono más evolucionado en cada comunidad, etc.



Figura 2.17. Imágenes que representan dos tipos de alteraciones detectadas en la zona de estudio en saladares, espacios de elevado interés ecológico pero gravemente amenazados. A la izquierda zona de saladar roturada, a la derecha una repoblación mal planteada e incorrectamente ejecutada.

El análisis de la superficie ocupada por cada formación vegetal en las tierras aún abandonadas revela que la más frecuente es la caracterizada por *Salsola vermiculata* y *Artemisia herba-alba*. En más de la mitad de las tierras baldías (596,23 ha de las 981,24 ha) se hallaba presente esta comunidad, aunque en algunas parcelas se encontró acompañada por otras formaciones. *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, además, se distribuye de forma relativamente homogénea por prácticamente toda la zona muestreada, como puede visualizarse en la figura 2.10. Los datos obtenidos en el análisis de la distancia estándar (fig 2.15A, tabla 2.4) confirman esta valoración. En otros territorios también fue este el tipo de vegetación nitrófila más frecuente, es el caso de La Rioja (Arizaleta *et al.*, 1990). Debido a su amplia representación cabe preguntarse si las características ambientales que favorecen su desarrollo son las más frecuentes en el territorio, si viven bajo un amplio espectro de condiciones ecológicas o si, en cambio, la caracterizan especies muy competitivas que inhiben el desarrollo de especies estructuradoras de otras comunidades.

Esta última teoría se basa en el hecho de que numerosas especies de plantas producen de forma natural sustancias alelopáticas, pudiendo afectar a la germinación y crecimiento de otras plantas (Rice, 1974; Mann, 1987). En ambientes áridos y semiáridos las sustancias alelopáticas pueden jugar un importante papel en la forma y estructura de las comunidades (Jefferson y Pennacchio, 2003). *Artemisia herba-alba*, una de las especies características de la comunidad *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, podría causar interferencias alelopáticas sobre el desarrollo de otras especies según indican Escudero *et al.* (1999, 2000). Diversas quenopodiáceas, como demuestran Jefferson y Pennacchio (2003) en zonas semiárido-áridas del oeste de Australia, pueden interferir en la germinación y crecimiento de otras especies debido a la producción de sustancias alelopáticas. *Salsola vermiculata*, también característica de la comunidad, forma parte de la familia *Quenopodiaceae*, aunque no se conocen estudios que prueben si esta especie también produce este tipo de sustancias, como lo hacen otras de su misma familia.

Respecto a las características ambientales de las zonas donde se desarrolla esta asociación no se han hallado trabajos que aporten datos precisos. En la descripción de la asociación dada por Peinado *et al.* (1986), se indica que tiene su óptimo sobre suelos arcillosos o arcilloso-limosos, compactos y secos, que proceden de antiguos cultivos hoy baldíos. En Valle (2004) se señala su vinculación a sustratos yesíferos. Otros trabajos resaltan su instalación en terrenos nitrificados algo estabilizados (Valdés Franzi *et al.*, 1993). Información más precisa sobre las características ambientales que condicionan la aparición de ésta y otras comunidades se intentará aportar en el capítulo específico sobre relaciones entre vegetación y suelo. No obstante, el que esta asociación conviva con la mayoría de las asociaciones identificadas en los cultivos abandonados del territorio parece apuntar que puede vivir bajo un amplio espectro de condiciones ambientales. Se ha identificado en 69,1 ha junto a HA, en 73,3 ha se desarrolla con AS, en 19,4 ha con AF y únicamente en 0,86 ha con AH. Sin embargo no se ha identificado en ningún antiguo cultivo junto a AA ni a CS. Las zonas donde se desarrolla la comunidad SA debe compartir, por tanto, más similitudes con las comunidades AS, HA y AF que con el resto.

Del área estudiada en campo más de 200 hectáreas conservan la asociación *Cistancho-Sarcocornietum fruticosi*, (que representan un 20,2% del área cartografiada que mantiene vegetación). Esta formación se localiza en zonas concretas del territorio (Arroyo del Salar del Margen, Rambla de Macilagea o Maciamolá, Rambla de Mazarra y Molino Baico) donde existe un elevado nivel de salinidad. Las efluorescencias blanquecinas de los suelos sobre los que evoluciona evidencian su marcado carácter halófilo. Diversos trabajos advierten la elevada salinidad y humedad de los suelos donde se desarrolla esta comunidad (Esteve y Varo, 1975; Salazar *et al.*, 2002b; Lendínez *et al.*, 2004; Valle y Salazar, 2004) así como su especie más característica, *Sarcocornia fruticosa*, y otras de su género (Short y Colmer, 1999; Pujol *et al.*, 2000; Álvarez Rogel *et al.* 2000, 2001; Redondo *et al.*, 2004; Sheperd, 2005).

En ambientes salinos no es ésta la única comunidad que se desarrolla. Como indican Valdés Franci *et al.* (1993), en ambientes salinos es habitual la existencia de un mosaico de comunidades en complejas zonas de ecotonía. En los saladares de la Hoya de Baza Lendínez *et al.* (2004) han identificado numerosas comunidades permanentes que se encuentran concatenadas en función del grado de salinidad y humedad del suelo, siendo la formación más abundante la de los matorrales halófilos de la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosi*. Las variaciones espaciales en el contenido en sales, y por tanto en la vegetación, son función de factores como la microtopografía y el encharcamiento. La existencia de gradientes espacio-temporales de salinidad y humedad edáfica se considera uno de los factores físicos más importantes que determinan la distribución de las plantas en ambientes salinos (Chapman, 1974).

Junto a *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* se han identificado en antiguas zonas de cultivo otras asociaciones, concretamente *Atriplici-Suaedetum verae*, en más de 40 ha y *Artemisio -Frankenietum thymifoliae*, en unas 3,3 ha. Por otra parte, ambas asociaciones evolucionan juntas en más de 32 ha. La convivencia de estas formaciones con la encabezada por *Sarcocornia fruticosa* sugiere que tanto *Artemisio-Frankenietum thymifoliae* como *Atriplici-Suaedetum verae* también pueden requerir o soportar cierto nivel de humedad y salinidad, hecho que ha sido advertido en diversos trabajos (Peinado *et al.*, 1986; Peinado *et al.*, 1992; Valdés Franzí *et al.*, 1993; Cano *et al.*, 1994; Valle y Salazar, 2004). Además, las características de salinidad de los suelos donde se presentan especies como *Sueada vera* han sido advertidas en numerosos trabajos (Suárez, *et al.*, 1991; Serag y Khedr, 2001; Geslina *et al.*, 2002; Caravaca *et al.*, 2005). En diversos trabajos (Cerrillo *et al.*, 2002; Mota *et al.* 2003; Mota *et al.*, 2004c) señalan a *Frankenia thymifolia* entre las especies gipsófitas. La asociación caracterizada por esta especie, junto a *Artemisia herba-alba*, puede hallarse asociada a sustratos ricos en yesos, como se pone de manifiesto en las descripciones fitosociológicas de esta asociación. Izco (1972), en su descripción original señala que la asociación ocupa la base de los cerros yesíferos y ciertas depresiones salinas; en ambos casos sobre suelos nitrificados.

La estrecha relación existente entre AS y CS se pone de manifiesto, además de en el análisis de las comunidades acompañantes, en la interpretación de los mapas y figuras resultantes del análisis de la distribución espacial. Así, los valores de distancia estándar son muy similares, y los círculos que lo representan ocupan una posición muy parecida (fig 2.15A). También las elipses que simbolizan la tendencia direccional de la distribución de cada asociación, presentan una posición, rotación y distancia de los ejes similares (fig 2.15B). La comparación de los mapas que muestran la distribución de las asociaciones confirma, a su vez, esta estrecha relación espacial (fig 2.12, 2.13).

Por otra parte, también evoluciona junto a *Atriplici-Suaedetum verae*, en más de 25 ha, la asociación *Atriplicetum glauco-halimi*, menos frecuente en los cultivos abandonados del territorio. Por tanto, la comunidad caracterizada por especies del género *Atriplex* igualmente debe presentar afinidad por ambientes salinos, como apuntan Cano *et al.* (1994), Peinado *et al.* (1986, 1992) y Valle y Salazar (2004), entre otros. La tolerancia de esta especie a la salinidad también se ha puesto de manifiesto en numerosos trabajos (Gale y Poljakoff-Mayber, 1970; Zid y Boukhris, 1977; Osman y Ghassali, 1997; Bajii *et al.*, 1998; Bajii *et al.* 2002; Martínez *et al.*, 2005; etc.). Entre las causas que pueden justificar la escasa representación de *Atriplicetum glauco-halimi* detectada, puede señalarse que, con frecuencia, se establece en áreas de escasas dimensiones, no siendo, en numerosas ocasiones cartografiables a la escala de trabajo empleada. Por otro lado, se ha comprobado que esta comunidad vegetal muestra preferencia, más que por colonizar cultivos abandonados, por invadir otro tipo de zonas alteradas, como taludes próximos a caminos (Peinado *et al.*, 1992; Valdés Franzi *et al.*, 1993; Valle y Salazar, 2004).

La asociación *Hammado-Atriplicetum glaucae*, aunque es relativamente abundante en el área cartografiada se sitúa en zonas concretas. Se localizan principalmente en la mitad occidental y hacia el sur del área analizada. La circunferencia y la elipse que simbolizan la distancia estándar y la distribución direccional, respectivamente, manifiestan igualmente esta posición. Estos espacios deben presentar determinadas peculiaridades diferentes a las de otros cultivos abandonados del territorio. Se alude en las descripciones de la asociación a su expansión en zonas margosas (Cano *et al.*, 1994) o en suelos no muy arcillosos y, generalmente, ligeramente salinos (Peinado *et al.*, 1992). No obstante, cabe destacar que, según los datos obtenidos en campo, prácticamente no se desarrolla con otras comunidades más típicas de ambientes salinos, como las señaladas (CS, AS, AH), como puede comprobarse en la figura 2.8.

Una comunidad muy puntual en el área cartografiada es la caracterizada por *Andryala ragusina* y *Artemisia barrelieri*. Sin embargo, se ha podido comprobar que es la comunidad invasora de cultivos abandonados más frecuente hacia el límite de la zona de estudio, donde los sustratos margosos no se hayan enriquecidos en yesos. En el área seleccionada para su análisis espacial predominan los suelos ricos en yesos y otras sales más solubles, que deben favorecer la instalación de otras comunidades en lugar de ésta.

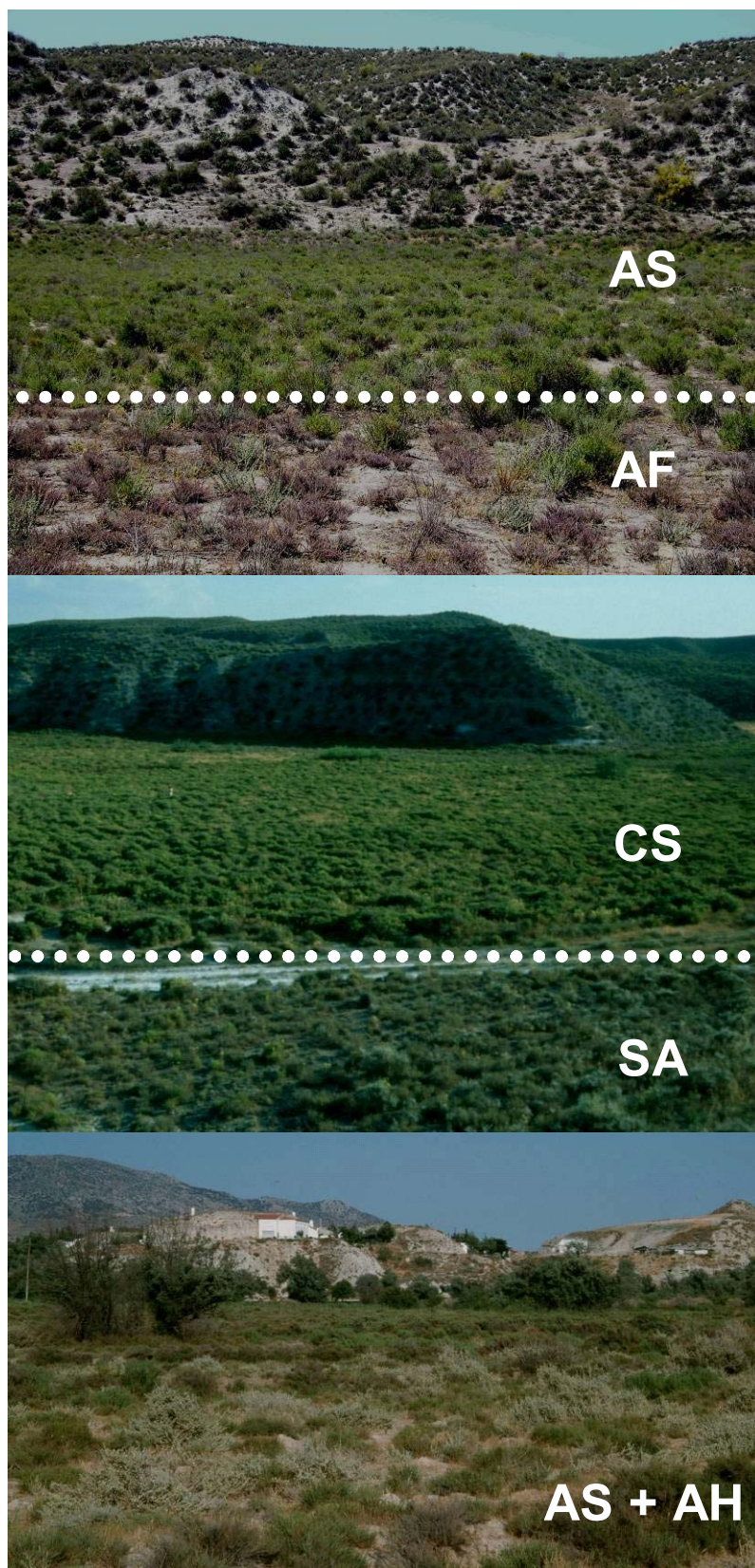


Figura 2.18. Imágenes que representan algunas de las relaciones espaciales que se establecen entre comunidades. AS: *Atriplici-Suaedetum verae*; AF: *Artemisio-Frankenietum thymifoliae*; CS: *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, SA: *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*; AH: *Atriplicetum glauco-halimi*.

2.4.2. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

A lo largo de esta discusión se apuntan diversos aspectos relacionados con la distribución de las tierras agrícolas sin actividad, y de las comunidades en ellas instaladas, que pueden resultar clave para una adecuada planificación de estos espacios. Como afirman Driel y Loveland (2001), la vegetación constituye una de las capas de información más útiles para generar herramientas de apoyo a la toma de decisiones para la planificación territorial.

Se ha podido comprobar que en una importante proporción de los cultivos abandonados que se roturan no se pretende un retorno a la actividad agraria. Debido a la lenta evolución de la vegetación en ambientes semiáridos, así como al riesgo de erosión y desertificación asociado a este tipo de tierras, debe evitarse la realización de roturaciones periódicas si el objetivo no es cultivar, especialmente en zonas con cierta pendiente.

Por otro lado, como bien es sabido, la mayor parte de las plantas que se cultivan se consideran no halófilas (Martínez Raya, 1996). Además de la limitación en la disponibilidad de agua, la salinidad afecta las propiedades estructurales y físico-químicas del suelo, que pueden imponer un estrés adicional al crecimiento de los cultivos (Evangelou y McDonald, 1999). Por tanto, ya que los suelos salinos presentan importantes limitaciones para el cultivo resulta muy interesante conocer su ubicación. La presencia de determinadas asociaciones vegetales puede ser un buen indicador para la detección de un elevado nivel de salinidad (Porta *et al.*, 2003) y su cartografía puede permitir reconocer la ubicación de los suelos con problemas para la producción de los cultivos por salinidad.

En cuanto a la gestión de ecosistemas, los resultados permiten localizar zonas de especial interés para su conservación. Como se ha indicado, varias comunidades perennes estudiadas y cartografiadas son hábitats de interés comunitario y albergan especies de elevado interés ecológico. Es interesante delimitar su ubicación ya que estos ecosistemas se encuentran amenazados por diversas causas, como el avance de los cultivos y la roturación de las tierras inmediatamente colindantes. Es el caso de los saladares de la depresión de Baza, como advierten Lendínez *et al.* (2004). No obstante, los saladares, debido a su elevado contenido salino son impracticables y al poco tiempo suelen ser abandonados. Tales prácticas favorecen la expansión de especies halonitrófilas en detrimento de las estrictamente halófilas (Valdés Franzi *et al.*, 1993).

Se ha advertido que los trabajos efectuados para la puesta en marcha del programa de forestación de tierras agrarias de la PAC en algunas zonas no se han realizado acorde con los objetivos de recuperación ambiental asociados al mismo. Entre los principales problemas detectados se puede resaltar la alteración de espacios de elevado valor ecológico y la inadecuada planificación y ejecución de las labores para las forestaciones. Parte de la problemática podría solventarse si se

subvencionasen un mayor número de especies apropiadas para ambientes semiáridos (matorrales y arbustos propios de este territorio). Por otro lado, sería interesante que se incrementasen las labores de seguimiento para la correcta aplicación del programa. Además, resultaría de gran utilidad el establecimiento de una serie de condicionantes técnicos obligatorios para la realización de plantaciones: realización de tratamientos puntuales del suelo, que favorezcan la conservación de la vegetación preexistente; creación de microcuencas, para optimizar el aprovechamiento del agua de escorrentía; introducción de diversas especies en las parcelas, para incrementar la biodiversidad, etc. Existen numerosas experiencias que investigan técnicas y especies apropiadas para la forestación de tierras agrarias en ambientes semiáridos (de Simón, 1997; Navarro *et al.*, 2001a; Bocio *et al.*, 2002; Navarro *et al.*, 2002; Bocio *et al.*, 2004; De Simón *et al.*, 2004; Jiménez *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista de la ecología del paisaje, en la actualidad, las fotografías aéreas digitalizadas y las imágenes de satélite hacen posible la interpretación dinámica de los paisajes y sus cambios a lo largo del tiempo. (Peña Llopis, 2006). Los resultados obtenidos en este capítulo pueden resultar valiosos para hacer un seguimiento de la evolución del paisaje agrícola en este territorio.

CAPÍTULO 3.
ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE
LAS COMUNIDADES VEGETALES Y LAS
CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

3.1. INTRODUCCIÓN

Aún en terrenos aparentemente uniformes, la mayoría de las áreas con vegetación incluyen un complejo **mosaico de microhábitats**. Estos provienen de factores tales como las variaciones edáficas, interacciones entre la microtopografía y el clima, predación selectiva, perturbación local del terreno y redistribución de los nutrientes por acción de los animales. A éstos hay que añadir las diferencias espaciales del medio que provienen de la actividad de las propias plantas. Éstas influyen en la variación en la disponibilidad de nutrientes (Snaydon, 1962), el suministro de agua, el grado de sombra, la acumulación de "litter" y toxinas orgánicas (Abdul-Wahab y Rice, 1967) y la modificación de la microflora del terreno (Grime 1982). En ecosistemas semiáridos la escasez de precipitaciones no permite la existencia de una cobertura vegetal continua, por lo que predominan formaciones abiertas en las que alternan manchas de vegetación dispuestas en una matriz de suelo desnudo (Puigdefábregas, 1996). Según autores como Cloudsley-Thompson (1979), cuando la vegetación es escasa las plantas se desarrollan discretamente y no tienen la ventaja de la protección de las plantas vecinas. Así pues, la capacidad de influir en el ambiente disminuye en las plantas según aumenta el grado de aridez. Sin embargo, recientemente numerosos autores han puesto de manifiesto que es precisamente en ambientes áridos y semiáridos donde se producen más casos de facilitación entre plantas, y que este fenómeno constituye una pieza clave en el desarrollo y en la evolución de la vegetación en estos espacios (Callaway, 1995; Pugnaire *et al.*, 1996; Calaway, 1997; Calaway y Walter, 1997; Callaway y Pugnaire, 1999; Pugnaire y Luque, 2001; Maestre *et al.*, 2003a).

Los territorios esteparios, pese a la relativa homogeneidad y monotonía paisajística, enmascaran un complejo mosaico de formaciones vegetales que responde principalmente a pequeñas variaciones geomorfológicas o edáficas (sobre todo niveles de salinidad y textura de los suelos). En estas zonas se detecta una interesante zonación de comunidades que responde a las variaciones ambientales de los parámetros ecológicos (Suárez *et al.*, 1991). Las singulares características ecológicas propias de las estepas ibéricas en general, y del área de estudio en particular, propician la existencia de una amplia diversidad en la vegetación. Esta diversidad de comunidades vegetales se reconoce incluso en las áreas agrícolas abandonadas.

3.1.1. INFLUENCIA DEL SUELO EN EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN

El presente estudio parte de la hipótesis de que deben ser las características de los suelos de estos antiguos cultivos las que principalmente condicionen las diferencias encontradas en la vegetación, ya que numerosas características ambientales que influyen en el desarrollo de las plantas permanecen prácticamente constantes en nuestra área de muestreo (clima, pendiente, orientación, etc.).

Como subrayan Mota *et al.* (2004c) la estrecha relación existente entre algunas plantas y un determinado tipo de sustrato geológico es conocida desde hace tiempo (Rivas Goday, 1969; Kruckerberg, 1984). Recientemente, este fenómeno ha llamado la atención de numerosos botánicos y ecólogos vegetales (Kruckeberg, 1991; Roberts y Proctor, 1992; Mota *et al.* 1993; Rubio y Escudero, 2000; Chiarucci *et al.*, 2001; Mota *et al.*, 2003). En efecto, los suelos originados a partir de determinados tipos de rocas (dolomías, serpentinas, yesos) provocan síndromes adaptativos en las plantas que van ligados a ellos (Mota, 2001b). A estos tipos de afloramientos va asociada una flora especial que suele contar con un elevado porcentaje de endemismos (Mota *et al.*, 1993). Por otra parte, es bien conocido que la **heterogeneidad del suelo** es un elemento básico para las interacciones de competencia y/o facilitación entre plantas, principalmente en ambientes estresantes (Chapin *et al.*, 1994) como los hábitats semiáridos (Fowler, 1986) y consecuentemente determina los patrones de distribución de las plantas y las comunidades (Rubio y Escudero, 2000).

El carácter margoso-yesoso de los sustratos miocénicos que predominan en la zona de estudio, al igual que en otros territorios esteparios ibéricos (Suárez *et al.*, 1991), y la abundancia de fenómenos de endorreísmo, permite explicar la importancia que en la flora de la Hoya de Baza, en general, y de los cultivos abandonados en ella existentes, en particular, alcanzan las plantas halófilas. Atendiendo a la adaptación a los medios salinos las plantas se pueden clasificar como no halófilas (aquellas que no han desarrollado mecanismos de adaptación) o halófilas (adaptadas a vivir en medios salinos). Las **plantas halófilas**, a su vez, pueden agruparse según Porta *et al.* (2003) en: euhalófilas (que son las más tolerantes a las sales y acumulan sales en sus tejidos), crinohalófilas (que tienen glándulas secretoras que les permiten eliminar soluciones altamente salinas, por lo general en el envés de las hojas), glicohalófilas (tienen la capacidad de realizar una absorción selectiva frente a las sales), localhalófilas (localizan sales en estructuras especiales, controlando su distribución en los tejidos).

Entre los halófilos es frecuente la **suculencia**, especialmente en euhalófilas. Esta característica procede de la proliferación de células parenquimáticas que tienen la capacidad de aumentar de tamaño, así como las vacuolas, a la vez que se reducen los espacios intercelulares. Al aumentar la concentración salina del jugo celular la planta logra alcanzar una fuerza de succión suficiente para superar la presión osmótica de la solución salina del suelo y poder absorber agua. Muchas plantas soportan algunas concentraciones salinas, pero en el caso de los verdaderos halófitos las concentraciones altas pueden incluso estimular la crasulencia a través del hinchamiento de las proteínas que provoca el ión cloro. Por el contrario, los sulfatos no inducen hipertrofia celular, por ello la suculencia es mucho menos potente en las zonas yesosas que en las salinas (Suárez *et al.*, 1991). Como indican estos autores la suculencia se presenta tanto en los tallos (géneros *Suaeda*, *Salsola*, *Hammada*, *Sarcocornia*) como en las hojas (*Ononis tridentata* y género *Atriplex*), así como en las raíces. Entre los halófilos existen también plantas que superan el problema de la sal por mecanismos distintos al de la suculencia. Como se ha indicado, algunas plantas (crinohalófilas) se deshacen de sal segregándola a través de glándulas epidérmicas,

siendo generalmente plantas no suculentas como las especies del género *Limonium* o *Frankenia*, que aparecen recubiertas de un polvillo salitroso blanquecino. En la mayoría de las comunidades identificadas en el estudio fitosociológico de los cultivos abandonados predominan especies halófilas, correspondientes a los géneros citados, siendo especialmente habituales las integrantes de la familia quenopodiáceas.

También los yesos ilustran un llamativo caso de edafismo (Mota *et al.* 2004b). Existe un grupo de taxones que sólo vive sobre el yeso, son los denominados yipsófitos o **gipsófitos**. De forma similar a los halófitos, en algunos gipsófitos se han identificado ciertos rasgos que sugieren especialización. En *Gypsophila struthium* puede reconocerse: suculencia foliar, acumulación de sulfato cálcico y presencia de cristales o drusas en sus tejidos. Algunos de estos rasgos se repiten en algunos otros gipsófitos “acumuladores” como *Ononis tridentata*. En tierras agrarias abandonadas del territorio analizado también se ha identificado la presencia de especies adaptadas al yeso, tales como *Gypsophila struthium* subsp. *hispanica*, *Ononis tridentata*, *Helianthemum squamatum* y *Lepidium subulatum*.

Sin embargo, no todos los suelos de antiguos cultivos del territorio presentan evidencias de salinidad o de presencia de yeso destacada, ni las comunidades en ellos instaladas se caracterizan por la presencia de especies halófitas o gipsófitas. Resulta, pues, interesante estudiar las relaciones suelo-vegetación que tienen lugar en los cultivos abandonados de la Hoya de Baza, ya que deben ser los parámetros edáficos los que principalmente condicionen la evolución de su vegetación.

3.1.2. ESTUDIOS DE RELACIONES ENTRE VEGETACIÓN Y SUELO

El estudio de la influencia de las características ambientales en el desarrollo de la vegetación ha despertado un elevado interés en las últimas décadas, siendo cada vez más frecuentes los trabajos que profundizan en esta materia y concretamente en las relaciones entre parámetros edáficos y florísticos (Kruckeberg, 1984; Elleberg, 1988; Pan *et al.*, 1998; Mitchell, *et al.*, 1999; Chiarucci *et al.*, 2001, Bui y Henderson, 2003; Ma, 2005; Piernik, 2005). Numerosos estudios sobre este tema se han desarrollado también en zonas áridas y semiáridas (Abd El-Ghani, 2000, Rubio y Escudero, 2000; Álvarez Rogel *et al.*, 2000, 2001; Abd El-Ghani y Amer, 2003, Pugnaire, *et al.*, 2004, Enright *et al.*, 2005, Dana y Mota, 2006; Buxbaum y Vanderbilt, 2007; etc.).

Aunque el análisis de las relaciones ambiente-vegetación en cultivos abandonados es menos frecuente, se han publicado ya numerosos trabajos en diversos ámbitos territoriales, entre ellos pueden citarse los elaborados por Sánchez López (1995), Ruecker *et al.* (1998), Dunjó *et al.* (2003), Hedlund (2003), etc., en zonas mediterráneas, y por Bonet, (2004) y Martínez Fernández *et al.* (1995), entre otros, en zonas mediterráneas semiáridas localizadas en el sureste de la Península Ibérica.

Las temáticas tratadas en este tipo de trabajos son muy variadas, pueden citarse algunos ejemplos tanto a nivel internacional como nacional. Malý *et al.* (2000) analizaron, en los Países Bajos, el efecto de la composición de la vegetación sobre varias propiedades microbiológicas del suelo en tierras agrícolas abandonadas. Smit y Olf (1998), también en los Países Bajos, emplearon cronosecuencias para reconstruir la evolución vegetal en antiguos cultivos e investigaron los efectos de la productividad del hábitat en la colonización de especies leñosas, distinguiendo 3 tipos de suelos (en función de su granulometría). Hedlund *et al.* (2003), estudiaron las relaciones entre diversidad de especies vegetales, productividad y desarrollo de comunidades durante la sucesión secundaria en zonas arables de Europa, con el objetivo de contrastar la hipótesis de que el incremento de la diversidad inicial de plantas aumenta la producción de biomasa y consecuentemente estimula la biomasa microbiana y la abundancia de invertebrados del suelo; se repitió el mismo experimento en 5 países europeos, para contrastar la hipótesis en distintas condiciones ambientales (climáticas, edáficas...).

Respecto a los trabajos realizados en la Península Ibérica pueden citarse, entre otros, el desarrollado por Sánchez López (1995), que analiza el proceso de recuperación natural de la vegetación mediterránea en zonas de cultivo abandonadas de Albacete. El objetivo de este estudio era obtener el modelo de la sucesión vegetal que acontecía sobre parcelas de cultivo abandonadas y que proporcionaba una idea sobre la velocidad del proceso y la posible correlación con parámetros edafológicos, analizando, por tanto, las características edáficas de las parcelas abandonadas. Bonet (2004) estudió los principales factores que afectaban a la ordenación de la vegetación en cultivos abandonados de una zona semiárida del sureste peninsular (Alicante), e identificó diversos parámetros ambientales, incluyendo algunos edáficos, que condicionaban la evolución vegetal en estos antiguos espacios agrícolas. Los resultados sobre un estudio de dinámica de matorrales de media montaña en Grazalema después de ser perturbadas y abandonadas, se exponen en Gallego Fernández *et al.* (2004). Para este trabajo se midió la cobertura de la vegetación y 13 variables ambientales (entre ellas, pH, capacidad de campo, contenido en materia orgánica y granulometría) con el fin de determinar la evolución de la vegetación en relación a los factores ambientales. Martínez Fernández *et al.*, (1995) analizaron las relaciones entre variables edáficas, de vegetación y de usos del suelo y estudiaron la dinámica de cultivos abandonados en "El Ardal" (Murcia). Los resultados mostraron una estrecha relación entre el desarrollo del suelo y las características de la vegetación, notables diferencias entre los suelos de parcelas cultivadas y aquellas que se encontraban en estado seminatural, así como una apreciable recuperación de las características edáficas de las parcelas donde el cultivo había sido abandonado. En la Hoya de Baza, pese a sus peculiaridades edáficas, no se han llevado a cabo aún estudios que analicen en detalle la influencia del suelo en el desarrollo de la vegetación, ni en áreas agrícolas abandonadas ni en otros espacios ocupados por vegetación natural. No obstante, Simón (1978) en su estudio sobre suelos salinos de la provincia de Granada, analizó en profundidad los suelos salinos de la Depresión de Baza, y consideró la vegetación que caracterizaba a las zonas de cada perfil

analizado, hallando una importante relación entre las características de estos suelos y la vegetación.

3.1.3. CARACTERÍSTICAS DE DIVERSAS VARIABLES EDÁFICAS EN RELACIÓN A SUS EFECTOS EN EL DESARROLLO DE LA VEGETACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD DE LOS CULTIVOS

A continuación se describen diversas características de las principales variables edáficas que ejercen una influencia notable en el desarrollo de la vegetación. Además se apuntan particularidades edáficas interesantes para la gestión, como los efectos de determinados parámetros del suelo en la productividad de los cultivos. Aunque se han consultado distintos trabajos, gran parte de la información incluida en esta sección se ha obtenido a partir de Porta *et al.* (2003).

Gravas

Se consideran gravas las partículas minerales de diámetro aparente superior a 2 mm. Estos elementos gruesos presentan poca actividad, su superficie específica es baja y suelen ser resistentes a la meteorización. No obstante, estos materiales de gran tamaño inciden sobre el comportamiento del suelo y el crecimiento de las plantas, sobre todo cuando su proporción es grande. Esto es frecuente en condiciones áridas y semiáridas y en zonas de montaña, donde hay una mayor facilidad para la fragmentación (meteorización física), que para transformaciones químicas. Un predominio de elementos gruesos en un suelo hace que éste actúe como un tamiz frente al agua, a la que no es capaz de retener, y por otro lado hace que presente escasas posibilidades para el suministro de nutrientes.

En este sentido, Munn *et al.* (1987) expusieron variaciones de los índices de productividad dependiendo del clima y de la vegetación en suelos pedregosos y no pedregosos. En general, en climas húmedos observaban una mayor productividad en suelos de textura fina. Sin embargo, en regiones áridas los suelos pedregosos parecían ser más productivos debido a la mayor penetración de la escasa precipitación y, si los fragmentos gruesos se encontraban en superficie, a su efecto sobre la disponibilidad de agua, al impedir o disminuir la evaporación, incrementando así los recursos hídricos. Unger (1971) presentó datos de producción de forraje en un ambiente árido en función de la profundidad de la capa de gravas en el perfil. En general observó un incremento de la producción en las parcelas con fragmentos gruesos respecto al control, especialmente si éstos se encontraban en superficie.

pH

La reacción de un horizonte de un suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad de dicho horizonte, generalmente se expresa por medio del pH. La forma más usual de diagnosticar las condiciones de acidez o de basicidad de un horizonte de un suelo se basa, por su rapidez y facilidad, en la medida del pH en una suspensión

suelo-agua (1: 2,5). En sistemas naturales el intervalo de pH se extiende de 3 (suelos de sulfatos ácidos) a 12 (suelos alcalinos), como se detalla en la tabla 3.1. La acidez y basicidad de un horizonte vienen determinadas por los cationes adsorbidos sobre los minerales de arcilla y la materia orgánica (Porta *et al.*, 2003).

pH	Evaluación	Efectos esperables en el intervalo
< 4,5	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido	Posible toxicidad por Al ³⁺ y Mn ²⁺
5,1-5,5	Fuertemente ácido	Exceso: Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Deficiencia: Ca, K, N, Mg, Mo, P, S Suelos sin carbonato cálcico El hormigón ordinario resulta atacado Actividad bacteriana escasa.
5,6-6,0	Medianamente ácido	Intervalo inadecuado para la mayoría de los cultivos
6,1-6,5	Ligeramente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes
6,6-7,3	Neutro	Mínimos efectos tóxicos Por debajo de pH=7,0 el carbonato cálcico no es estable en el suelo
7,4-7,8	Medianamente básico	Suelos generalmente con CaCO ₃
7,9-8,4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P y B Deficiencia creciente de: Co, Cu, Fe, Mn, Zn Suelos calizos. Clorosis férrica debida al HCO ₃ ⁻
8,5-9,0	Ligeramente alcalino	En suelos con carbonatos, estos pH altos pueden deberse al MgCO ₃ , si no hay sodio intercambiable Mayores problemas de clorosis férrica (Russell, 1978).
9,1-10	Alcalino	Presencia de carbonato sódico
>10	Fuertemente alcalino	Elevado porcentaje de sodio intercambiable (ESP>15%). Toxicidad: Ma, B Movilidad del P como Na ₃ PO ₄ . Actividad microbiana escasa Micronutrientes poco disponibles, excepto Mo.

Tabla 3. 1. Principales efectos esperables para los distintos intervalos de pH (USDA, 1971).

Los efectos perjudiciales de la acidez no se manifiestan hasta valores de pH inferiores a 5,5 y son debidos a la toxicidad del aluminio y a la poca biodisponibilidad de algunos nutrientes en el suelo. Cada planta adquiere mayor vigor y productividad dentro de un cierto intervalo de valores de pH, lo que no significa que no pueda vivir fuera de dicho intervalo, dado que presenta una cierta capacidad de adaptación. Whittaker *et al.*, (1959) y Young (1976) establecen una serie de intervalos de pH óptimos y de tolerancia para el rendimiento de numerosos cultivos:

Especies	Óptimo	Tolerancia para rendimiento satisfactorio
Avena (<i>Avena sativa</i>)	5,5-7,0	4,0-7,5
Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	5,5-7,0	5,5-8,8
Centeno (<i>Secale cereale</i>)	5,5-6,5	4,0-7,7
Olivo (<i>Olea europaea</i>)	7,0	7,0-8,5
Trigo (<i>Triticum</i> sp.)	6,0-7,0	5,8-8,5
Vid (<i>Vitis</i> sp.)	5,6-7,0	6,0-8,0

Tabla 3.2. Intervalos de pH óptimos y de tolerancia para el rendimiento de diversos cultivos (Whittaker *et al.*, 1959; Young, 1976), de secano típicos el área de estudio.

Carbonato cálcico (CaCO₃)

La importancia del conocer el contenido en carbonato cálcico del suelo deriva de ser la principal fuente de elemento calcio. El calcio presente en la solución del suelo y adsorbido en el complejo coloidal de cambio catiónico, constituye uno de los principales elementos nutritivos de la vegetación, tiene una influencia preponderante en el valor del pH del suelo, y es determinante para la estructura y estabilidad del suelo (M.M.A., 2004). Por otra parte, la presencia de carbonatos tiene implicaciones agronómicas al aumentar la concentración del anión HCO₃⁻ en la solución del suelo, que bloquea la absorción de hierro por las plantas, provocando problemas de clorosis férrica (Porta *et al.*, 2003). También el calcio puede interferir en la absorción por las plantas de fósforo y potasio (Papatheodorou y Stamou, 2004).

Contenido en CO ₃ Ca, en % del material del suelo	Clasificación del suelo
0,1	No calizo
0,1-0,5	Muy débilmente calizo
0,5-1,0	Débilmente calizo
1,0-5,0	Moderadamente calizo
5,0-10,0	Calizo
>10,0	Muy calizo

Tabla 3.3. Clasificación el suelo según su contenido en carbonato cálcico. Adaptado de Clarke (1971) y de Soil Survey Staff (1951) por M.M.A. (2004).

Yeso (CaSO₄.2H₂O)

El yeso (CaSO₄.2H₂O) constituye la forma más común de sulfato cálcico en el suelo. La propiedad más destacable del yeso es su relativamente alta solubilidad en agua pura, es considerablemente mayor a la de la calcita, pero mucho menor que la de las sales solubles. A medida que aumenta la proporción de yeso en el suelo aumenta la resistencia a la penetración de las raíces (Poch, 1992). Los horizontes hipergypsicos, formados por más de un 60% de yeso, resultan estériles para las plantas, por su extremada compacidad cuando están secos, su baja capacidad de retención de agua entre los cristales lenticulares y la ausencia de nutrientes (Porta *et al.*, 2003).

Existe un determinado grupo de plantas que sólo habitan suelos con yeso, se denominan gipsófitos. Como indican Mota *et al.* (2004b) este tipo de plantas presenta ciertas características adaptativas, aunque no muy notables. Diversas especies muestran succulencia foliar, excreción de sales (Duvigneaud y Denaeyer de Smet, 1966, 1968), o penetración de la raíz profunda (Guerrero, 1998). Algunos investigadores defienden que son limitaciones físicas las que justifican la gipsofilia, mientras que otros opinan que se debe a estrés químico o a requerimientos nutricionales (Parsons, 1976; Merlo *et al.*, 1998). Por un lado, entre los factores físicos que inducen gipsofilia se han citado la creación de costras biológicas (principalmente de líquenes) o de otros orígenes (rocas, horizontes edáficos) y las limitaciones hídricas de la capa superficial del suelo (Meyer y García Moya, 1989; Meyer *et al.*, 1992). Por

otro lado, algunas hipótesis químicas enfocan la explicación de la gipsofilia hacia una deficiencia en macronutrientes (N, K y P), exceso de otros (Ca, Mg y S), antagonismo iónico (Ca/Mg) y toxicidad causada por determinados micronutrientes. La presencia de yeso en el suelo, en cualquier caso, condiciona la implantación de vegetación, desarrollándose comunidades a base de gipsófitos, tales como *Gypsophila struthium* subsp. *hispanica*, *Ononis tridentata*, *Helianthemum squamatum* y *Lepidium subulatum*, entre otras.

Conductividad eléctrica (CEs)

La conductividad eléctrica (CEs) de un extracto de pasta saturada mide la salinidad de una muestra en condiciones de saturación de agua. La CEs es proporcional a la concentración de sales en la solución y es función de la temperatura. La unidad de medida en el sistema internacional son dS m^{-1} a 25°C .

CEs (dS m^{-1} a 25°C)	Denominación del suelo	Efectos esperables
<2	Normal	
2-4	Ligeramente salino	Quedan afectados los rendimientos de los cultivos muy sensibles
4-8	Medianamente salino	Quedan afectados los rendimientos de la mayoría de los cultivos
8-16	Fuertemente salino	Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes
>16	Extremadamente salino	Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables

Tabla 3.4. Clasificación de los suelos en relación a su salinidad. Fuente: Elaborado a partir de Martínez Raya (1996), basado en Richards (1954).

Las plantas que viven en zonas con una elevada conductividad eléctrica deben estar adaptadas a las condiciones salinas. Como anteriormente se ha indicado, sólo algunas especies (halófilas o halófitas) han desarrollado mecanismos que les permiten habitar medios con una elevada concentración de sales. La mayor parte de las plantas cultivables se consideran no halófilas.

Especie y tolerancia	CE umbral (dS m^{-1} a 25°C)	% Disminución del rendimiento por unidad de CE	Disminución del rendimiento (%)			
			0%	10%	25%	50%
Cebada grano (MT)	8,0	5,0	8,0	10,0	13,0	18
Cebada forrajera (MT)	6,0	7,0	6,0	7,4	9,5	13
Trigo (T)	6,0	7,1	6,0	7,4	9,5	13
Olivo (T)	4,0	-	2,7	3,8	5,5	8,4
Viña (S)	1,5	9,5	1,5	2,5	4,1	6,7
Almendro (S)	1,5	18,0	1,5	2,0	2,8	4,1

Tabla 3.5. Tolerancia de cultivos a la salinidad, referida a disminuciones del rendimiento de un 0, 10, 25 y 50%, por efecto de la salinidad del suelo en el extracto de pasta saturada. Fuente: Porta *et al.* (2003) elaborada a partir de Ayers y Wescott (1976) y de Carter (1981). MT: muy tolerante, T: tolerante, S: sensible.

Contenido iónico

Los elementos químicos constituyentes del suelo pueden ocupar distintas posiciones: en la fase sólida, en la interfase sólido-líquido o en la líquida. Existe un equilibrio entre la concentración de iones en la solución y los retenidos por la fase sólida, si bien este equilibrio es muy complejo y depende de la naturaleza del ion, del tipo de adsorbente y de la reacción de la solución, principalmente. Al conjunto de constituyentes implicados en este proceso se le conoce como "complejo adsorbente" o "complejo de cambio". En la naturaleza raramente se puede encontrar un complejo de cambio con una especie iónica única. La mayor parte de los iones retenidos son cationes, dada la electronegatividad de los principales componentes del suelo.

Cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+)

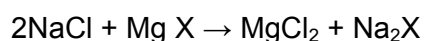
Los cationes intercambiables más frecuentes son menos de diez y la presencia y predominio de unos u otros dependerá de las condiciones del medio y de las interacciones en la interfase. Los cationes intercambiables se hallan en una proporción considerablemente mayor que los cationes en solución. Éstos representan un 1% o menos, excepto en los suelos salinos. Los cationes de cambio más frecuentes en suelos calizos de regiones semiáridas y áridas son $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+$.

Aniones (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^-)

Cloruros

Los cloruros, junto a los sulfatos, son los responsables más frecuentes de la formación de suelos salinos, de las propiedades que éstos presentan y del estrés sobre las plantas. Los cloruros son sales muy solubles y con una toxicidad alta. El **cloruro sódico** (NaCl) es la sal más frecuente en suelos salinos. Las eflorescencias que se forman en la superficie de estos suelos durante la estación seca tienen un gusto salado. La eliminación de esta sal requiere el lavado en condiciones de buen drenaje.

La acumulación de **cloruro magnésico** se produce en suelos con una salinidad extremadamente alta. Es una sal altamente tóxica, muy perjudicial para las plantas. Se puede formar si el suelo recibe aguas ricas en iones Cl^- y Na^+ , el intercambio con el Mg^{2+} de las sedes de cambio puede tener lugar por medio de reacciones del tipo:



La presencia de cloruro magnésico da lugar a que la superficie del suelo se mantenga húmeda mucho más tiempo después de una lluvia. Ello se debe a que esta sal es muy higroscópica y puede absorber agua del aire cuando la atmósfera no está totalmente seca, por ejemplo por la mañana. Las eflorescencias tienen un gusto amargo debido al magnesio.

Sulfatos

La significación de los distintos sulfatos en el comportamiento de las plantas varía considerablemente según el catión. El **sulfato sódico** (Na_2SO_4) es un componente frecuente en los suelos salinos. Durante el período cálido esta sal es transportada a la parte superior del suelo, al igual que otras sales, pudiendo dar lugar a eflorescencias blancas en superficie (que tienen un sabor a jabón salado). Durante la estación húmeda, que en clima mediterráneo coincide en parte con la de bajas temperaturas, las restantes sales serán lavadas, lo que da lugar a una acumulación relativa de sulfato sódico en la parte superior de la zona de enraizamiento.

Nitratos y Nitritos

El nitrógeno en forma de nitratos es un componente normal y de importancia en el metabolismo de las plantas mayores, particularmente en cultivos de secano. En la mayoría de los casos es uno de los factores más frecuentemente limitante para el crecimiento vegetal, y en condiciones normales es asimilado rápidamente. Las concentraciones de nitritos y nitratos se encuentran estrechamente relacionadas, a través de los procesos de nitrificación y desnitrificación. Para los sistemas agrícolas modernos, la adecuación del contenido en nitratos constituye un factor indispensable para incrementar la producción y la calidad de los cultivos (Stevenson, 1986). Ello resulta de mayor importancia para la agricultura cerealista de zonas donde se obtiene una escasa producción. En general, entre las condiciones externas a los vegetales que predisponen a altas acumulaciones de nitratos se encuentran la fertilización nitrogenada, y las que resultan de un desarreglo entre la tasa de suministro de la fuente nitrogenada y la tasa de crecimiento vegetal. El exceso de nitratos puede generar efectos desfavorables sobre la calidad de las aguas superficiales y freáticas, si no se procede con el debido control, pudiendo provocar problemas para la salud humana y para la calidad de ecosistemas acuáticos, principalmente.

Existe una amplia variedad de comunidades y plantas que se conocen por su carácter nitrófilo, aunque no se han encontrado referencias que justifiquen esta versión. Con frecuencia se trata de elementos vegetales que se asocian a antiguos cultivos, bordes de zonas agrícolas o de caminos, escombreras, etc. Se caracterizan por lo general por un elevado poder colonizador.

Agua

El agua es el principal recurso que limita la vida de las plantas en el conjunto del medio terrestre. Se ha comprobado que la cantidad total de biomasa y la producción primaria son proporcionales a la disponibilidad de agua cuando ésta actúa como factor limitante, que es en una gran parte de los casos. La distribución biogeográfica de las plantas, las pautas de distribución de las distintas comunidades en el paisaje y muchos rasgos y síndromes de las plantas están determinados por la disponibilidad total de agua o sus variaciones estacionales (Terradas, 2001). Como ya

se ha indicado, en ecosistemas mediterráneos, y especialmente en zonas áridas y semiáridas, las limitaciones hídricas ejercen un papel trascendental.

El crecimiento de las plantas requiere agua, en primer lugar para el proceso de la fotosíntesis. El mantenimiento del equilibrio térmico y de todo proceso respiratorio supone un desprendimiento continuado de agua, a lo que hay que añadir la transpiración, como proceso que implica unas importantes pérdidas. Las raíces de la mayoría de las plantas toman el agua de la zona insaturada, ya que para respirar requieren un adecuado suministro de oxígeno del aire. Las comunidades vegetales hidrófilas son aquellas que están adaptadas a poder vivir en condiciones con elevados contenidos de agua.

Además de la cantidad total de agua que un suelo posee, interesa conocer su estado energético, ya que de él depende la disponibilidad de agua para las plantas. Los suelos con igual contenido de agua no siempre dan respuestas análogas por parte de una misma planta. Los procesos en el sistema suelo-agua-planta vienen determinados por la energía potencial, considerando que los efectos debidos a los cambios de temperatura son despreciables.

La cantidad de agua que tiene el suelo, debe expresarse en función de la fuerza a que es retenida, ya que su comportamiento será distinto dependiendo de las fuerzas de retención a que se encuentre sometida. Efectivamente si la mayor parte del agua está débilmente retenida ésta se podrá mover y será asimilable para las plantas, mientras que si toda el agua está fuertemente retenida, carecerá de movilidad y será un agua inútil para las plantas.

El término **capacidad de campo** se emplea para hacer alusión a la cantidad de agua que puede tener un suelo cuando se pierde el agua gravitacional de flujo rápido, después de pasados unos dos días de las lluvias (se habrá perdido también algo de agua por evaporación). La fuerza de retención del agua variará para cada suelo, pero se admite generalmente una fuerza de succión de 33 kPa o $pF=2,5$ y corresponde a poros <30 micras (para algunos suelos el pF de 1,8 es más representativo). **El punto de marchitamiento** representa cuando el suelo se deseca a un nivel tal que el agua que queda está retenida con una fuerza de succión mayor que las de absorción de las raíces de las plantas. Es el agua que queda a una presión de 1.500 kPa o $pF=4,2$. El agua contenida corresponde al agua higroscópica más el agua capilar no absorbible. La diferencia entre el agua retenida a 33 kPa y 1.500 kPa, representa el **agua útil** para las plantas, aunque en zonas salinas puede variar debido al potencial osmótico.

Materia orgánica

La materia orgánica del suelo tiene una notable incidencia sobre propiedades físicas (estructura, porosidad, aireación, movimiento del agua en el suelo, capacidad de retención de agua disponible para las plantas, etc.), químicas (procesos de intercambio iónico, formación de complejos organominerales, capacidad tampón frente a cambios de pH,...), biológicas (es fuente de macronutrientes, contiene reguladores

del crecimiento de las plantas, crea efectos antibióticos frente a organismos patógenos, etc) y da lugar a múltiples interacciones (condiciona el funcionamiento biogeoquímico de los ecosistemas, aumenta y permite definir la calidad de un suelo, mejora la capacidad de los suelos para soportar la producción de alimentos y biomasa, etc.).

En zonas semiáridas y áridas el contenido en materia orgánica del suelo es muy reducido. En estos ambientes el escaso desarrollo de la vegetación aporta bajos niveles de materia orgánica. Por otra parte, con la puesta en cultivo y el laboreo se pierde materia orgánica, ya sea por menores aportes de materia orgánica al suelo, por pérdida por erosión o por una mayor entrada de oxígeno al labrar (Porta *et al.*, 2003), que provoca un incremento del proceso de mineralización. Las zonas estudiadas, por tanto, se caracterizarán por un escaso contenido en materia orgánica, aunque el cese o disminución del laboreo puede incrementar, en cierto modo, su contenido.

3.1.4. BREVE RESUMEN Y OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

El principal objetivo perseguido en este capítulo es estudiar las variables edáficas que determinan el desarrollo y la composición de la vegetación en los cultivos abandonados del territorio. Por otra parte, se pretende completar el estudio de la vegetación y flora de estos espacios mediante un análisis cuantitativo y comprobar si, efectivamente, las comunidades vegetales identificadas mediante el método fitosociológico constituían grupos homogéneos y significativamente diferentes entre sí, desde este otro punto de vista. El estudio trata, además, de definir los parámetros edáficos que caracterizan a cada formación.

Como base para el estudio cuantitativo se llevaron a cabo muestreos florísticos de cada asociación y de cada parcela estudiada se obtuvieron muestras de suelos en las que se analizaron diversos parámetros edáficos. Los datos obtenidos permitieron caracterizar desde una perspectiva cuantitativa las formaciones vegetales identificadas, tanto en relación a sus características florísticas como edáficas. Entre las herramientas estadísticas empleadas en el tratamiento de los datos para conseguir los objetivos planteados destacan las de análisis de gradiente, que como indican Escudero *et al.* (1994) son útiles para caracterizar ecológicamente unidades de vegetación, además de ser valiosas herramientas de clasificación. Entre las técnicas que se incluyen en este grupo, se realizaron análisis de “clusters” o conglomerados para clasificar los datos florísticos. También se realizaron análisis de ordenación con datos de flora (DCA), y de ordenación forzada (CCA), que permitió analizar conjuntamente datos de vegetación y de variables ambientales. Este último tipo de análisis permitió identificar los parámetros ambientales que justifican las diferencias en las características de la vegetación. Por otra parte, los datos obtenidos por comunidades (tanto florísticos como edáficos) se sometieron a análisis de la varianza, con el objetivo de contrastar diferencias entre las medias. Estos análisis se completaron con análisis de correlación entre las variables medidas. Mediante el proceso que se ha resumido se analizaron en profundidad las principales relaciones

que se establecen entre los suelos agrícolas abandonados y la vegetación que en ellos se establece. Asimismo, de los resultados obtenidos en este estudio se pretendía obtener información útil para la gestión de estas tierras. Entre otros resultados interesantes para la planificación del territorio se logró identificar qué tipo de parcelas abandonadas presentan limitaciones edáficas para el desarrollo de la actividad agraria.

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

- Caracterizar de forma cuantitativa los distintos tipos de parcelas agrícolas abandonados en función de las características de su vegetación y de sus suelos.
- Confirmar la solidez de los grupos de vegetación diferenciados en el estudio fitosociológico, en base a análisis de ordenación y clasificación.
- Estudiar las relaciones entre variables ambientales (edáficas) y variables biológicas (de la vegetación) en ambientes agrarios abandonados.
- Identificar cuales son los principales factores que justifican las diferencias halladas en la vegetación que se instala tras el abandono de cultivos en el territorio.
- Obtener resultados útiles para la gestión de este territorio, entre otros reconocer posibles factores limitantes para la actividad agrícola.

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. MUESTREO DE VEGETACIÓN

Con el objetivo de identificar qué parámetros edáficos son los que determinan que se establezcan unas comunidades u otras en las antiguas tierras de cultivo se realizaron 5 muestreos completamente al azar de cada una de las 7 formaciones vegetales previamente diferenciadas, excepto de las asociaciones *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* y *Atriplici-Suaedetum verae*, para las que se hicieron 6. Aunque de *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* también se llevaron a cabo 5 muestreos hubo que descartar uno de ellos, ya que se detectaron diversas anomalías en los resultados de los análisis de suelos. Se obtuvieron, por tanto, un total de 36 muestras para su análisis. Los datos se recogieron durante el segundo semestre de 2003.

Ya que el uso de la tierra puede tener una incidencia significativa en la evolución de la vegetación (Pausas, 1999; Bonet, 2004), todas las parcelas seleccionadas fueron, en su tiempo, antiguos cultivos de cereal que, por otra parte, son las áreas abandonadas más frecuentes en el territorio. Todos los puntos de muestreo se situaron en espacios de pendiente nula o muy reducida y abandonados. Cabe resaltar que las condiciones termopluviométricas son similares en toda la zona. Por otra parte, como se ha destacado en anteriores secciones de esta memoria, otras características relacionadas con la distribución de la vegetación como la biogeografía, el termotipo y el ombrotipo se mantienen asimismo constantes en el área de estudio.

La superficie de muestreo seleccionada fue de 25 m² en parcelas de 5 x 5 m. Bullock (1996) y Chalmers y Parker (1989) exponen que los tamaños usados más frecuentemente para muestrear matorrales leñosos arbustivos y subarbustivos oscila entre 25 y 100 m². Ya que las formaciones vegetales a muestrear eran matorrales subarbustivos se decidió emplear como área de muestreo 25 m².

En cada parcela se registraron **datos florísticos**. Se midió tanto el número de individuos de cada especie (abundancia) como la cobertura aportada por cada taxón, computando fanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos gramínoideos y geófitos. El estudio se ha centrado en este tipo de especies por ser las especies perennes las que proporcionan mayor cobertura y, por tanto, mejores posibilidades de protección al suelo, y por la clara tendencia que muestran a sustituir a las especies terofíticas, (Sánchez López, 1995; Debussche *et al.*, 1996; Navarro, 2001; Bonet, 2004; Bonet y Pausas, 2004; Navarro *et al.*, 2006), y constituir formaciones más o menos estables susceptibles de ser gestionadas, como se ha planteado para otras zonas semiáridas de clima Mediterráneo (Leishman y Westoby, 1992; Bonet, 2004). La medida de la cobertura se realizó a partir de transectos lineales de 20 metros de longitud, en los que se registró la cobertura de cada especie, (estimada como la suma de la proyección horizontal aportada por cada individuo, en cm).

La determinación florística se realizó a partir de *Flora Iberica* (Castroviejo *et al.*, 1986-2007), *Flora Europaea* (Tutin *et al.*, 1964-1980) y *Flora de Andalucía Occidental* (Valdés *et al.*, 1987).

3.2.2. VARIABLES FLORÍSTICAS

A partir de los datos de flora medidos en campo en cada parcela, que como se ha indicado fueron nº de individuos de cada especie o abundancia y cobertura aportada por cada taxón (en cm), pudieron obtenerse otro tipo de datos e índices florísticos para cada parcela muestreada. Los siguientes parámetros florísticos se estimaron a partir de los datos registrados en campo:

- Riqueza de especies: número total de especies.
- Abundancia por especies: número de individuos de cada especie.
- Abundancia total: número total de individuos.
- Cobertura por especies (%): porcentaje de cobertura aportada por cada especie (estimada a través de los 20 metros lineales de transecto).
- Cobertura total (%): porcentaje de cobertura aportada por todas las especies de la parcela. Este porcentaje en algunos casos superó el 100%, en parcelas de elevada cobertura de vegetación donde las especies se solapan en el espacio.
- Índices de diversidad de especies. Se empleó el índice de Margalef y el índice de Shannon-Weaver.

Las medidas de diversidad además de la riqueza de especies tienen en cuenta la proporción en que éstas están representadas, es decir la uniformidad que indica la medida en que las especies son abundantes. Así, aunque dos muestras posean igual número de especies e individuos, la mayor uniformidad de una muestra la hace más diversa. Existe una amplia variedad de índices, la diferencia entre ellos, por lo general, subyace en el peso relativo que dan a la uniformidad y a la riqueza. Margalef (1962) propuso un índice sencillo pero bastante bueno para su cálculo:

$$D=(S-1)/\ln N$$

Donde S es la riqueza de especies y N el número total de individuos (se resta 1 en el numerador porque, de este modo, el valor de la diversidad cuando sólo hay una especie es 0)

Por razones prácticas, como señala Terradas (2001), tuvieron luego más éxito otras fórmulas para calcular la diversidad, especialmente la propuesta por Shannon y Weaver (1963), teóricos de la comunicación:

$$H' = -\sum_{i=1}^{i=S} p_i \log_2 p_i$$

Donde $p_i = N_i/N$, S es el número de especies presentes, p_i la probabilidad de encontrar un individuo de la especie i y H' la medida en bits de la diversidad. La diversidad obtenida con dos especies equiprobables es un bit, que equivale al $\log_2 2$.

Para estimar la diversidad de las parcelas muestreadas se optó por emplear estos dos índices, como se ha indicado.

Todas las variables florísticas expuestas (tanto las registradas directamente en campo como las derivadas de ellos) se emplearon para los análisis estadísticos. Además de los datos por parcelas se calcularon los valores medios de cada comunidad (y su error estándar correspondiente) que, como se especifica más adelante, se emplean en algunos tipos de análisis.

3.2.3. MUESTREO DE SUELOS

Dentro de cada una de las parcelas estudiadas se tomó una muestra de **suelo** de los 30 primeros cm. En el laboratorio se analizaron diversos parámetros que ejercen una incidencia directa en la distribución de la vegetación: pH, conductividad eléctrica, humedad (medidas directas, e indirectas a partir del agua extraída a 33 kPa y a 1500 kPa), yeso (%), CaCO_3 (%), gravas (%), así como concentración de diversos iones (medidos todos en meq/l): Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- y NO_2^- .

Las medidas directas de contenido de **humedad del suelo** se realizaron por el método gravimétrico (Soil Conservation Service, 1972). Con el objetivo de llevar a cabo esta estimación, se realizaron dos campañas de muestreo, una al final de la primavera (junio), tras un periodo de lluvias, y otro a finales del verano (en los últimos días de agosto), tras dos meses sin precipitaciones. Las medidas en campo se realizaron en dos días consecutivos y de tiempo estable, para evitar posibles interferencias meteorológicas. En cada una de las parcelas estudiadas se seleccionaron al azar 3 puntos, donde, mediante una barrena de media caña, se extrajo suelo de los 30 cm superficiales. La muestra se dividió en tres partes, una de los primeros 10 cm, otra de los 10 a los 20 cm y otra de los 20 a los 30 cm, que se pesaron en campo con una balanza digital de precisión (de sensibilidad 0,01 g).

Posteriormente las muestras se llevaron a laboratorio para ser secadas en estufa, durante 24 horas a 105°C, trascurrido ese tiempo se expusieron a temperatura ambiente hasta que se estabilizaron, para volver a ser pesadas con la misma balanza. La pérdida de masa debido al secado se considera que está constituida por agua, el contenido de agua (w) se calcula como la relación a partir de la masa de agua (mw) y de la masa de la muestra seca (ms).

$$W = (mw/ms) * 100$$

Para cada parcela se calculó el valor medio de los tres puntos muestreados en cada intervalo de profundidad. De cada área de muestreo se obtuvieron, por tanto, 6 valores de humedad, 3 correspondientes al mes de junio, de los tres intervalos de profundidad (Humj 10, Humj 20, Humj 30) y otros 3 de agosto (Huma 10, Huma 20, Huma 30).



Fig. 3. 1. Imágenes tomadas durante el proceso de muestreo de vegetación y suelos en campo.

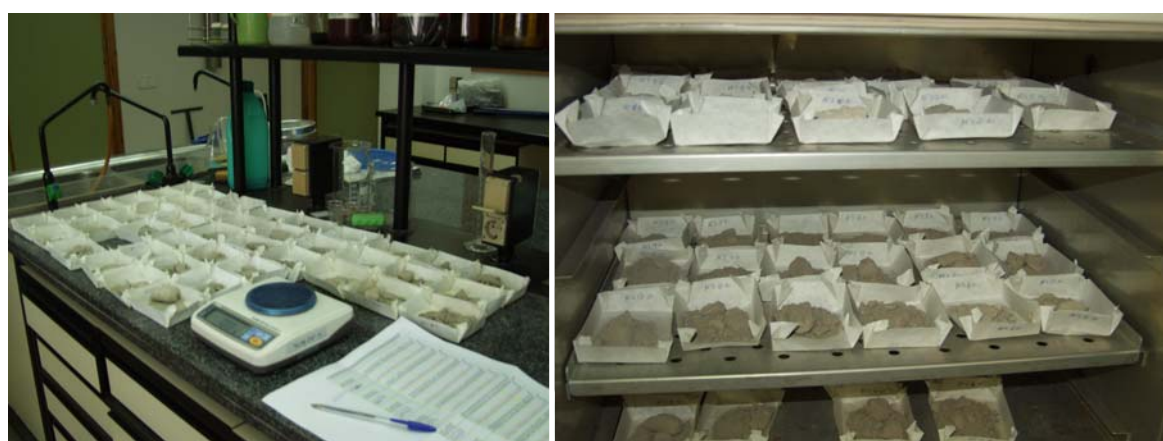


Fig. 3. 2. Imágenes del proceso de medida de humedad (método gravimétrico) durante la fase de laboratorio.

3.2.4. VARIABLES EDÁFICAS

El pH se midió potenciométricamente en una suspensión suelo:agua de 1:2.5. El contenido en carbonato cálcico (CaCO_3 equivalente) se calculó por el método de Barahona *et al.* (1984). El agua útil se estableció por la diferencia entre el contenido de humedad a capacidad de campo extraída en una placa de presión a 33-kPa y la humedad en el punto de marchitamiento medida a 1500-kPa (Cassel y Nielsen, 1986). La conductividad eléctrica se determinó en el extracto de saturación a 25 °C (US Salinity Laboratory Staff, 1954). En el extracto obtenido se determinaron calcio y magnesio (medidos por espectrofotometría de absorción atómica) y sodio y potasio (medidos por fotometría de llama). Los aniones fueron analizados por cromatografía líquida utilizando un equipo Dionex DS120. La determinación de yeso soluble se realizó por precipitación con acetona (Bower y Huss, 1948).

3.2.5. ANÁLISIS DE DATOS

3.2.5.1. Análisis de la varianza

Se empleó el análisis de la varianza de un factor o una vía (ANOVA) en un diseño completamente aleatorizado (Tejedor, 1999), para proceder a la comparación entre los datos florísticos y edáficos medios (variables dependientes) en relación a los tipos de comunidades estudiadas (variable independiente). El programa informático utilizado para ello fue STATISTIX 8.0.

Las variables florísticas contrastadas fueron: riqueza de especies, abundancia, cobertura, índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de diversidad de Margalef. Las variables edáficas de partida fueron % de gravas, pH, CaCO_3 , CE, yeso, agua retenida a 33 kPa (H1/3), y a 1.500 kPa (H15), Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- y NO_2^- , suma de aniones, suma de cationes, humedad en campo medida en el mes de julio de 0-10 cm de profundidad (Humj10), de 10-20 cm (Humj20) y de 20-30 cm (Humj30), humedad en campo medida en el mes de agosto de 0-10 cm de profundidad (Huma10), de 10-20 cm (Huma20) y de 20-30 cm (Huma30). La variable dependiente (tipo de comunidad) tomó siete niveles o tratamientos: *Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* (SA), *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* (AA), *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae* (HA), *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* (AF), *Atriplicetum glauco-halimi* (AH), *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* (AS), *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* (CS).

Tanto los datos florísticos como edáficos se sometieron en primer lugar al test de normalidad de Shappiro-Wilk (Shappiro y Wilk, 1965). Las variables que cumplieron el test de normalidad se sometieron a un test de homogeneidad de la varianza (homocedasticidad), que en nuestro caso fue el test de Bartlett (Bartlett, 1947, 1965). Las diferencias entre pares de medias se contrastaron con el test de comparaciones múltiples de la mínima diferencia significativa (DMS). Para satisfacer las presunciones de ANOVA, (distribución normal y homogeneidad de la varianza), las variables

dependientes que no superaron los test anteriores se transformaron, concretamente para los parámetros H15, Huma10, Humj10, Humj30, Huma20, Humj20.

Las variables que ni siquiera transformadas cumplieron los requisitos del ANOVA se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (Tejedor, 1999).

3.2.5.2. Análisis multivariante

El análisis multivariante incluye una serie de técnicas estadísticas que estudian el conjunto de relaciones entre numerosas variables en datos que presentan intercorrelaciones. En este estudio se emplean dos tipos de técnicas, por un lado de clasificación jerárquica (análisis de conglomerados o de “clusters”), y por otro de ordenación (DCA y CCA).

3.2.5.2.1. Análisis de conglomerados o “clusters” (AC)

El análisis de conglomerados o análisis de “clusters” engloba un conjunto de métodos y técnicas estadísticas que permiten describir y reconocer diferentes agrupaciones que subyacen en un conjunto de datos, es decir, permiten clasificar o dividir en grupos más o menos homogéneos un conjunto de individuos que están definidos por diferentes variables (Hernández, 2001). La agrupación se basa en su semejanza en una serie de características o atributos. Se trata de un procedimiento que comienza con un conjunto de datos que contienen información sobre una serie de objetos o unidades de análisis e intenta reorganizar estos objetos en un número reducido de grupos, formados por objetos relativamente homogéneos. Para ello clasifican las unidades de análisis de forma que cada unidad sea lo más similar posible con respecto a las que están en el mismo conglomerado con relación a algún criterio de selección. Los conglomerados resultantes del proceso de análisis mostrarán alta homogeneidad interna (intra-conglomerado) y alta heterogeneidad externa (entre conglomerados) (Martínez Arias, 1999).

En nuestro caso, los datos florísticos de cada parcela muestreada, tanto de abundancia como de cobertura (%) se sometieron a técnicas de agrupación y clasificación con el objetivo de tener una idea de cuáles eran las muestras que estaban más relacionados y cómo de diferentes eran unos grupos respecto a otros. Este tipo de análisis podía resultar de utilidad para comprobar si en las parcelas muestreadas se reconocían los 7 tipos de comunidades identificadas mediante la metodología fitosociológica. Los análisis de conglomerados se realizaron empleando el método de Ward o de la mínima varianza (Ward, 1963) y la distancia euclídea.

El análisis seleccionado sigue un proceso jerárquico de aglomeración, en el que cualquier grupo está formado por la unión del grupo del escalón inmediato inferior y de la unidad o grupo de unidades que se encuentren a menor distancia de éste. Se seleccionó el método de Ward, que se basa en un algoritmo que emplea una

aproximación al análisis de varianza para evaluar las distancias entre los grupos, procurando minimizar la suma de los cuadrados de un par de “clusters” hipotéticos que pueden ser formados en cada paso. Se trata de un método que, a pesar de que tiende a crear grupos más crispados (con bajo índice de encadenamiento), en general es considerado como muy eficiente para clasificar comunidades vegetales (Mota, 2001a). Se empleó la distancia euclídea como criterio, ya que es muy utilizada en ecología y está considerada como la más indicada para este tipo de análisis (Podani, 1994; Waite, 2000). El programa informático empleado para efectuar estos análisis fue STATISTICA 6.0.

3.2.5.2.2. Análisis de gradiente

Los datos se analizaron, además, mediante otros tipos de análisis multivariantes usando CANOCO for Windows 4.0 (ter Braak y Šmilauer, 1998). Se emplearon dos tipos de procedimientos, análisis de correspondencias corregido o DCA (Detrended Correspondence Analysis), mediante el que se ordenaron los datos florísticos, reforzando la clasificación realizada con el análisis de “clusters” y comprobando la variación florística entre los distintos grupos. En una segunda fase se llevó a cabo un análisis de correspondencias canónicas o CCA (Canonical Correspondence Analysis) o que permitió estudiar las relaciones entre las variables florísticas y las variables ambientales o ecológicas (en este caso edáficas).

El DCA es una técnica de análisis de gradiente indirecta, mediante la que pueden analizarse datos florísticos, se han empleado tanto datos de abundancia como de cobertura de las especies. En el diagrama de ordenación resultante (biplot), los puntos de muestreo que son similares en cuanto a estructura o composición de la vegetación aparecen más próximos. Por otra parte, como indica ter Braak (1986) se muestra como una técnica eficiente para extraer uno o más ejes de ordenación que pueden ser interpretados como hipotéticos gradientes ambientales y que pueden ser posteriormente explicados en términos de medidas ambientales, en una segunda fase del análisis.

El CCA, por su parte, es una técnica de análisis de gradiente directa, que identifica una base ecológica para la ordenación de las comunidades, detectando los patrones de variación en la composición o estructura de la comunidad que pueden ser explicados mejor por las variables ambientales. En el diagrama de ordenación resultante, las especies y las muestras son representadas por puntos y las variables ambientales se simbolizan por vectores que apuntan en la dirección de la máxima variación, con su longitud proporcional al rango de cambio (ter Braak, 1986). La longitud de la flecha revela, por tanto, la importancia de la variable frente a la estructura florística de la comunidad. Las correlaciones entre los parámetros edáficos se representan gráficamente, de manera que un ángulo menor implica una mayor relación (Lepš y Šmilauer, 2003). El diagrama de ordenación generado visualiza, además del patrón de variación de la comunidad, las principales características de la distribución de las especies a lo largo de las variables ambientales (ter Braak, 1987).

Ter Braak (1986) indica que el CCA puede ser usado fructíferamente con el DCA. Si la solución de ambos análisis no difiere mucho se deduce que las variables ambientales medidas pueden justificar la principal variación de los datos de especies, por lo que se ha optado por aplicar las dos técnicas.

Para llevar a cabo ambos tipos de análisis de correspondencias se emplearon los datos tomados en cada parcela muestreada. Respecto a las variables florísticas, se preparó una matriz de datos de abundancia de cada especie (nº de individuos) y otra de cobertura (%). Para las variables ambientales (datos edáficos), se preparó una matriz con los datos obtenidos: contenido en gravas (%), conductividad eléctrica (dS m^{-1} a 25°C), contenido en yeso (%), concentración de iones Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , y NO_2^- (meq/l), agua retenida a 33 y 1.500 kPa y humedad del horizonte superficial (30 cm), por intervalos de profundidad (g de agua), Humj 10, Humj 20, Humj 30, Huma10, Huma 20 y Huma 30. No se incluyeron en esta matriz las variables para las que no se identificaron diferencias significativas entre comunidades (pH, contenido de CaCO_3 y de NO_3^-).

Antes de llevar a cabo los análisis, los datos de los parámetros edáficos medidos se estandarizaron mediante el programa STATGRAPHIC Plus 4.0. Los análisis de correspondencias se realizaron por duplicado ya que, como se ha indicado, se emplearon dos tipos de datos florísticos (abundancia y cobertura).

En primer lugar, los datos de vegetación, tanto de abundancia como de cobertura, se analizaron por DCA. Los resultados de los DCA mostraron que la longitud de gradiente era superior a 4 por lo que el CCA es un método de ordenación apropiado para llevar a cabo el análisis de gradiente directo (ter Braak y Prentice, 1988; ter Braak y Šmilauer, 2002; Lepš y Šmilauer, 2003).

Las ordenaciones se realizaron transformando los datos florísticos (transformación logarítmica) y quitando peso a las especies raras (ter Braak y Šmilauer, 2002; Lepš y Šmilauer, 2003). Se seleccionó la opción corregido por segmentos, con el objetivo de hallar los modelos lineales o unimodales de la relación a través de la longitud de gradiente detectada (Jongman *et al.*, 1987). Otras opciones seleccionadas para el análisis de correspondencias canónicas fueron "*Focus scaling on: Inter-sample distances*", "*Scaling type: biplot scaling (L ^a)*".

En una primera fase del CCA se realizó un análisis parcial, para dilucidar qué variables ambientales justificaban de forma estadísticamente significativa, la mayor variación en la composición y estructura de las comunidades. Con esas variables, se procedió a finalizar el CCA. El análisis de correspondencias canónico (CCA) permitió ordenar los datos de vegetación (tanto de abundancia como de cobertura de especies) de las 36 muestras, frente a las variables ambientales seleccionadas, en este caso edáficas. La significación estadística de la relación entre los datos florísticos y las variables ambientales se contrastó a través del test de Monte Carlo (ter Braak y Verdonschot, 1995), con un nivel de significación del 0,05%.

Para una mejor identificación de las variables edáficas que justifican las diferencias encontradas entre las comunidades, los análisis de correspondencias canónicas se repitieron de forma separada para dos grandes conjuntos de puntos de muestreo reconocidos en el primer análisis. Uno de estos grupos incluía las muestras de las asociaciones CS, AS, AH y AF, el otro englobaba a las de las asociaciones AA, SA y HA. Los análisis se efectuaron siguiendo las etapas y metodología descrita, pero a partir de las matrices de datos correspondientes a las muestras integradas en cada grupo y, en este caso, sin quitar peso a especies raras.

3.2.5.3. Análisis de correlación

Se realizaron análisis de correlación entre todas las variables medidas, empleando el coeficiente de correlación de Spearman, detectándose así las correlaciones significativas ($p < 0,05$) existentes entre las distintas variables florísticas, entre las variables ambientales edáficas, así como entre ambos grupos (variables florísticas con edáficas). Del mismo modo se analizaron las correlaciones existentes entre las variables edáficas y las especies identificadas en las parcelas de muestreo, con el objetivo de estudiar qué características de los suelos de antiguos cultivos agrícolas favorecen la presencia de determinadas especies.

3.3. RESULTADOS

3.3.1. CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE CULTIVOS ABANDONADOS

Los resultados del análisis de conglomerados o “clusters” realizados a partir de los datos de abundancia y de cobertura de especies se presentan en los dendrogramas de la figura 3.3. En ambos casos se reconocen los grupos o comunidades identificadas en el estudio fitosociológico, aunque cabe resaltar que en el análisis realizado a partir de los datos de cobertura todos los grupos quedan mejor definidos.

En el dendrograma elaborado empleando los datos de abundancia (fig 3.3.A) se detecta que la mayor parte de las muestras se agrupan junto al resto de parcelas que representan a la misma comunidad vegetal. El grupo constituido por las muestras AF2, AF3, AF4 y AF5 se separa notoriamente del resto. Dentro de un segundo grupo se engloban las demás muestras, y dentro de éste se reconocen, a diferentes distancias, 6 conglomerados que corresponden a distintas comunidades. En éste grupo las muestras de AA quedan agrupadas en primer lugar, posee más especies exclusivas que las 5 comunidades restantes entre sí. Las parcelas de AH y HA presentan más similitudes que el resto, compartiendo algunas especies. Éstas a su vez, se agrupan con las muestras de CS y a SA, y todas con las de AS. No obstante, las muestras de la comunidad SA constituyen el grupo menos compacto de las comunidades estudiadas, según las opciones de análisis seleccionadas para los datos de abundancia.

Los resultados gráficos del análisis de conglomerados a partir de los datos de cobertura agrupan de forma evidente las muestras según las asociaciones previamente reconocidas, a diferentes niveles de similaridad o distancia. Destaca el grupo constituido por las muestras CS1 a CS5, que es el que más difiere en cuanto a la cobertura y a las especies que constituyen esa cobertura. También las muestras de AH se diferencian más que AF, SA, AA, AS y HA entre sí. Resultan más próximos, más similares, el conglomerado constituido por las muestras de SA y el formado por las de AF.

El análisis de “cluster” permite diferenciar, por tanto, 7 grupos de vegetación en las parcelas abandonadas muestreadas. Según el estudio fitosociológico estos grupos corresponderían a las asociaciones: *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* (AA), *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae* (HA), *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* (SA), *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* (AF), *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* (AS), *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* (CS) y *Atriplicetum glauco-halimi* (AH).

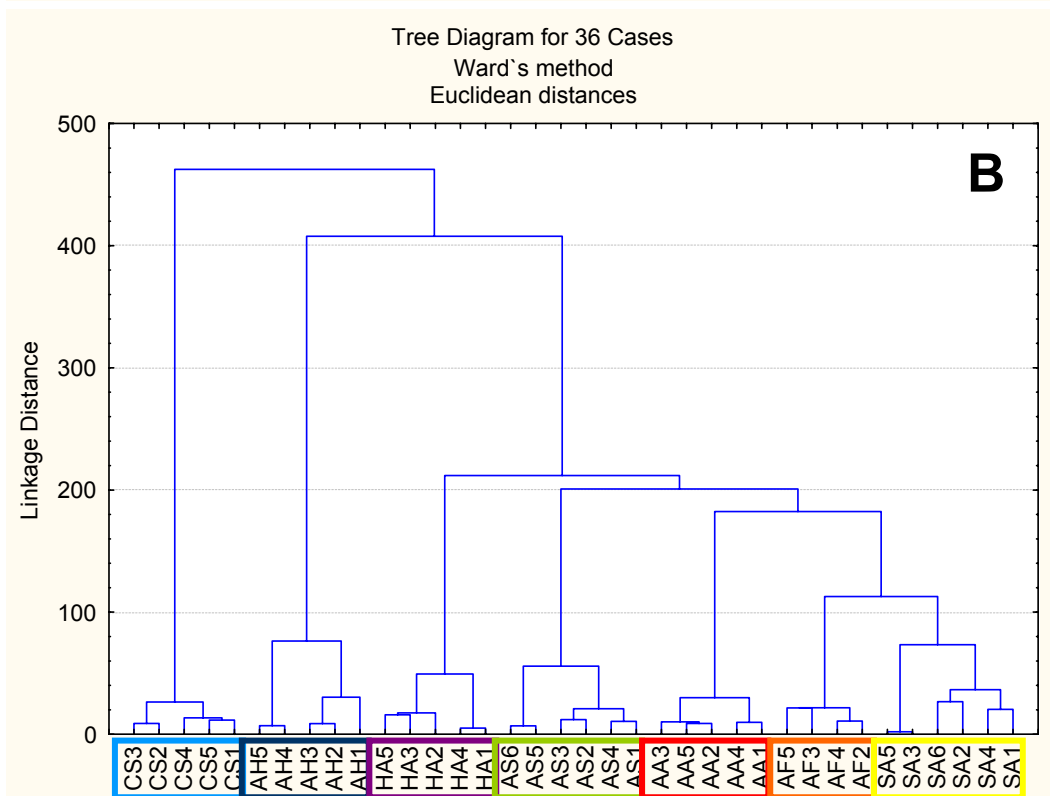
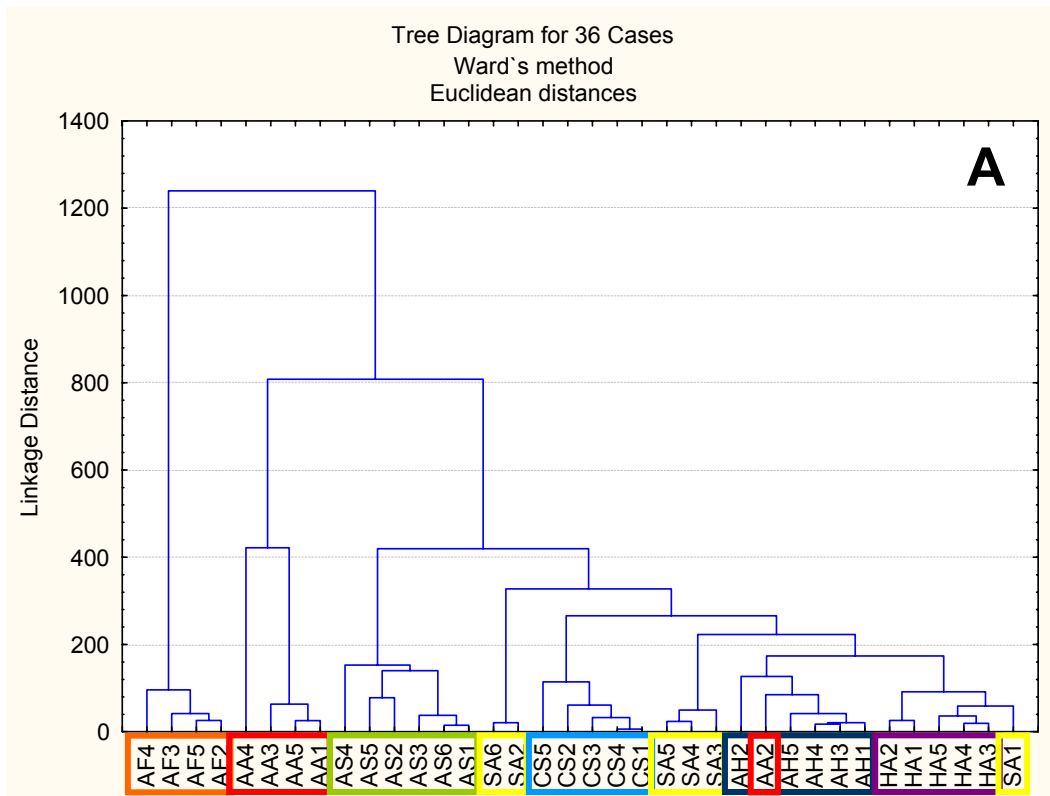


Figura 3.3. Dendrogramas de similitud florística de las muestras de vegetación de cultivos abandonados, obtenidos mediante el uso de la distancia euclídea y método de Ward, realizados a partir de datos de abundancia (fig. A) y de cobertura (fig. B.). Para el análisis de los datos de abundancia se descartó *Plantago albicans* (especie de reducidas dimensiones que aporta una baja cobertura y una elevada abundancia en diversas comunidades, distorsionando los resultados).

3.3.2. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS

En las parcelas muestreadas se contabilizaron 7.022 individuos correspondientes a 37 especies distintas, entre nanofanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos gramínoideos y geófitos. Las especies que se encontraron en mayor número de parcelas fueron *Artemisia herba-alba* y *Suaeda vera* (fig. 3.4). Numerosos taxones se localizaron entre un 10 % y un 27% de las parcelas, entre ellas: *Atriplex glauca*, *Salsola vermiculata*, *Stipa lagascae*, *Plantago albicans*, *Hammada articulata*, *Frankenia thymifolia*, *Andryala ragusina* y *Sarcocornia fruticosa*. En el conjunto de muestras algunas especies presentaron una alta abundancia y, sin embargo, una escasa cobertura, es el caso de *Plantago albicans* y de *Frankenia thymifolia*. Ambas especies mostraron una elevada abundancia global (proporción de abundancia de una especie respecto a la abundancia del total de especies en todas las parcelas), seguidas de *Artemisia barrelieri*, *Suaeda vera* y *Artemisia herba-alba*. Entre las especies que mayor cobertura global aportaron (proporción de cobertura de una especie respecto a la cobertura aportada por el total de especies en todas las parcelas), destaca *Suaeda vera*, así como *Sarcocornia fruticosa* y *Atriplex halimus*, menos abundantes. El resto de las principales especies que caracterizan las comunidades estudiadas presentaron también una cobertura, respecto al global, superior al 6% (fig. 3.5). Un elevado número de especies se identificaron en pocas parcelas, en escaso número y aportando una reducida cobertura (*Gypsophila tomentosa*, *Lepidium subulatum*, *Astragalus clusianus*, *Koeleria vallesiana*, *Bupleurum frutescens*, etc.).

Desde una perspectiva fitosociológica, las especies que con mayor frecuencia se detectaron en las parcelas estudiadas son características de la Clase *Pegano-Salsoletea* (fig. 3.4). Corresponden igualmente a esta clase las especies que mayor cobertura ofrecen al suelo. *Sarcocornia fruticosa* y diversas especies del género *Limonium*, integrantes de la Clase *Sarcocornietea fruticosae*, también mostraron una representación destacada. Aunque diversas especies son características de otras clases, como *Rosmarinetaea officinalis*, éstas son poco abundantes y/o aportan una escasa cobertura.

Las familias que se hallan representadas con un mayor número de especies son compuestas, quenopodiáceas y gramíneas (fig 3.6). En sentido contrario destaca el reducido número de otros taxones correspondientes a la familia de las leguminosas, que suelen ser más frecuentes en catálogos florísticos de zonas próximas. Las especies que pertenecen a la familia *Chenopodiaceae* son, con diferencia, las que mayor porcentaje de superficie ocupaban en el total de muestras. Sin embargo, la familia *Compositae* registró mayor abundancia global, debido principalmente al elevado número de individuos del género *Artemisia*. Respecto a los tipos biológicos, solo se ha identificado en las parcelas estudiadas un nanofanerófito, *Atriplex halimus*. La mayor parte de los taxones registrados corresponden a caméfitos de escaso porte. Los terófitos no se han considerado en el estudio.

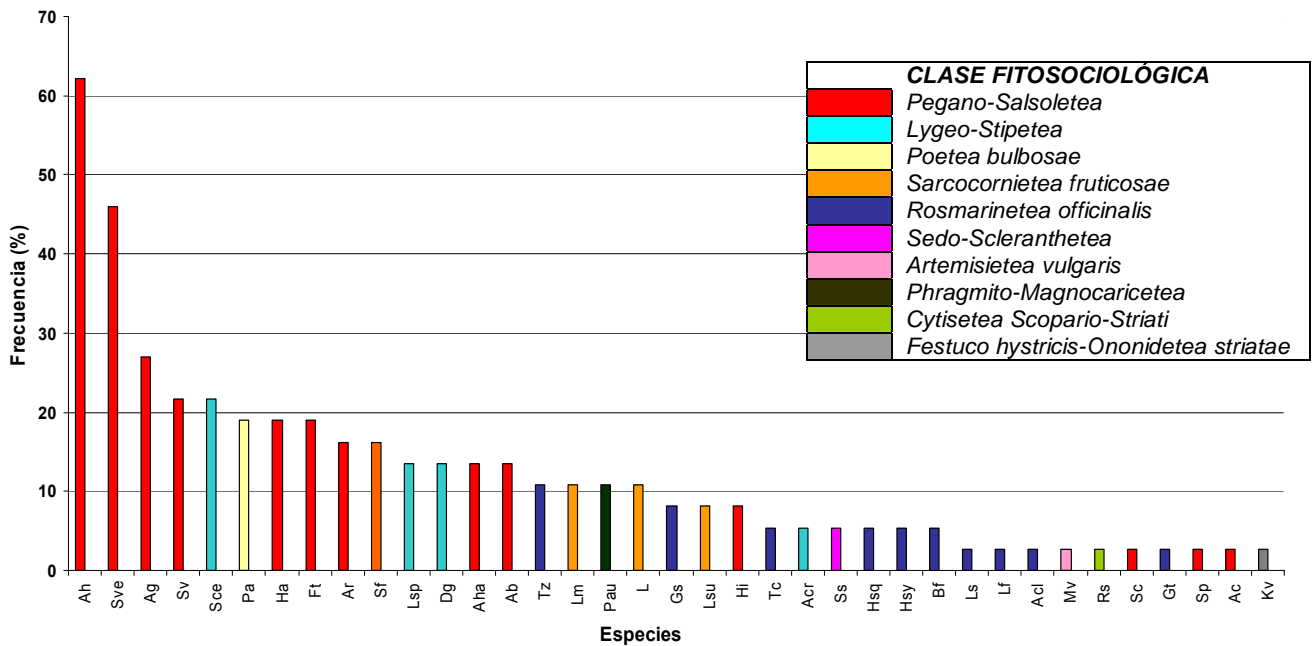


Figura 3.4. Frecuencia (%) de especies identificadas en las parcelas muestreadas. Diferentes colores en las barras indican que son características de distintas clases fitosociológicas (según leyenda).

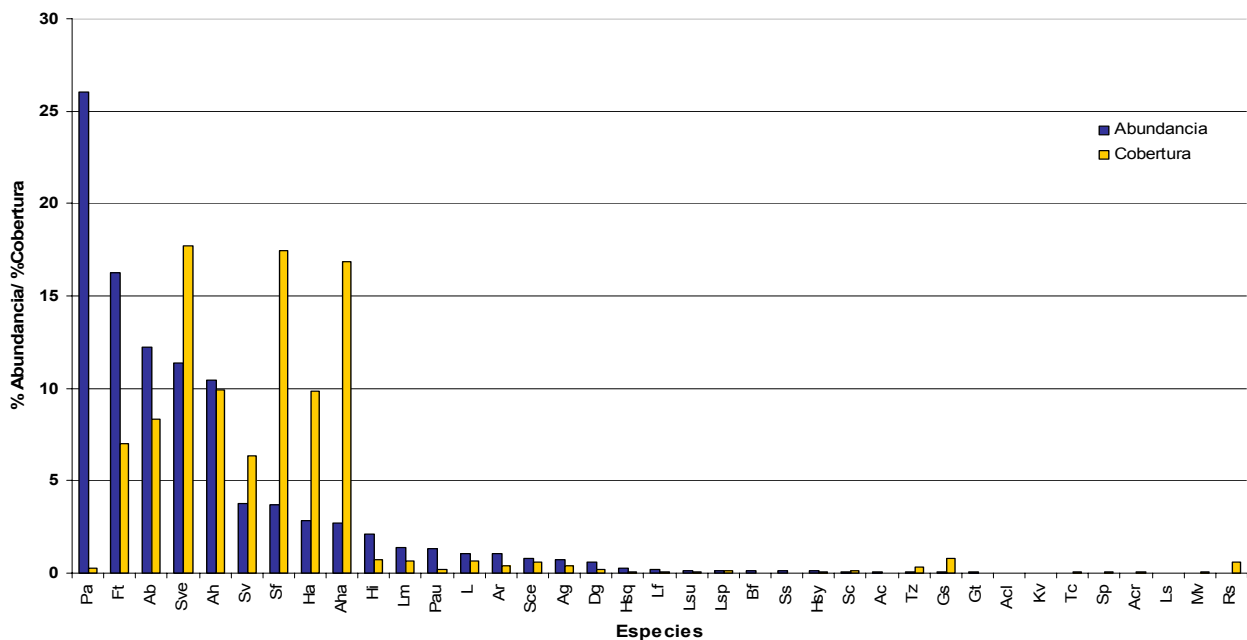


Figura 3.5. Porcentaje representado por cada especie de la abundancia global (proporción de abundancia de una especie respecto a la abundancia del total de especies en todas las parcelas) y de la cobertura global (proporción de cobertura de una especie respecto a la cobertura aportada por el total de especies en todas las parcelas).

Especies: Ab (*Artemisa barrelieri*), Ac (*Artemisia campestris*), Acl (*Astragalus clusianus*), Acr (*Allium chrysonemum*), Ah (*Artemisia herba-alba*), Ag (*Atriplex glauca*), Aha (*Atriplex halimus*), Ar (*Andryala ragusina*), Bf (*Bupleurum frutescens*), Dg (*Dactylis glomerata*), Ft (*Frankenia thymifolia*), Gs (*Gypsophila struthium*), Gt (*Gypsophila tomentosa*), Ha (*Hammada articulata*), Hi (*Helichrysum italicum*), Hsq (*Helianthemum squamatum*), Hsy (*Helianthemum syriacum*), Kv (*Koeleria vallesiana*), L (*Limonium sp.*), Lf (*Launea fragilis*), Lm (*Limonium majus*), Ls (*Lepidium subulatum*), Lsu (*Limonium supinum*), Lsp (*Lygeum spartum*), Mv (*Marrubium vulgare*), Pa (*Plantago albicans*), Pau (*Phragmites australis*), Rs (*Retama sphaerocarpa*), Sc (*Santolina canescens*), Sce (*Stipa lagascae*), Sf (*Sarcocornia fruticosa*), Sp (*Suaeda pruinosa*), Ss (*Sedum album*), Sv (*Salsola vermiculata*), Sve (*Suaeda vera*), Tc (*Teucrium capitatum* subsp. *gracillimum*), Tz (*Thymus zygis*).

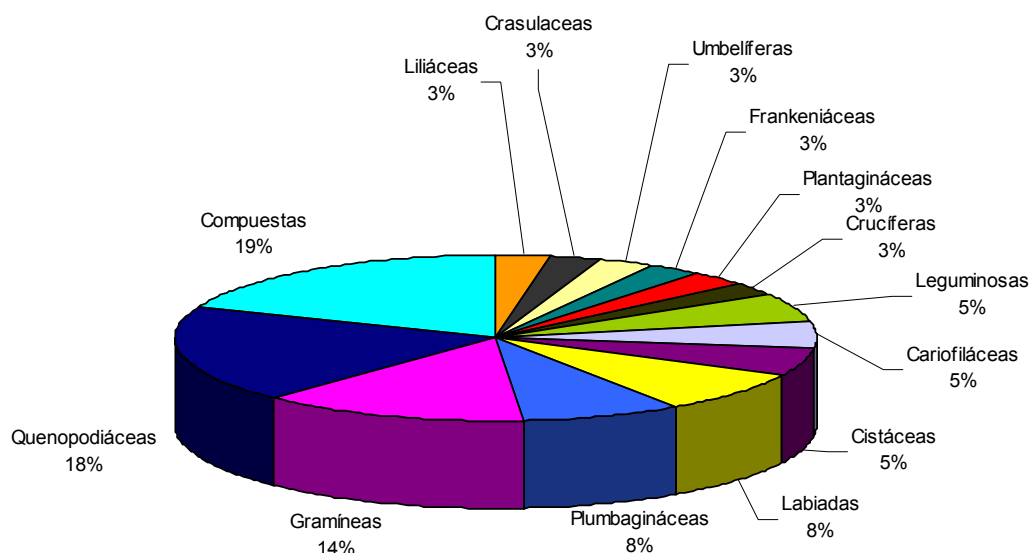


Figura 3.6. Proporción de especies correspondientes a cada familia en las parcelas muestreadas.

3.3.2.1. Características florísticas por comunidades

A continuación se describen las principales características florísticas de las comunidades identificadas en los cultivos abandonados del territorio, extraídas de un primer análisis de los datos de flora registrados en las parcelas. Se incluye, a veces, una comparación entre características de flora de distintos grupos. Para una mejor comprensión es interesante consultar la tabla 3.6 y la figura 3.9.

Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri F. Valle, Mota y Gómez Mercado 1987. (AA)

La especie dominante en esta comunidad es *Artemisia barrelieri*, tanto por el número medio de individuos por parcela (172 indiv.± 137,2), como por la cobertura que ofrece, un 35,58% (±9,00), siendo la cobertura total media de la vegetación en estas parcelas del 47,31% (±4,74). *Andryala ragusina* es otra de las especies características de la formación, siendo abundante en la mayoría de las zonas muestreadas.

Cabe resaltar el papel de otros taxones, como *Plantago albicans* (que, aunque no ofrece una cobertura destacada, se encuentra en un número elevado). Además de esta especie, otras como *Dactylis glomerata*, *Stipa lagascae* y *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, suelen aparecer junto a las que dan nombre a la asociación.

La riqueza de especies en la comunidad es significativamente superior que en el resto de formaciones y varía entre 7 y 8 sp./25m². También los valores de diversidad son relativamente elevados, en comparación con otras comunidades. La estimación media del índice de Margalef es 1,1 (±0,04). Según el índice de Shannon-Weaver la diversidad media es 1,07 (±0,82).



Figura 3.7. Aspecto de diversas comunidades en parcelas muestreadas. De arriba a abajo AA1, SA6 y HA4.

Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae (Br.-Bl. y O. Bolòs 1958) O. Bolòs 1967. (SA)

El promedio de la cobertura en las 6 parcelas muestreadas es del 40,25% ($\pm 4,23$), siendo SA1 la que mayor cobertura presenta con un 52,25%, mientras que en SA4 no llega al 24%. Las especies que mayor superficie ocupan son *Artemisia herba-alba* y *Salsola vermiculata*, que alternan la dominancia según las parcelas. La especie más abundante en el conjunto de muestras tomadas en los cultivos donde aparece esta comunidad es *Plantago albicans*, aunque ofrece una escasa cobertura y no se presenta en todas las parcelas estudiadas.

En las muestras correspondientes a esta asociación se ha hallado una riqueza de especies de $5,33(\pm 1,09)$, en 25 m^2 , existiendo importantes diferencias entre unas parcelas y otras. Contribuye a aumentar la media la muestra SA6, donde se identificaron 10 especies distintas. Los valores de diversidad son también reducidos, las parcelas de mayor diversidad son SA4 (donde el índice de Shannon-Weaver fue de 0,84) y SA6 (el índice de Margalef en este caso fue de 1,33), según ambas estimaciones es SA2 la parcela que menor diversidad presenta.

Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae Rigual 1972 corr. Alcaraz, P. Gómez, de la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991. (HA)

La cobertura media de esta formación es de 53,24% ($\pm 5,59$). Contribuye notoriamente a este porcentaje, con un 38,80% ($\pm 16,72$), *Hammada articulata*, que es la especie que predomina en la comunidad. En todas las parcelas muestreadas se encuentra acompañada por *Artemisia herba-alba*. Entre las especies acompañantes destaca, además, la presencia de *Plantago albicans*, *Stipa lagascae* y *Retama sphaerocarpa*.

La riqueza media de especies, en 25 m^2 , es de 4,2 ($\pm 0,58$), y los valores de diversidad oscilan entre 0,45 y 1,17 en la estimación ofrecida por la expresión de Margalef, o entre 0,17 y 1,14 según los resultados de la aplicación del índice de Shannon, siendo la parcela de mayor diversidad florística HA1 según ambos índices.

Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae Rivas-Martínez y Izco en Izco 1972. (AF)

La especie dominante de la comunidad es *Frankenia thymifolia*, se contabilizaron una media de 237,50 individuos/ 25 m^2 ($\pm 19,60$), que oscilan entre los 201 de AF3 y los 292 de AF4. Esta especie aporta una cobertura media del 29,65% ($\pm 4,41$), siendo la cobertura total media de la vegetación en las zonas muestreadas del 42,00% ($\pm 7,41$).

Destaca en esta formación el papel de *Atriplex glauca*, que se encuentra en las 4 parcelas, también el de *Artemisia herba-alba*, hallada en 3 de ellas. Dos especies del

género *Suaeda* (*Suaeda vera* y *Suaeda pruinosa*) son asimismo características de la comunidad.

El valor medio de la riqueza de especies es de 4,25 ($\pm 0,48$) taxones por parcela, bajo. Los valores de diversidad medios son menores que en el resto de las comunidades, oscilan entre 0,36 y 0,72 (Índice de Margalef), o entre 0,14 y 0,44 (Índice de Shannon-Weaver).

Atriplicetum glauco-halimi Rivas-Martínez y Alcaraz en Alcaraz 1984. (AH)

En las parcelas muestreadas de esta comunidad se han registrado los mayores valores de cobertura, el promedio es de 93,83% ($\pm 8,06$), presentando un mínimo de 73,7% y un máximo de 114,2%. La especie dominante es *Atriplex halimus*, una quenopodiácea de elevada talla que ofrece una cobertura media de 71,95% ($\pm 11,10$). *Atriplex glauca*, otra de las especies que da nombre a la comunidad, se localizó en diversas parcelas, aunque aportando una escasa cobertura. Tanto *Artemisia herba-alba* como *Suaeda vera* se encontraban en 4 de las 5 parcelas muestreadas, en un número destacable. *Phragmites australis* es otra de las especies características de la comunidad.

El promedio de la riqueza es de 5 ($\pm 0,32$) sp/25 m², (un valor similar a las comunidades anteriormente descritas). Asociado a este parámetro se halla el de la diversidad, cuyos valores son superiores a otras formaciones muestreadas ya que, aunque la riqueza de especies era también escasa, estas parcelas presentaban una mayor uniformidad. El índice de Margalef medio obtenido es de 0,98 ($\pm 0,1$). El promedio de la aplicación del índice de Shannon-Weaver es 1,21 ($\pm 0,05$).

Atriplici glaucae-Suaedetum verae O. Bolòs (1967). (AS)

La cobertura media que ofrecen las especies integrantes de esta comunidad es de 45,53% ($\pm 4,58$), siendo en la muestra AS6 donde mayores valores de cobertura se midieron (60,5%) y en el AS1 donde el valor fue inferior (28,25%). *Suaeda vera* es la especie más abundante, además de la que mayor cobertura ofrece. Son también características de esta asociación *Atriplex glauca* y *Artemisia herba-alba*. Cabe resaltar el papel de las especies del género *Limonium*, en estas parcelas se determinaron concretamente *Limonium majus* y *Limonium supinum*. También es frecuente *Frankenia thymifolia*, principalmente en la muestra AS4 donde se registraron 109 individuos, frente a 98 de *Suaeda vera* (que, sin embargo, ofrecía mayor cobertura).

En las áreas muestreadas de esta asociación se presentan los valores más bajos de riqueza de especies, entre 4 y 5, excepto en AS5 donde únicamente se localizó una especie (por lo que en este caso no se pudieron realizar cálculos de diversidad). Los valores de los índices de diversidad en el resto de parcelas oscilaron entre 0,55 y 0,83, según las estimaciones ofrecidas por el índice de Margalef, los

resultados de la aplicación del índice de Shannon-Weaver varían entre 0,56 y 1,10, siendo según ambos índices la vegetación más diversa en AS3.

Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002. (CS)

En las parcelas donde se presenta esta comunidad la vegetación alcanza una elevada cobertura, el valor medio estimado en las zonas muestreadas fue de un 92,51% ($\pm 4,89$). El 74,49% ($\pm 8,54$) de esta cobertura media es aportada por *Sarcocornia fruticosa*, que además es la especie más frecuente en la formación; su abundancia media es de 52,2 individuos por parcela ($\pm 6,61$).

Aunque la principal especie que caracteriza a los espacios colonizados por la asociación es *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera* también adquiere un papel importante, se han contabilizado un promedio de 26,8 individuos por área muestreada ($\pm 11,3$), que aportan una cobertura media del 13,03% ($\pm 4,77$). El género *Limonium* es frecuente en estas parcelas, también lo son otros taxones como *Phragmites australis* y *Artemisia herba-alba*.

La mayor riqueza se registró en CS5 (donde se identificaron 6 especies diferentes en 25 m²), en el otro extremo se encuentra CS1 (donde únicamente se reconocieron 2 taxones distintos). Los valores de diversidad son, según el índice de Margalef de 0,58 ($\pm 0,12$), y según el índice de Shannon 0,99 ($\pm 0,16$). Ambos índices indican que la parcela más diversa es CS5 y la de menor diversidad vegetal es CS1.

	COMUNIDADES							F	P
	SA	HA	AS	AH	CS	AF	AA		
Riqueza (n° sp/25m ²)	5,33 (1,09)	4,20 (0,58)	3,67 (0,56)	5,00 (0,31)	3,80 (0,66)	4,25 (0,48)	7,40 (0,24)	3,34	0,0126
Abundancia (n° indiv./25m ²)	254,83 (99,81)	143,40 (75,07)	146,50 (26,55)	76,60 (26,34)	116 (21,10)	262,25 (25,80)	381,00 (79,09)	4,34	0,0031
Cobertura (%)	40,25 (4,23)	53,24 (5,59)	45,52 (4,58)	93,83 (8,06)	92,51 (4,90)	42,00 (7,41)	47,31 (4,75)	10,4	0,0000
Diversidad Índice Margalef	0,79 (0,14)	0,70 (0,13)	0,67 (0,05)	0,98 (0,10)	0,58 (0,12)	0,58 (0,08)	1,10 (0,04)	3,14	0,0114
Diversidad Índice Shannon	0,61 (0,11)	0,71 (0,16)	0,90 (0,10)	1,21 (0,05)	0,99 (0,16)	0,34 (0,07)	1,069 (0,08)	4,73	0,0008

Tabla 3. 6. Valores medios (\pm error típico), así como resultados del ANOVA (valores F y nivel de significación) de las variables florísticas medidas en las distintas comunidades vegetales identificadas. Las diferencias significativas entre los grupos se representan en la figura 3.9. Comunidades: SA: *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*, HA: *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*, AS: *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*, AH: *Atriplicetum glauco-halimi*, CS: *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*, AF: *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae*, AA: *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*.



Figura 3.8. Aspecto de diversas comunidades en parcelas muestreadas. De arriba a abajo: AF1, AH1 y AS6.

3.3.2.2. Diferencias florísticas entre comunidades

Los resultados del análisis de la varianza permiten afirmar que se han encontrado numerosas diferencias significativas entre los grupos de vegetación diferenciados respecto a todas las variables florísticas estimadas. En los siguientes párrafos se sintetizan los principales resultados que se deducen de los análisis, aunque pueden identificarse de forma gráfica en la figura 3.9 y en la tabla 3.6. En las figuras se han representado los datos de partida, sin transformar, aunque, como se ha indicado al describir la metodología, para efectuar los análisis en algunos casos fue necesario realizar transformaciones, concretamente para los datos de abundancia, cobertura y riqueza de especies.

Tras contrastar las diferencias entre las medias de los valores de **cobertura** total de cada formación vegetal se detectan diferencias significativas entre diversos grupos ($p < 0,05$). Así, las comunidades de mayor cobertura son CS y AH, como se puede apreciar visiblemente en la figura 3.9, el resto de comunidades presentan un porcentaje de superficie cubierta significativamente inferior al de éstas, siendo SA la comunidad que menor cobertura media registró.

La comunidad AA presenta una **riqueza media de especies** significativamente superior a la del resto de las formaciones. También el análisis de los datos de **abundancia** indican que en AA la media es la más elevada, apreciándose diferencias significativas entre esta formación y AS, CS, HA y AH. El valor más bajo en abundancia corresponde a AH, que es significativamente inferior no solo al de AA, sino también al de SA y AF. La abundancia en AF también resultó superior ($p < 0,05$) a la de HA y CS. La **diversidad** de la vegetación de los distintos grupos de cultivos abandonados es además superior en AA (según la estimación de Margalef) y en AH (según el índice de Shannon-Weaver). Según ambos índices es AF la menos diversa, y se detectan diferencias significativas entre el reducido valor de ésta y los valores de AA y AH. También se manifiestan diferencias significativas en las estimaciones de la diversidad de Shanon entre AF y CS y AS.

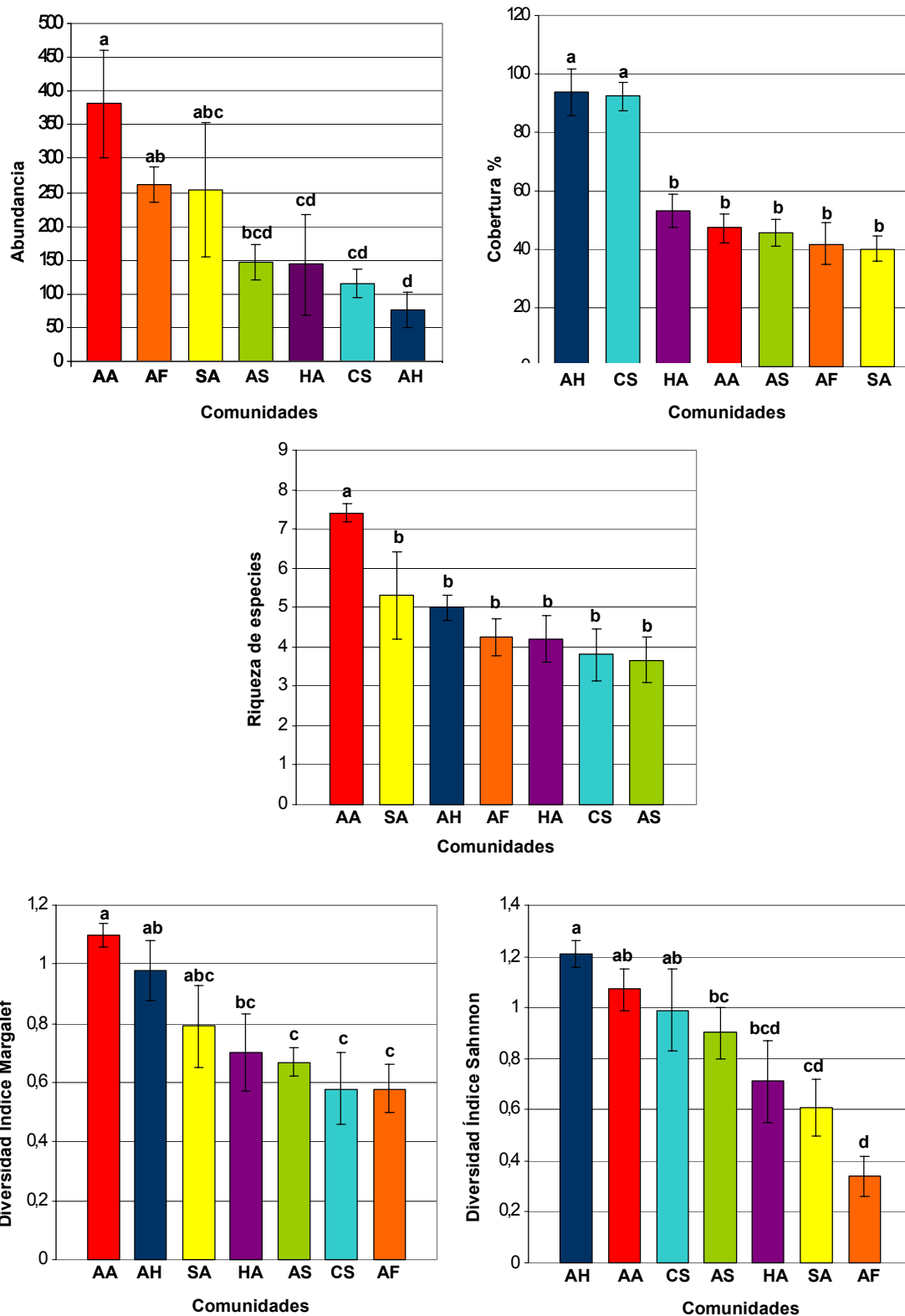


Figura 3.9. Valores de las variables abundancia (individuos/25m²), cobertura, riqueza de especies (n° sp/25 m²), índice de diversidad de Shannon-Weaver e índice de diversidad de Margalef, obtenidos en las distintas comunidades, siendo el área de muestreo de 25 m². Letras distintas indican diferencias significativas entre las comunidades (P < 0,05). Los datos representan la media ± el error típico. Las abreviaturas empleadas para las comunidades pueden consultarse en la tabla 3.6.

3.3.3. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS

3.3.3.1. Características edáficas por comunidades

A continuación se expone una breve síntesis de los parámetros edáficos que caracterizan los suelos de las parcelas muestreadas de cada comunidad. El resumen de los datos de los análisis de suelos por comunidades para cada parámetro se expone en la tabla 3.7 y en los gráficos de las figuras 3.10 a 3.13. En ocasiones se hace una comparación entre los distintos grupos, aunque este aspecto se desarrolla más detalladamente en la siguiente sección.

Antes de describir los suelos donde se presentan las distintas formaciones vegetales hay que destacar que algunos parámetros edáficos se mantienen prácticamente constantes en todos los muestreos, por lo que no resulta interesante comentarlo para cada grupo. Es el caso del pH, cuyo valor es similar en todos los suelos estudiados y oscila entre 7,9 y 8,9. Según la clasificación de la U.S.D.A. (Soil Survey Staff, 1951) los suelos cuyo pH se encuentra entre 7,9 y 8,4 son suelos moderadamente básicos y en los que el valor del pH oscila entre 8,5 y 9,0 se consideran fuertemente básicos. Por otra parte, el contenido medio en carbonato cálcico varía de 34,7% ($\pm 6,2$) en AF a 54,8% ($\pm 5,0$) en HA. Según la clasificación propuesta por M.M.A. (2004), adaptada de Clarke (1971) y del Soil Survey Staff (1951), se trata en todos los casos de suelos muy calizos.

Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002. (CS)

Los suelos donde evoluciona esta formación vegetal muestran diferencias significativas con el resto de comunidades cuando se comparan los valores medios de diversos parámetros. En primer lugar, cabe resaltar que en todas las parcelas muestreadas correspondientes a esta asociación el contenido en gravas fue del 0%.

En todos los suelos estudiados donde se instalaba la comunidad se obtuvieron los valores más elevados respecto a las variables que directa o indirectamente miden la humedad edáfica, aunque el agua útil, (calculada como la diferencia entre el agua retenida a 33 kPa y el agua retenida a 1.500 kPa) era ligeramente superior en AH. La conductividad eléctrica fue también más elevada que en el resto de los casos, por lo que se trata de los suelos muestreados más salinos. El promedio de CEs fue de 11,96($\pm 2,42$) (dS m⁻¹ a 25°C), lo cual indica, según la clasificación de Richards (1954), que se trata de suelos fuertemente salinos.

La elevada conductividad eléctrica detectada se halla directamente relacionada con la destacada concentración de iones (Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻ y Cl⁻) medida, así como del porcentaje de yeso. En relación a la composición iónica cabe resaltar el elevado contenido de sulfatos (cuya media es de 30,28 meq/l ($\pm 9,49$)), superior al de

cloruros (de media 10,28 meq/l ($\pm 3,41$)); destaca, además, la elevada concentración de Mg^{2+} (cuyo valor medio es de 24,90 meq/l ($\pm 7,99$)), superior a la del resto de cationes. Los suelos muestreados de la comunidad dominada por *Sarcocornia fruticosa* mostraron un valor intermedio respecto a la concentración media de nitratos (aunque sin diferencias significativas con el resto) y obtuvieron el menor valor medio en cuanto a contenido en nitritos.

De los 5 suelos muestreados correspondientes a la formación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* el quinto presentó diferencias destacadas en la salinidad, aunque no en otros parámetros característicos de este tipo de suelos como la humedad. Se detectó en CS5 una importante reducción de los valores de la conductividad eléctrica, que en esta muestra era de 3,80, mientras que entre CS1 y CS4 el valor oscilaba entre 11,50 y 18,80. Estas variaciones se manifiestan en el contenido de los diferentes iones analizados, fueron especialmente llamativas en el caso del Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} y Cl^- .

***Atriplici glaucae-Suaedetum verae* O. Bolòs (1967). (AS)**

El porcentaje de gravas medido en los suelos donde se desarrollaba la comunidad fue muy reducido (1,03% $\pm 0,50$) y 3 de los suelos muestreados presentaron un 0%. Se encuentra dentro del grupo de comunidades de mayor humedad edáfica, aunque las estimaciones del agua retenida a 33 y 1.500 kPa, fueron significativamente inferiores que en la comunidad de suelos más húmedos (CS). El análisis de los resultados de las medidas de humedad en junio y agosto a diferentes profundidades indica que en estos suelos la pérdida de humedad de los 10 a los 30 cm en verano fue inferior que en otros suelos que poseían mayor humedad en periodos menos secos.

Aunque los suelos de la comunidad registraron menor conductividad eléctrica que los de CS, se trata también de suelos fuertemente salinos, ya que su conductividad media era de 10,90 ($\pm 2,00$). La composición iónica era similar a la de los suelos de CS, aunque resalta el descenso de sulfatos y cationes de magnesio respecto a los de ésta. El porcentaje medio de yeso fue de 2,68 ($\pm 0,48$)%, valor intermedio en relación a los suelos del resto de asociaciones.

***Atriplicetum glauco-halimi* Rivas-Martínez y Alcaraz en Alcaraz 1984. (AH)**

Tras AA es la comunidad cuyos suelos presentaron un contenido en gravas más alto (19,60% $\pm 10,91$), aunque en las 5 parcelas analizadas se hallaron importantes diferencias, ya que dos suelos revelaron más del 40% de gravas mientras que en los otros 3 el porcentaje fue inferior a 3,5.

Esta comunidad se encuentra entre las cuatro asociaciones cuyos suelos presentaban una humedad destacada. El agua útil (calculada a partir de la resta de H1/3-H15) alcanzó el valor medio más elevado, la humedad a diferentes profundidades tanto en junio como en agosto fue superior en los suelos de otras

comunidades, también el valor del agua retenida a 33 y 1.500 kPa. La conductividad eléctrica con una media de 7,08 ($\pm 2,72$) fue también de las más altas, se encuadra dentro de los suelos denominados medianamente salinos (Richards, 1954). Estos suelos se caracterizan igualmente por una elevada concentración de iones Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , aunque inferior a los de CS y AS. Por otra parte, es una de las tres comunidades cuyos suelos mostraron un contenido en yeso mayor, 3,34% ($\pm 0,54$).

Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae Rivas-Martínez y Izco en Izco 1972. (AF)

La asociación se instala en suelos cuya humedad edáfica es relativamente elevada, para diferentes periodos y profundidades el contenido en agua fue únicamente superado por CS. La conductividad eléctrica, y por tanto la salinidad de los suelos de este grupo, obtuvo un valor muy bajo (a diferencia de la registrada en los suelos de las asociaciones CS, AS y AH, a los que se aproximaba en cuanto a humedad). El valor de la conductividad eléctrica fue de 2,31 ($\pm 0,08$), considerándose suelos ligeramente salinos (Richards, 1954). Los valores de contenido en iones de estos suelos resultaron también bajos y al comparar las medias no se han encontrado diferencias destacadas respecto a los diferentes grupos, ni en cationes ni en aniones. Destaca el contenido en yesos, cuyo valor medio fue de 3,28% ($\pm 0,62$), valor únicamente superado por los suelos de la comunidad CS.

El contenido en gravas de los suelos que albergaban esta formación fue bajo, inferior al 3%. Tampoco destacan las diferencias en cuanto al pH, al igual que en los suelos de las otras formaciones estudiadas. Se trata de la comunidad cuyos suelos presentaron un menor porcentaje medio de carbonato cálcico.

Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri F. Valle, Mota y Gómez Mercado 1987 (AA)

Los suelos donde se desarrolla la comunidad AA presentaban el contenido medio de gravas más elevado (25,90% $\pm 6,98$) respecto al resto de suelos, aunque el porcentaje oscilaba entre el 6,7 y 50%. Tres de los suelos analizados mostraron valores muy similares (26,5, 25,2 y 21,1%).

Las variables a partir de las que se estimó la humedad (agua retenida a 33 y 1.500 kPa, Agua útil, así como el contenido en agua en junio y en agosto a diferentes profundidades), adquirirían un valor muy bajo en los suelos de esta comunidad, al igual que las comunidades SA y HA.

La conductividad eléctrica media mostraba el menor valor de los estimados, 0,99 ($\pm 0,29$), por tanto se trata de suelos normales (no salinos), según la clasificación establecida por Richards (1954). La conductividad eléctrica se relaciona con el contenido en sales, por tanto no es de extrañar que en esta comunidad se

presentasen contenidos iónicos muy bajos, la única excepción la constituye el anión de NO_3^- , que era superior a los de los suelos donde se instalaban CS, AH, AS y SA.

Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae (Br.-Bl. y O. Bolòs 1958) O. Bolòs 1967. (SA)

Los suelos muestreados correspondientes a esta asociación presentaron un bajo contenido en gravas (8,03% \pm 4,03), destacando el elevado valor de la parcela SA6, donde el porcentaje en gravas fue de 27,3%.

Se trata de suelos bastante secos, en los distintos tipos de estimaciones realizadas se obtuvieron valores de humedad bajos, al igual que en las comunidades AA y HA. Una de las diferencias más destacadas respecto a estas comunidades es que los suelos de SA presentaron un contenido en yeso superior, el valor medio fue de 2,60 \pm 0,88 %. La conductividad eléctrica media, cuyo valor fue de 1,76 (\pm 0,27), indica que se trata de suelos normales respecto a la salinidad, es decir, no salinos. Estos suelos mostraron una reducida concentración de los iones estudiados.

Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae Rigual 1972 *corr.* Alcaraz, P. Gómez, de la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991. (HA)

Los valores de la mayor parte de los parámetros edáficos analizados en los suelos de esta comunidad eran muy similares a los de la asociación caracterizada por *Artemisia herba-alba* y *Salsola vermiculata* (SA). En este caso también el contenido en gravas fue bajo 1,20 (\pm 0,93), más que en SA. La menor proporción de gravas debe relacionarse con que el valor del agua retenida a 1.500 kPa sea mayor en los suelos de HA. La humedad de las parcelas donde evoluciona la comunidad HA era igualmente escasa, aunque en los gráficos de la figura 3.13 así como en la tabla 3.7 puede comprobarse que la humedad en las diferentes profundidades medidas, tanto en junio como en agosto, resultaba ligeramente superior en las parcelas de SA. También en este caso se trata de suelos no salinos, la conductividad eléctrica fue de 1,73 (\pm 0,48). El contenido en iones fue muy reducido, aunque ligeramente superior que el de los suelos de SA tanto en los cationes como en el ión Cl^- , no en SO_4^{2-} . Es de resaltar que HA presentaba una elevada concentración tanto en nitratos como de nitritos respecto al resto de los grupos, incluido SA.

Es el grupo cuyos suelos presentaban un mayor contenido en carbonato cálcico. Por el contrario, los suelos de esta formación contenían el porcentaje de yeso más reducido (0,37 \pm 0,29).

	COMUNIDADES							F	P
	SA	HA	AS	AH	CS	AF	AA		
gravas	8,03 (4,03)	1,20 (0,93)	1,03 (0,50)	19,60 (10,91)	0,00 (0,00)	2,82 (1,62)	25,90 (6,98)	7,46	0,0001
pH	8,35 (0,13)	8,39 (0,14)	8,60 (0,09)	8,45 (0,15)	8,57 (0,11)	8,11 (0,07)	8,67 (0,07)	2,09	0,0852
CaCO₃	47,00 (2,37)	54,82 (4,97)	41,90(2,50)	41,12 (5,44)	34,90 (5,26)	34,58(6,06)	39,48 (8,12)	1,90	0,1149
H1/3	26,50 (2,76)	26,47(2,46)	30,17 (0,86)	33,75 (1,81)	38,03 (3,62)	32,58 (0,77)	18,35 (1,52)	7,80	0,0000
H15	10,85 (1,31)	11,18(0,47)	13,79 (0,92)	14,41 (1,15)	20,57 (2,76)	15,03 (0,68)	8,43 (0,85)	7,87	0,0000
Agua util	15,65 (1,63)	15,29 (2,51)	16,38 (0,55)	19,34 (1,84)	17,46 (1,28)	17,55 (1,41)	9,92 (0,91)	3,60	0,0087
CE	1,76 (0,27)	1,73 (0,48)	10,90 (2,00)	7,08 (2,72)	11,96 (2,42)	2,31 (0,08)	0,99 (0,29)	14,3	0,0000
Yeso	2,60 (0,88)	0,37 (0,29)	2,68 (0,48)	3,34 (0,54)	3,88 (0,82)	3,28 (0,62)	1,05 (0,98)	3,05	0,0193
Na⁺	0,06 (0,02)	0,10 (0,06)	6,27 (1,84)	2,98 (1,73)	10,40 (3,11)	0,08 (0,01)	0,06 (0,01)	12,1	0,0000
K⁺	0,01 (0,00)	0,02 (0,01)	0,45 (0,18)	0,15 (0,06)	0,62 (0,19)	0,02 (0,00)	0,01 (0,01)	12,1	0,0000
Mg²⁺	0,11 (0,02)	0,13 (0,04)	8,92 (2,65)	4,59 (2,66)	24,90 (7,99)	0,18 (0,04)	0,09 (0,02)	18,7	0,0000
Ca²⁺	0,93 (0,20)	1,20 (0,46)	3,84 (0,33)	2,80 (0,59)	4,25 (0,30)	1,47 (0,07)	0,49 (0,25)	16,0	0,0000
SO₄⁻	1,09 (0,33)	0,91 (0,35)	10,12 (2,13)	6,22 (2,72)	30,28 (9,49)	1,90 (0,16)	0,38 (0,33)	15,4	0,0000
Cl⁻	0,09 (0,05)	0,15 (0,11)	8,23 (3,10)	2,70 (1,59)	10,29 (3,41)	0,05 (0,00)	0,04 (0,01)	9,13	0,0000
NO₃⁻	0,00 (0,00)	0,03 (0,01)	0,00 (0,00)	0,02 (0,01)	0,02 (0,02)	0,03 (0,01)	0,02 (0,02)	0,96	0,4692
NO₂⁻	0,01 (0,00)	0,02 (0,01)	0,01 (0,00)	0,01 (0,00)	0,00 (0,00)	0,01 (0,00)	0,00 (0,00)	3,09	0,0184
Sumcat	1,12 (0,21)	1,45 (0,55)	19,49 (4,55)	10,51 (4,86)	40,17(10,60)	1,75 (0,10)	0,65 (0,28)	19,1	0,0000
Suman	1,19 (0,31)	1,11 (0,42)	18,36 (4,66)	8,94 (4,30)	40,59(11,29)	1,98 (0,17)	0,44 (0,33)	15,0	0,0000
Humj10	6,76 (1,16)	4,15 (0,54)	9,17 (1,71)	11,42 (2,27)	27,44(10,14)	9,55 (1,26)	6,96 (1,82)	5,68	0,0005
Humj20	11,23 (2,18)	8,26 (0,18)	14,65 (1,88)	16,07 (2,68)	31,20 (7,29)	14,68 (1,23)	9,57 (1,87)	6,28	0,0003
Humj30	10,27 (1,49)	9,56 (0,27)	19,04 (1,43)	18,18 (2,70)	33,40 (5,70)	18,55 (1,24)	12,23 (2,30)	10,5	0,0000
Huma10	3,88 (0,91)	1,82 (0,19)	6,75 (1,43)	7,32 (2,28)	13,74 (4,23)	5,90 (0,72)	1,99 (1,08)	6,66	0,0002
Huma20	4,93 (1,05)	3,03 (0,33)	13,67 (1,84)	11,12 (2,50)	23,85 (4,17)	10,09 (0,80)	3,11 (1,18)	13,6	0,0000
Huma30	6,31 (1,36)	4,48 (0,42)	17,47(1,64)	13,77 (2,69)	26,17 (4,04)	14,46 (1,18)	4,94 (1,97)	17,6	0,0000

Tabla 3.7. Valores medios (\pm el error típico), así como resultados del ANOVA (F valores y nivel de significación) de las variables edáficas medidas en las distintas comunidades vegetales identificadas. Las diferencias significativas entre los grupos se manifiestan en las figuras 3.10 a 3.13. Las abreviaturas empleadas para las comunidades pueden consultarse en la tabla 3.6.

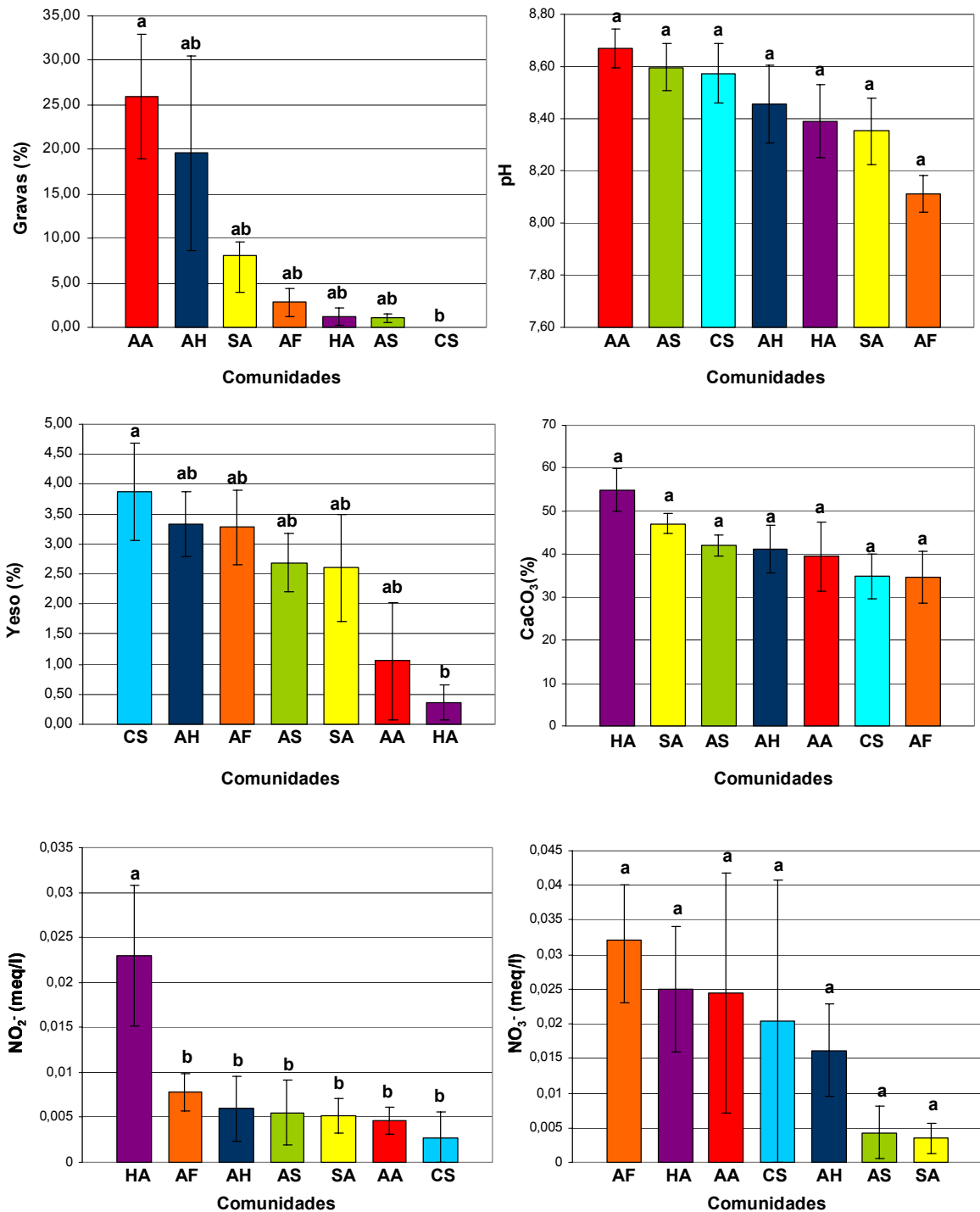


Figura 3.10. Representación de valores medios (\pm el error típico) de distintas variables edáficas por comunidades (gravas, pH, yeso, CaCO₃, NO₂⁻, NO₃⁻). Letras distintas indican diferencias significativas entre las comunidades (P < 0,05). Las abreviaturas empleadas para las comunidades pueden consultarse en la tabla 3.6.

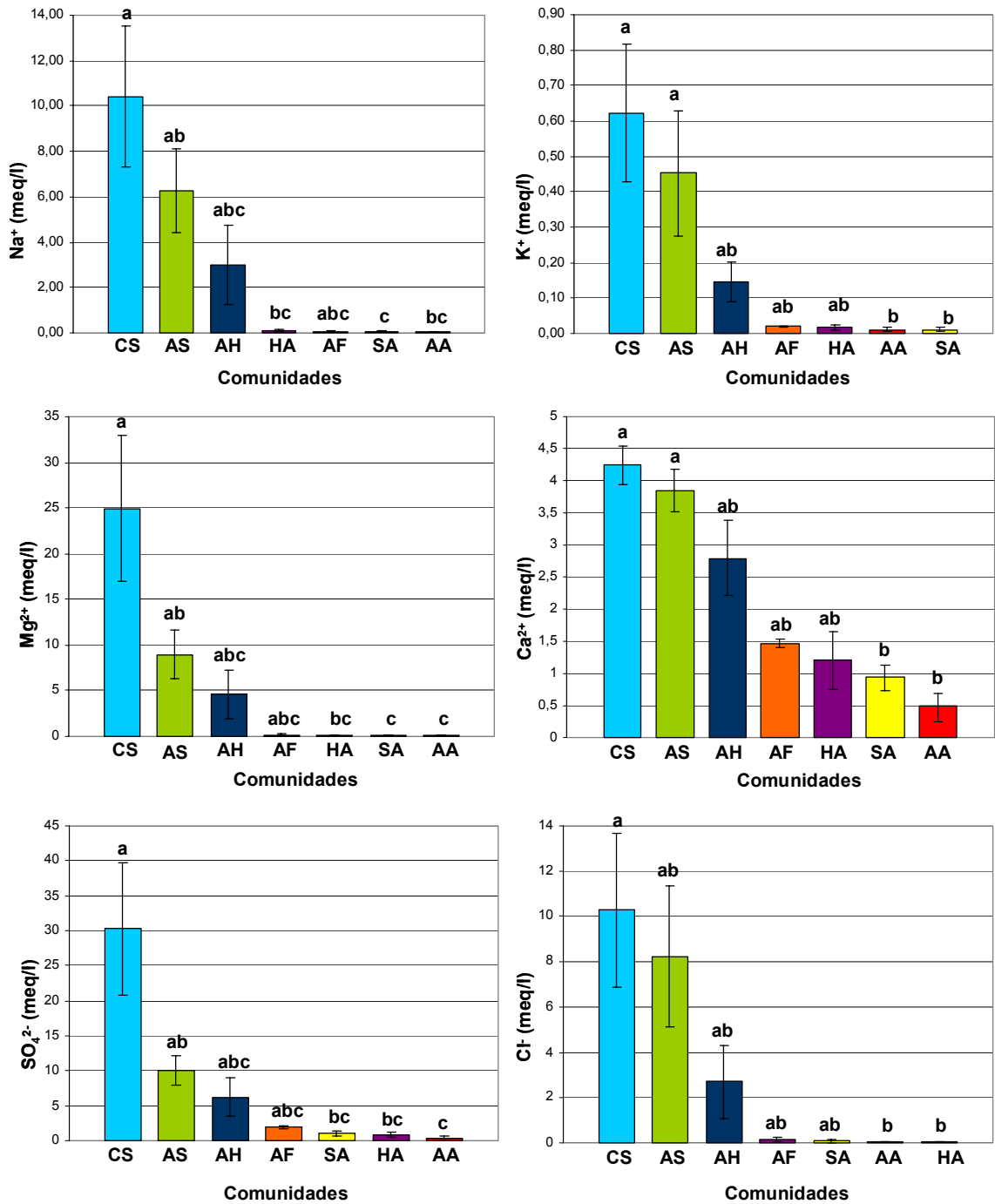


Figura 3.11. Representación de valores medios (\pm el error típico) de distintas variables edáficas por comunidades (Na⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, SO₄²⁻, Cl⁻). Letras distintas indican diferencias significativas entre las comunidades (P < 0,05). Las abreviaturas empleadas para las comunidades pueden consultarse en la tabla 3.6.

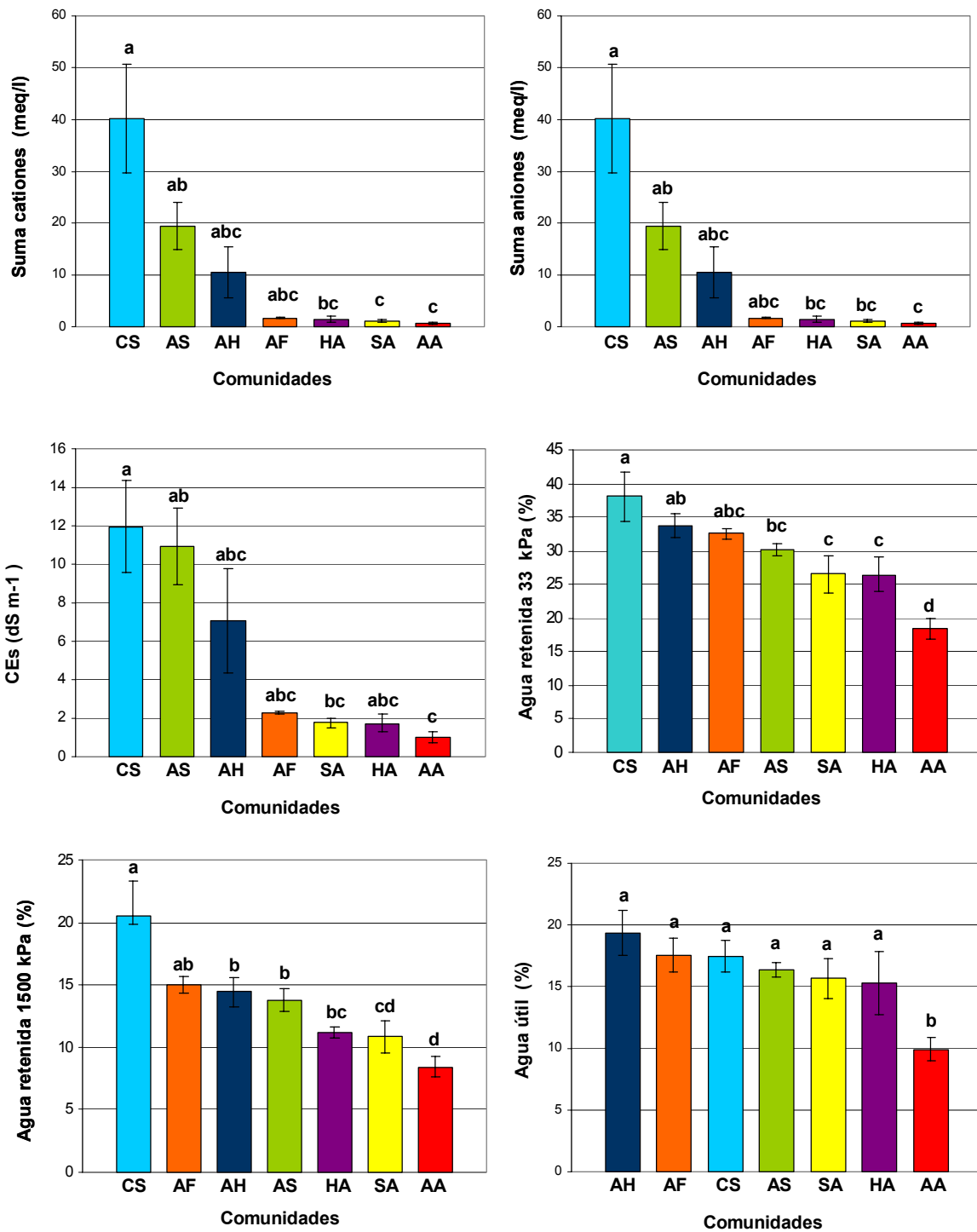


Figura 3.12. Representación de valores medios (\pm el error típico) de distintas variables edáficas por comunidades (Suma de cationes y aniones, CE, Agua retenida a 333 y 1500 kPa, Agua útil). Letras distintas indican diferencias significativas entre las comunidades ($P < 0,05$). Las abreviaturas empleadas para las comunidades pueden consultarse en la tabla 3.6.

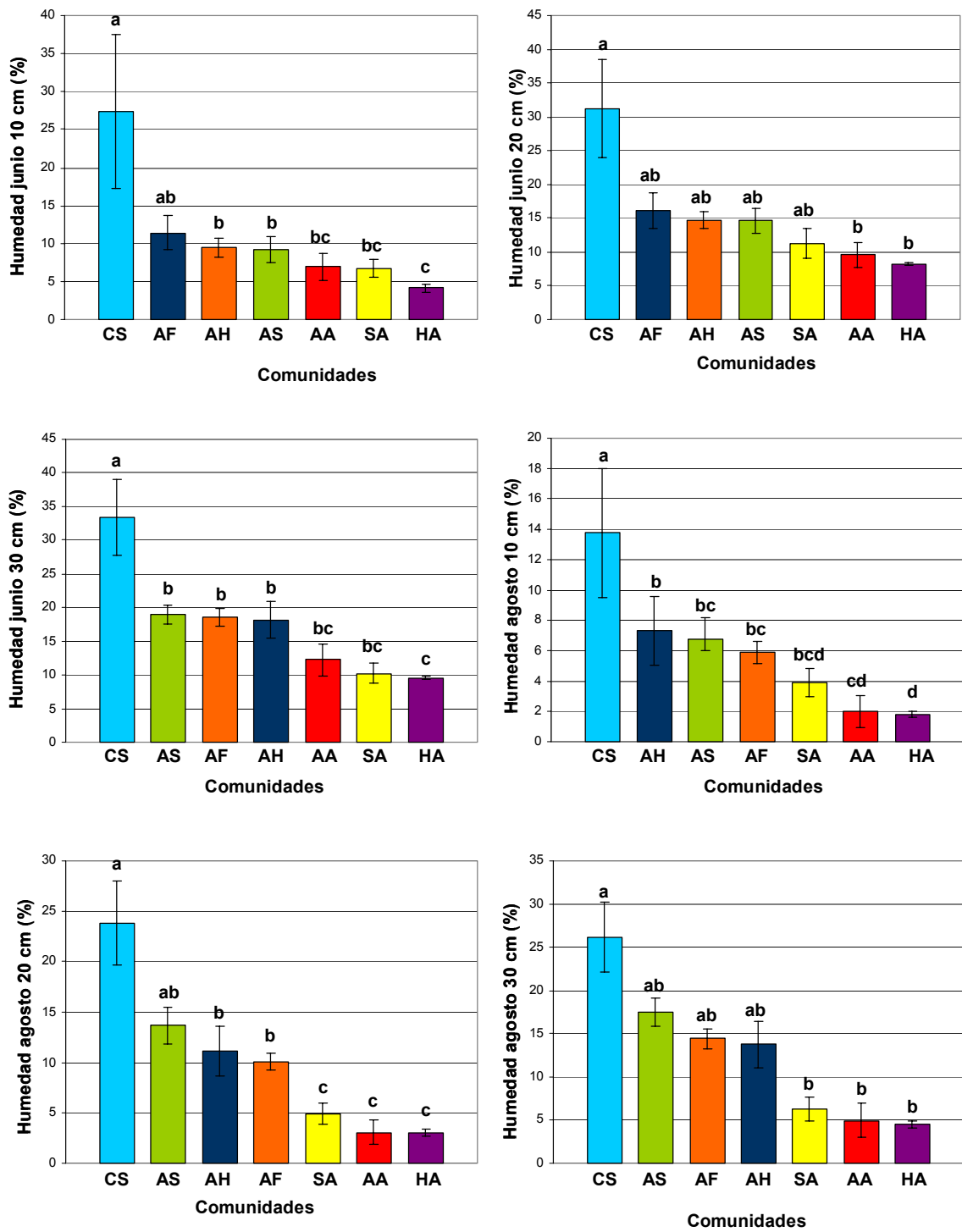


Figura 3.13. Representación de valores medios (\pm el error típico) de distintas variables edáficas por comunidades (Humedad en junio y agosto a 10, 20 y 30 cm). Letras distintas indican diferencias significativas entre las comunidades ($P < 0,05$). Las abreviaturas empleadas para las comunidades pueden consultarse en la tabla 3.6.

3.3.3.2. Diferencias edáficas entre comunidades

La diferencia entre pares de medias fue comprobada con el test de comparaciones múltiples de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) para las variables CaCO_3 , pH, H1/3, H15, NO_3^- , Humj10, Humj30, Huma10 y Huma20, ya que cumplieron el test de normalidad y homogeneidad de la varianza. No cumplieron dicho test gravas, CEs, yeso, Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , suma aniones, suma cationes, Humj20, y Huma30, por lo que en este caso se analizaron mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis (One-Way Nonparametric AOV).

Los resultados del análisis de la varianza de los parámetros edáficos permiten afirmar que se han encontrado numerosas diferencias significativas entre los suelos de las distintas comunidades vegetales. A continuación se especifican entre qué formaciones vegetales se han identificado las principales diferencias, aunque pueden identificarse gráficamente en las figuras 3.10 a 3.13 y en la tabla 3.7. Como en el caso de los datos florísticos, las figuras muestran los datos de partida, sin transformar, aunque para hacer los análisis se realizaron las transformaciones necesarias, concretamente para los parámetros H15, Huma10, Humj10, Humj30, Huma20 y Humj20, como se indicó en la metodología.

El análisis de la varianza de los datos edáficos indica que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre distintas comunidades para todas las variables estimadas (gravas, CEs, Yeso, humedad, iones Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Sulfato y Cloruro) excepto para el pH ($p = 0,0852$) y el contenido en carbonato cálcico ($p = 0,1149$) y en nitratos ($p = 0,4692$).

El mayor contenido medio en **gravas** se midió en la comunidad AA ($25,9 \pm 6,98$)% que difiere significativamente de los valores que se registraron en las parcelas donde se muestreó CS, que no presentaban gravas (0 ± 0)%.

Respecto a los valores medios de **conductividad eléctrica** (indicador de la salinidad) las diferencias más marcadas se detectan entre CS (suelos más salinos) y SA y AA (donde se estimaron los valores medios de conductividad más bajos), el resto de comunidades presentaba valores intermedios entre ambos casos extremos.

Los suelos que mayor porcentaje de **yeso** contenían corresponden a las muestras realizadas para la formación CS, que difieren significativamente de los suelos con menor porcentaje en yeso asociados a la formación HA.

Respecto a la **concentración media de iones**, los suelos que mayor concentración, tanto en cationes como en aniones, presentaron eran los localizados bajo la comunidad CS, seguidos de los de AS y AH, no se han hallado diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, sí se han detectado diferencias significativas en el contenido iónico de los suelos de algunas asociaciones (concretamente de los cationes Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , y del anión SO_4^{2-}) entre CS y las formaciones HA, SA y

AA (con alguna excepción). Comparando las medias se identificaron otras diferencias significativas ($p < 0,05$). Por ejemplo, los suelos de AS poseían un contenido significativamente superior respecto a AA y SA en cationes K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , además respecto a AA en aniones Cl^- y SO_4^{2-} . La concentración media de nitritos fue también superior (con $p < 0,05$) en las parcelas de la comunidad HA que en las del resto de formaciones. Los análisis realizados con datos de **suma** total de cationes y suma total de aniones de los diferentes suelos muestran un comportamiento muy similar al descrito para los iones de forma independiente, como puede interpretarse en la figura 3.12.

Del análisis de los datos de las medidas de **humedad** en campo pueden destacarse los siguientes resultados. Los valores de humedad más elevados se registraron en la formación CS, en ambos periodos de muestreo y en todas las profundidades medidas, estos valores eran significativamente superiores en todos los casos respecto a los de las comunidades AA, SA y HA. Por el contrario, los suelos más secos correspondían a la formación HA, aunque las diferencias entre la humedad de esta comunidad y SA y AA (que también presentaban un escaso contenido en agua) no son significativas, salvo alguna excepción. Valores intermedios de humedad caracterizaban a los suelos de las comunidades AF, AS y AH, que no mantienen diferencias significativas entre ellas, aunque sí puntualmente respecto a CS y SA, AA y HA, como puede comprobarse en la interpretación de los gráficos de la figura 3.13. Los resultados del análisis de las estimaciones de humedad a partir del cálculo del agua retenida a 33 y 1.500 kPa (fig. 3.12.) aportan resultados similares. El análisis de las medias indica, para ambos parámetros, que los suelos más húmedos serían los de la formación CS y los más secos los de AA. Cabe resaltar que las medias de AA resultaron significativamente menores que el resto, excepto la humedad de SA medida a 1.500 kPa. Resulta especialmente interesante el estudio del agua retenida a 1.500 kPa, ya que corresponde al agua en el punto de marchitamiento. Para este parámetro el contenido en agua fue significativamente superior en CS que en el resto, excepto en relación a AF. Se detectaron además diferencias significativas entre la mayor humedad de AF y SA y AA.

3.3.4. RELACIONES ENTRE VARIABLES FLORÍSTICAS Y EDÁFICAS

3.3.4.1. Relaciones suelo-vegetación

Con el objetivo de identificar qué parámetros ambientales justifican la variación florística entre las diferentes formaciones vegetales, en primer lugar se realizaron análisis de correspondencias corregidos (DCA) con los datos de abundancia y cobertura de especies. Los valores de la longitud de gradiente de 6,03 (del análisis de los datos de abundancia) y de 5,67 (para los de cobertura) sugieren que el uso de un método de ordenación unimodal es apropiado (ter Braak y Prentice, 1988; Lepš y Šmilauer, 2003). Para completar el análisis se realizaron análisis de correspondencias canónicas (CCA).

En el diagrama de ordenación obtenido del **DCA** efectuado a partir de los datos de **abundancia** de especies (figura 3.14.A) las 36 muestras se representan a lo largo de los ejes 1 y 2, que tienden a agruparse en las 7 formaciones vegetales previamente identificadas, junto a sus especies características. El primer eje justifica la mayor parte de la variación en la abundancia de las especies en los distintos grupos, con una longitud de gradiente de 6,03 y el "eigenvalor" de 0,80 (tabla 3.8), que indican una elevada variación entre las comunidades y, por tanto, que tiene lugar un importante cambio en la composición florística (Abd El-Ghani y Amer, 2003). Como se puede observar en la tabla, el primer eje es el de mayor longitud, explicando aproximadamente el 17,5% de la variabilidad de especies total, que es bastante (Lepš y Šmilauer, 2003), mientras que el segundo eje expresa una proporción inferior de la variabilidad y el tercer y cuarto eje explican bastante menos. Además, el primer eje está muy bien correlacionado con los datos ambientales ($r=0,96$), también el segundo ($r=0,79$), mientras que la correlación para los otros ejes se considera más baja. Todo esto sugiere que todos los datos están gobernados por un gradiente dominante, el eje 1, (Lepš y Šmilauer, 2003), aunque el segundo también adquiere una importancia destacada.

Gráficamente el grupo AA se dispone hacia el extremo derecho del diagrama (valores positivos más elevados), mientras que las muestras de SA y HA, pueden considerarse intermedias en su composición respecto al resto. Las muestras de la comunidad CS se localizan hacia el extremo izquierdo del gráfico, y las de AS, AH y AF, próximos a ésta, pero en valores más positivos del eje X. El eje Y diferencia las muestras de AF, que se disponen en valores más bajos, de las de AS, en posiciones intermedias y de las de AH, que ocupan una posición más elevada. También el eje Y permite diferenciar el grupo SA del HA, próximos en su disposición respecto al eje X.

La figura 3.14.B muestra la ordenación resultante del análisis **DCA** realizado a partir de datos florísticos de **cobertura**, la disposición de los grupos de vegetación respecto a los ejes representados es similar a la obtenida en la figura 3.14.A. En el primer eje la longitud de gradiente es de 5,67 y el "eigenvalor" de 0,77, valores ligeramente inferiores a los resultados obtenidos con los datos de abundancia, pero que vuelven a expresar una elevada variación florística entre los distintos grupos. La variabilidad total de especies explicada por el primer eje es muy similar a la del DCA de abundancia (16,6%), al igual que la del segundo eje. En este caso también el primer eje explica más cambio. Las correlaciones con los datos ambientales son, igualmente elevadas para los dos primeros ejes (0,95 y 0,80, respectivamente).

Las muestras se disponen por grupos y de forma similar en el diagrama de abundancia y de cobertura. En ambos diagramas los puntos que simbolizan las especies se encuentran próximos a los puntos de las muestras donde se presentan con una abundancia (o cobertura) relativa elevada y, de forma similar, los símbolos de las parcelas muestreadas se sitúan cerca de las posiciones de las especies que tienden a predominar en esas muestras. Este tipo de interpretación se denomina principio del centroide (Lepš y Šmilauer, 2003). Junto a la asociación CS se ubica en el diagrama *Sarcocornia fruticosa*. Próximos a las parcelas de esta comunidad se

localizan además *Gypsophila tomentosa*, así como diversas especies del género *Limonium*. *Suaeda vera* y *Atriplex glauca* son las especies más próximas a las muestras de la comunidad AS. Los triángulos que representan a AH se disponen entorno a *Atriplex halimus*. Junto a los símbolos que corresponden a la comunidad AF se ubican especies como *Frankenia thymifolia*, *Suaeda pruinosa* y *Limonium supinum*. Las especies más cercanas a los símbolos que representan a SA son *Artemisia herba-alba* y *Salsola vermiculata*. Las parcelas de HA se disponen junto a *Hammada articulata*, *Marrubium vulgare* y *Retama sphaerocarpa*, entre otras especies. Entorno a las muestras de AA se sitúan numerosas especies: *Artemisia barrelieri*, *A. campestris*, *Helichrysum italicum*, *Santolina canescens*, *Andryala ragusina*, etc.

Algunas de las muestras aparecen en posiciones intermedias o muy próximas a las de otros grupos, esto se puede deber a varias causas. Por una parte, las parcelas se han elegido al azar pudiendo resultar algunas un tanto mezcla de dos comunidades, ya que los cambios en las variables ambientales que favorecen la presencia de unas especies u otras se producen de forma gradual, por tanto se habla de la existencia de gradientes ambientales. Por otro lado, cuando las parcelas son pobres en especies no proporcionan suficiente información, pudiendo favorecer el desplazamiento hacia posiciones intermedias.

Ejes	Abundancia				Cobertura			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Eigenvalores	0,802	0,411	0,249	0,154	0,772	0,438	0,207	0,118
Longitud de gradiente	6,028	2,948	2,288	1,785	5,674	3,330	2,306	2,429
Correlaciones especies-ambiente	0,959	0,790	0,834	0,688	0,945	0,798	0,761	0,658
% de varianza acumulada								
de datos de especies	17,5	26,5	31,0	35,4	16,6	26,0	30,4	33,0
de relación especies-ambiente	25,5	34,7	0,0	0,0	23,0	33,1	0,0	0,0

Tabla 3. 8. Sumario del análisis DCA realizado a partir de datos de abundancia y cobertura de especies.

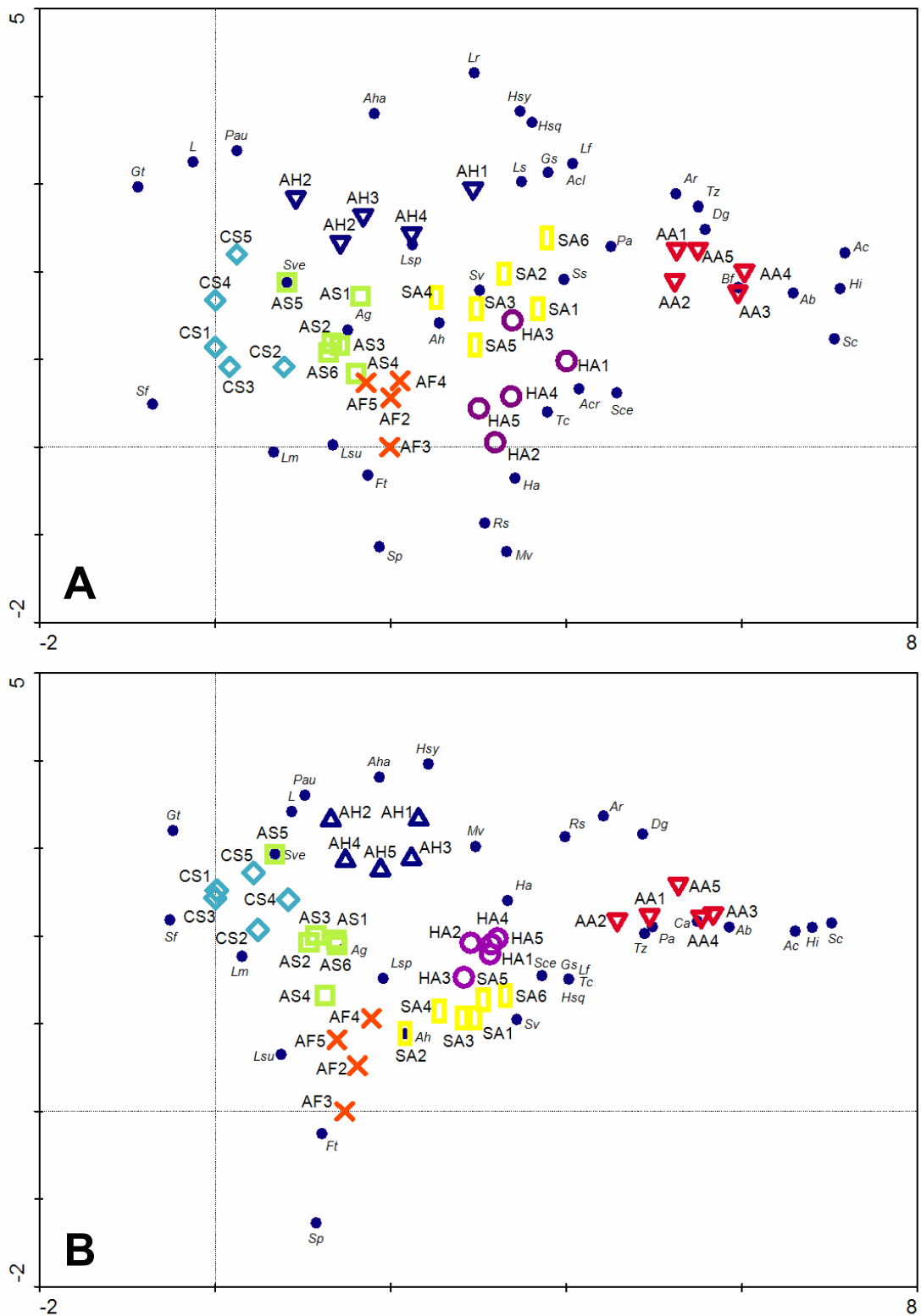


Figura 3.14. Representación gráfica de los DCA que muestran la ordenación de las 36 muestras (triángulos, cuadrados, rombos, círculos, rectángulos, aspas) y de las especies registradas (puntos azules) (las abreviaturas de las especies pueden consultarse en la fig. 3.5.). Análisis realizados a partir de datos de abundancia (fig. A) y cobertura (fig. B).

Mientras que en el DCA se extraen los ejes de máxima variación en la composición de especies, y solo entonces se ajustan las variables ambientales, en el CCA se extrae directamente la variación que es explicable por las variables ambientales medidas (Lepš y Šmilauer, 2003).

El sucesivo decrecimiento de los “eigenvalores” de los cuatro ejes resultantes de los **análisis de correspondencias canónicas (CCA)** (tabla 3.11), realizados a partir de datos de cobertura y abundancia de especies, así como de datos de los distintos parámetros edáficos estimados, sugiere unos datos bien estructurados (Abd El-Ghani, 2000; Abd El-Ghani y Amer, 2003). Los “eigenvalores” son algo más bajos que para los ejes de los DCA, lo cual puede indicar que una parte de la variación no es explicada por las variables ambientales incluidas en el análisis (ter Braak, 1986). No obstante, las correlaciones especies-ambiente son elevadas para los tres primeros ejes, tanto para los datos de cobertura como de abundancia, explicando un 81,2% y un 81,9 % respectivamente, de la varianza acumulada, sugiriendo una intensa asociación entre la vegetación y los parámetros edáficos seleccionados como significativos (tabla 3.11).

Del total de variables ambientales incluidas en los análisis se seleccionaron 5 por su nivel de significación ($p < 0,05$), tanto para los datos de abundancia como para los de cobertura, (Humedad en junio entre los 20 y los 30 cm de profundidad (Humj 30), así como en agosto a la misma profundidad (Huma 30), agua retenida a 1.500 kPa (H15), ion sulfato (SO_4^{2-}) y gravas (tabla 3.9)). El test de permutaciones de Monte Carlo para el primer eje y para todos los ejes canónicos de la ordenación fue significativo para ambas variables florísticas (tabla 3.10)

Los resultados gráficos de los análisis de correspondencias canónicas realizados a partir de datos florísticos de abundancia y de cobertura se muestran en la figura 3.15). El contenido en aniones sulfato, el agua retenida a 1.500 kPa, así como la humedad en junio y en agosto entre los 20 y 30 cm de profundidad, se correlacionan positivamente tanto con el eje X (en mayor medida), como con el eje Y. En el CCA realizado con los datos de cobertura, el agua retenida a 1.500 kPa se relaciona también positivamente con el eje X pero negativamente con el eje Y. En la parte positiva del eje X, por tanto que presentan una correlación positiva con todos los parámetros seleccionados por el test de Monte Carlo por su nivel de significación ($p < 0,05$), menos con el contenido en gravas, se disponen prácticamente todas las muestras correspondientes a las formaciones CS, AS, AH y AF. Las muestras de AA, SA y HA se disponen en la sección negativa del eje X y se relacionan negativamente con las tres variables asociadas a humedad y con la concentración de SO_4^{2-} . El porcentaje de gravas se correlaciona positivamente con el eje X y negativamente con el Y. Las muestras correspondientes a la asociación AA se relacionan con un elevado contenido en gravas, también varias muestras de las asociaciones AH y SA. En relación a la longitud de los vectores, las cinco variables seleccionadas muestran una importancia similar, además forman entre sí ángulos agudos, indicando una relación positiva, excepto el contenido en gravas que se relaciona con el resto de variables seleccionadas negativamente.

Los gráficos de estos CCA que representan las especies junto a las variables ambientales se exponen en la figura 3.18. Se omiten las especies para evitar superposiciones y una mayor claridad.

Variables	Abundancia			Cobertura		
	λ_a	P	F	λ_a	P	F
HUMa 30	0,61	0,002	5,05	0,56	0,002	4,49
gravas (%)	0,33	0,004	2,90	0,34	0,002	2,49
H15(%)	0,23	0,004	2,17	0,25	0,008	2,18
SO ₄ ⁻ (meq/l)	0,25	0,002	2,33	0,20	0,030	1,88
HUMj 30 (%)	0,18	0,036	1,75	0,24	0,008	2,26

Tabla 3. 9. Efectos condicionales en los CCA de las variables ambientales, obtenidos a través del procedimiento de selección forzada del Test de permutaciones de Monte Carlo sobre el total de variables ambientales medidas. Solo estas variables se han incluido en el CCA.

	Abundancia	Cobertura
Test of significance of first canonical axis: eigenvalue	0,650	0,565
F-ratio	4,805	4,004
P-value	0,002	0,002
Test of significance of all canonical axes : Trace	1,598	1,593
F-ratio	3,118	3,020
P-value	0,002	0,002

Tabla 3. 10. Sumario del Test de Monte Carlo.

Ejes	Abundancia				Cobertura			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Eigenvalores	0,650	0,456	0,202	0,167	0,565	0,471	0,258	0,169
Correlaciones especies-ambiente	0,910	0,920	0,741	0,760	0,883	0,870	0,771	0,758
Porcentaje acumulado de varianza								
de datos de especies	14,2	24,2	28,6	32,3	12,1	22,3	27,8	31,5
de relación especies-ambiente	40,7	69,2	81,9	92,3	35,4	65,0	81,2	91,9
Correlaciones con factores ambientales:								
Humj 30 (%)	0,752	0,455	-0,113	0,104	0,871	0,240	-0,234	0,124
H15 (%)	0,808	0,133	-0,030	0,416	0,867	-0,054	-0,045	0,412
SO ₄ ⁻ (meq/l)	0,684	0,409	-0,445	0,400	0,784	0,195	-0,369	0,448
Huma 30 (%)	0,918	0,343	0,017	0,073	0,985	0,126	-0,039	0,016
Gravas (%)	-0,667	0,414	0,448	0,404	-0,514	0,609	0,405	0,355

Tabla 3.11. Sumario del análisis CCA realizado a partir de datos de abundancia y cobertura de especies y de las variables ambientales seleccionadas por el procedimiento de selección forzada.

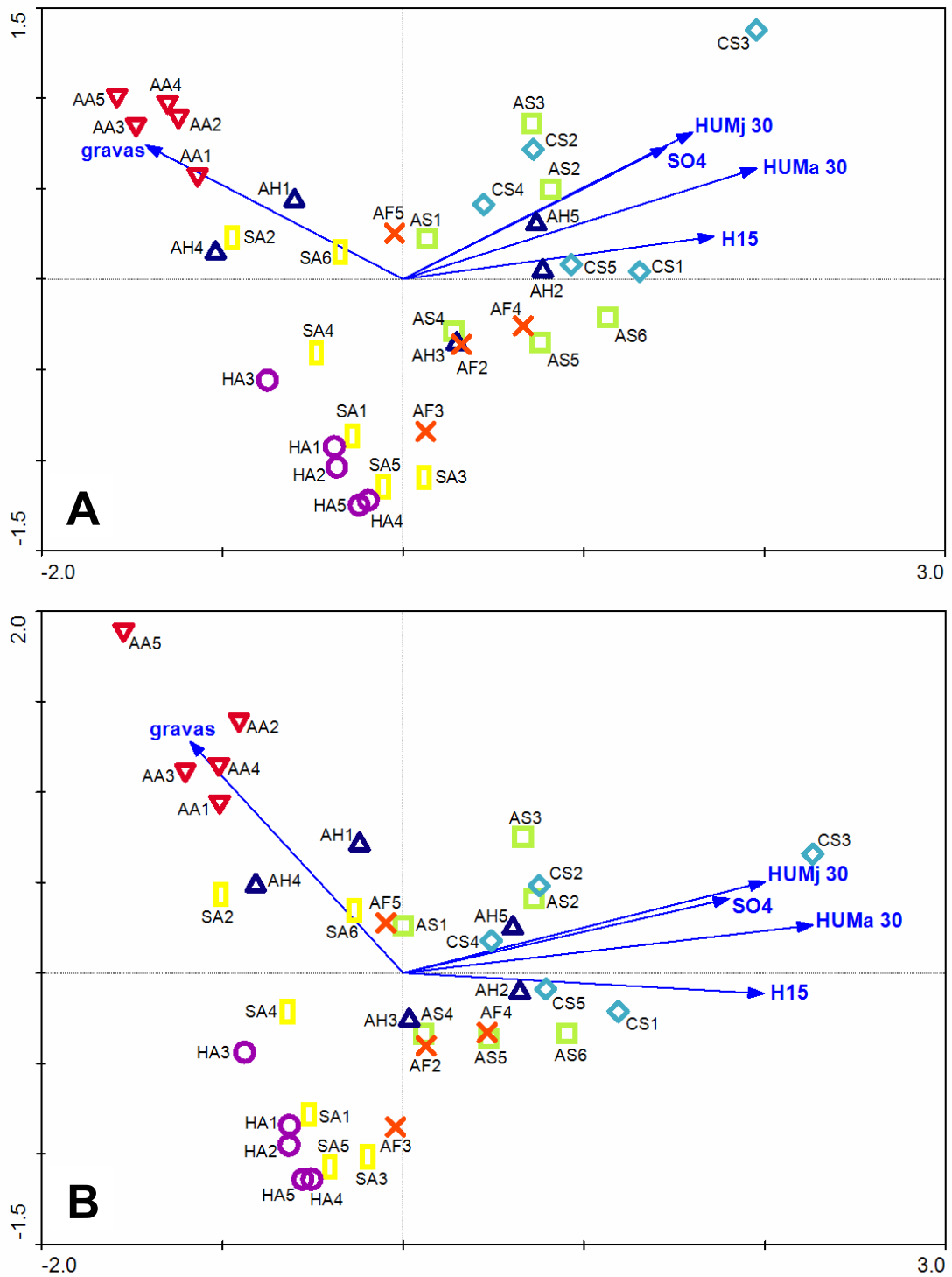


Figura 3.15. Representación gráfica de los CCA que muestran la ordenación de las 36 muestras (triángulos, aspas, rectángulos, cuadrados círculos, aspas) y de las variables ambientales (vectores) seleccionadas por su nivel de significación ($p < 0,05$). Análisis realizados a partir de datos de abundancia (fig. A) y cobertura (fig. B).

Los resultados de los CCA sugerían que se realizasen análisis parciales para identificar si se habían medido variables que explicasen mejor las diferencias florísticas para cada uno de los dos grandes grupos reconocidos en los análisis que englobaban los datos de todas las muestras (el formado por AA, HA y SA y el constituido por CS, AS, AH y AF).

El CCA elaborado empleando datos de cobertura para las asociaciones características de suelos menos salinos (SA, HA y AA) (fig 3.16.B) identificó el porcentaje de gravas y una variable que estima la humedad (Huma 30), como los principales factores edáficos que justificaban las variaciones en la vegetación (tabla 3.12). Similares resultados se obtuvieron durante el proceso de elaboración del CCA a partir de datos de abundancia. Resultaron seleccionados por su nivel de significación dos parámetros relacionados con la humedad (humedad del suelo en junio entre los 20 a 30 cm y en agosto en los 10 cm superficiales), así como el contenido en gravas (tablas 3.11 a 3.13). La principal conclusión que se extrae al interpretar los diagramas resultantes (fig 3.16.) es que la comunidad HA se ubica en los suelos de menor humedad. Por el contrario se caracterizan por una mayor humedad edáfica las muestras correspondientes a la comunidad AA, que además se asocian a suelos con una destacada proporción de gravas. Las parcelas muestreadas para la comunidad SA mostraron una mayor variabilidad tanto respecto al contenido en gravas como en la humedad.

Las cuatro comunidades identificadas en antiguas zonas agrícolas de ambientes salinos se ordenan en el CCA realizado a partir de datos de cobertura (fig 3.17.B) según un gradiente de humedad y salinidad, así como en relación al contenido en gravas. Las variables seleccionadas por el test de Monte Carlo como significativas ($p < 0,05$) fueron la proporción de gravas y la concentración de sulfatos (para los datos de cobertura) y las gravas y la humedad entre los 20 y los 30 cm en agosto (para los datos de abundancia) (tablas 3.15 a 3.17). Los vectores que representan a estos parámetros edáficos forman entre sí ángulos obtusos, indicando que tanto la humedad como la salinidad se relacionan negativamente con el porcentaje de gravas. La comunidad CS se asocia a los ambientes más salinos y húmedos, así como a los de menor contenido en gravas. Los suelos correspondientes a la comunidad AF presentan un menor contenido en sulfato. Algunas parcelas que albergan la asociación AH se asocian a un elevado contenido en gravas.

Variables	Abundancia			Cobertura		
	λ_a	P	F	λ_a	P	F
HUMj 30 (%)	0,34	0,020	1,79	0,47	0,002	2,42
gravas (%)	0,49	0,008	2,26	0,54	0,004	2,53
Huma 10 (%)	0,37	0,038	1,86	-	-	-

Tabla 3.12. Efectos condicionales en CCA de las variables ambientales obtenidos a través el procedimiento de selección forzada del Test de permutaciones de Monte Carlo sobre el total de variables ambientales estimadas. Solo estas variables se han incluido en el CCA. Datos de las muestras de las comunidades cuyos suelos presentan menor salinidad (AA, SA y HA).

	Abundancia	Cobertura
Test of significance of first canonical axis: eigenvalue	0,574	0,573
F-ratio	2,331	2,500
P-value	0,018	0,028
Test of significance of all canonical axes : Trace	1,200	1,009
F-ratio	2,114	2,614
P-value	0,002	0,002

Tabla 3.13. Sumario del Test de Monte Carlo. Datos de las muestras de las comunidades cuyos suelos presentan menor salinidad (AA, SA y HA).

Ejes	Abundancia				Cobertura			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Eigenvalores	0,574	0,353	0,273	0,441	0,573	0,436	0,645	0,444
Correlaciones especies-ambiente	0,900	0,850	0,951	0,000	0,897	0,908	0,000	0,000
Porcentaje acumulado de varianza								
de datos de especies	17,5	28,3	36,6	50,0	17,2	30,3	49,8	63,1
de relación especies-ambiente	47,8	77,3	100,0	0,0	56,8	100,0	0,0	0,0
Correlaciones con factores ambientales:								
HUMj 30 (%)	0,374	0,412	-0,831	0,000	0,578	-0,815	0,000	0,000
gravas (%)	0,813	0,427	0,395	0,000	0,878	0,479	0,000	0,000
Huma 10 (%)	-0,505	0,800	-0,324	0,000	-	-	-	-

Tabla 3.14. Sumario del análisis CCA realizado a partir de datos de abundancia y cobertura de especies y de las variables ambientales seleccionadas por el procedimiento de selección forzada. Datos de las muestras de las comunidades cuyos suelos presentan menor salinidad (AA, SA y HA).

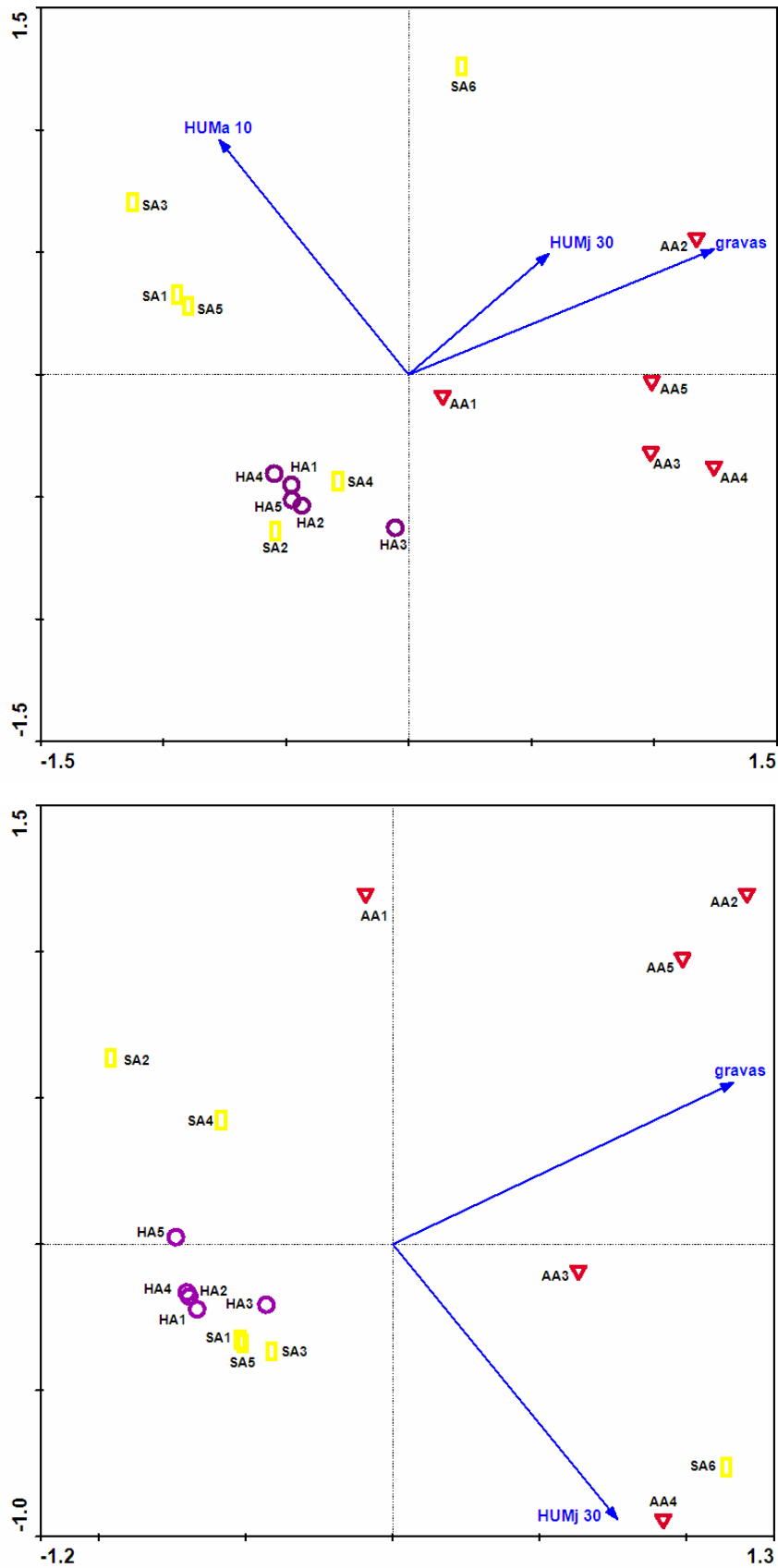


Figura 3.16. Representación gráfica de los CCA parciales que muestran la ordenación de las 16 muestras (triángulos, rectángulos, círculos) correspondientes a las comunidades cuyos suelos presentan menor salinidad (AA, SA y HA) y de las variables ambientales (vectores) seleccionadas por su nivel de significación ($p < 0,05$). Análisis realizados a partir de datos de abundancia (fig. A) y cobertura (fig. B).

Variables	Abundancia			Cobertura		
	λ_a	P	F	λ_a	P	F
Gravas (%)	0,51	0,002	3,52	0,38	0,006	2,55
Huma 20 (%)	0,29	0,030	2,17	-	-	-
SO ₄ ²⁻ (meq/l)	-	-	-	0,30	0,028	2,23

Tabla 3.15. Efectos condicionales en CCA de las variables ambientales obtenidos a través el procedimiento de selección forzada del Test de permutaciones de Monte Carlo sobre el total de variables ambientales estimadas. Solo estas variables se han incluido en el CCA. Datos de las muestras de las comunidades cuyos suelos presentan mayor salinidad (AF, AH, AS y CS).

	Abundancia	Cobertura
Test of significance of first canonical axis: eigenvalue	0,509	0,393
F-ratio	3,32	2,538
P-value	0,00	0,016
Test of significance of all canonical axes : Trace	0,804	0,683
F-ratio	2,955	2,479
P-value	0,002	0,002

Tabla 3. 16. Sumario del Test de Monte Carlo. Datos de los muestras de las comunidades cuyos suelos presentan mayor salinidad (AF, AH, AS y CS).

Ejes	Abundancia				Cobertura			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Eigenvalores	0,509	0,295	0,547	0,381	0,393	0,290	0,580	0,376
Correlaciones especies-ambiente	0,928	0,811	0,000	0,000	0,841	0,854	0,000	0,000
Porcentaje acumulado de varianza								
de datos de especies	16,3	25,8	43,4	55,6	13,0	22,6	41,7	54,2
de relación especies-ambiente	63,3	100,0	0,0	0,0	57,5	100,0	0,0	0,0
Correlaciones con factores ambientales:								
gravas (%)	0,999	-0,013	0,000	0,000	0,909	0,417	0,000	0,000
Huma 20 (%)	-0,291	0,957	0,000	0,000	-	-	-	-
SO ₄ ²⁻ (meq/l)	-	-	-	-	-0,660	0,751	0,000	0,000

Tabla 3.17. Sumario del análisis CCA realizado a partir de datos de abundancia y cobertura de especies y de las variables ambientales seleccionadas por el procedimiento de selección forzada. Datos de las muestras de las comunidades cuyos suelos presentan mayor salinidad (AF, AH, AS y CS).

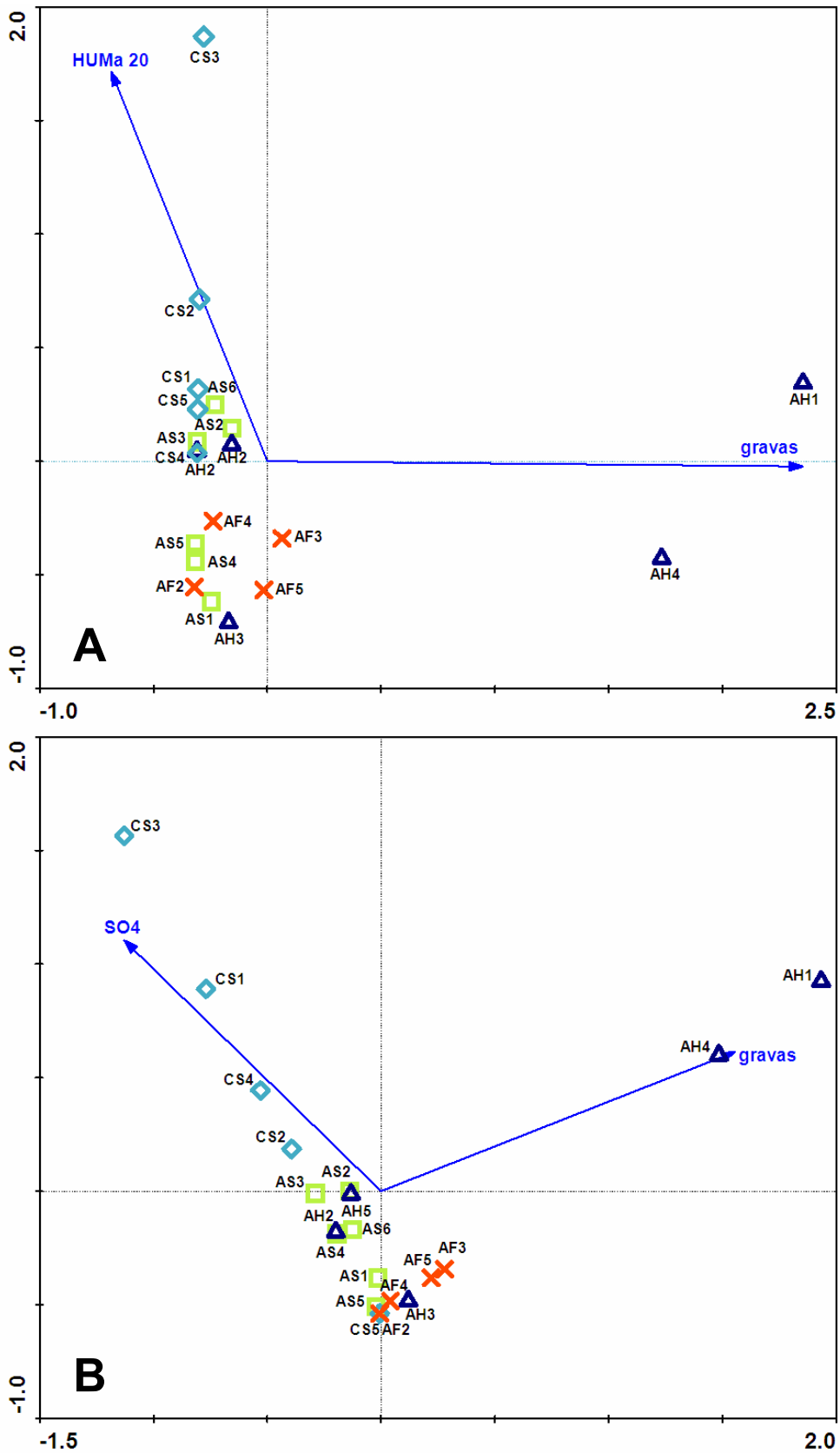


Figura 3.17. Representación gráfica de los CCA parciales que muestran la ordenación de las 20 muestras (rombos, cuadrados, triángulos, aspas) correspondientes a las comunidades cuyos suelos presentan mayor salinidad (CS, AS, AH y AF) y de las variables ambientales (vectores) seleccionadas por su nivel de significación ($p < 0,05$). Análisis realizados a partir de datos de abundancia (fig. A) y cobertura (fig. B).

3.3.4.2. Relaciones suelo-especies

Del análisis de la figura 3.18 se deducen las principales relaciones entre las especies registradas en las parcelas muestreadas y los parámetros edáficos seleccionados como significativos por el Test de Monte Carlo en el proceso de análisis de correspondencias canónicas. Destaca la disposición en el diagrama de especies como *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*, *Gypsophila tomentosa*, *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, así como diversas especies del género *Limonium*, que se asocian a suelos con un elevado contenido en agua y con una alta concentración de iones sulfato. Estas especies son características, como ya se ha indicado, de las formaciones CS, AS y AH, que evolucionan en suelos de marcada salinidad y humedad. Por otro lado, especies como *Artemisia barrelieri*, *Andryala ragusina*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Santolina canescens*, *Retama sphaerocarpa* y *Thymus zygis* subsp. *gracilis*, características de AA, se relacionan con un elevado contenido en gravas (fig. 3.18.B).

En la figura 3.19 se exponen los diagramas especies-variables ambientales, resultantes de los análisis de correspondencias canónicas parciales. Relaciones similares entre especies de flora y variables ambientales se desprenden de esta figura.

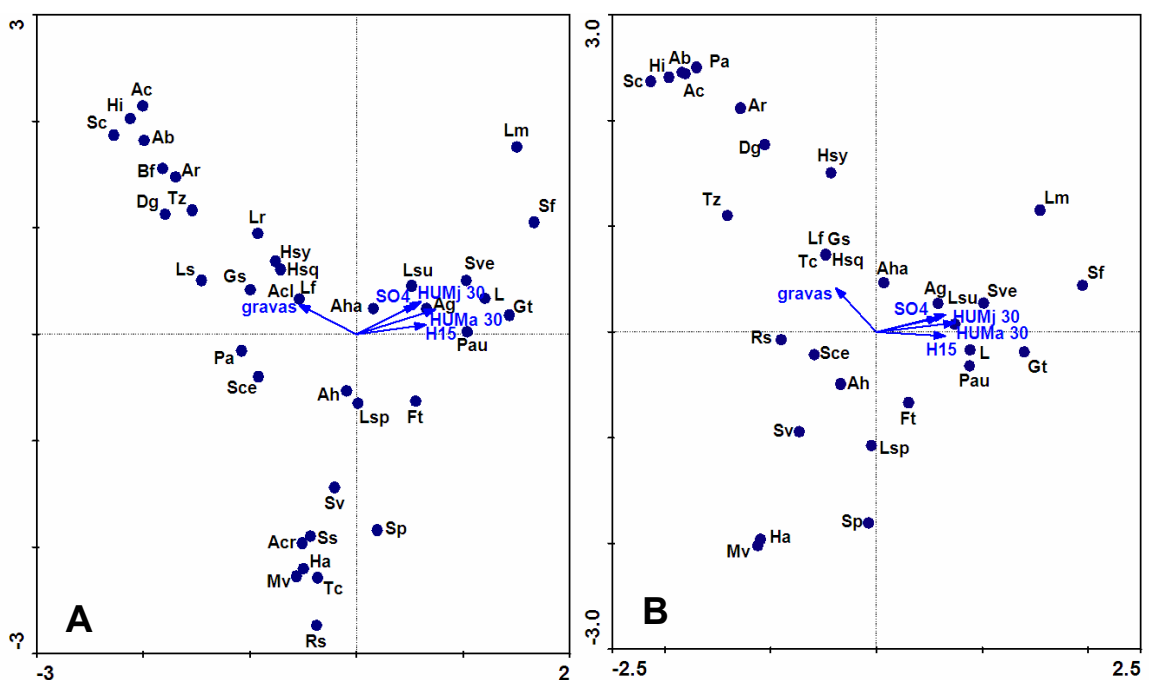


Figura 3.18. Representación gráfica de los CCA que muestran la ordenación de las especies (puntos azules), las abreviaturas empleadas pueden consultarse en la figura 3.5, y de las variables ambientales (vectores). Se trata de los mismos CCA que se presentan en la figura 3.15 pero en este gráfico se han omitido las muestras. Análisis realizados a partir de datos de abundancia (fig. A) y cobertura (fig. B).

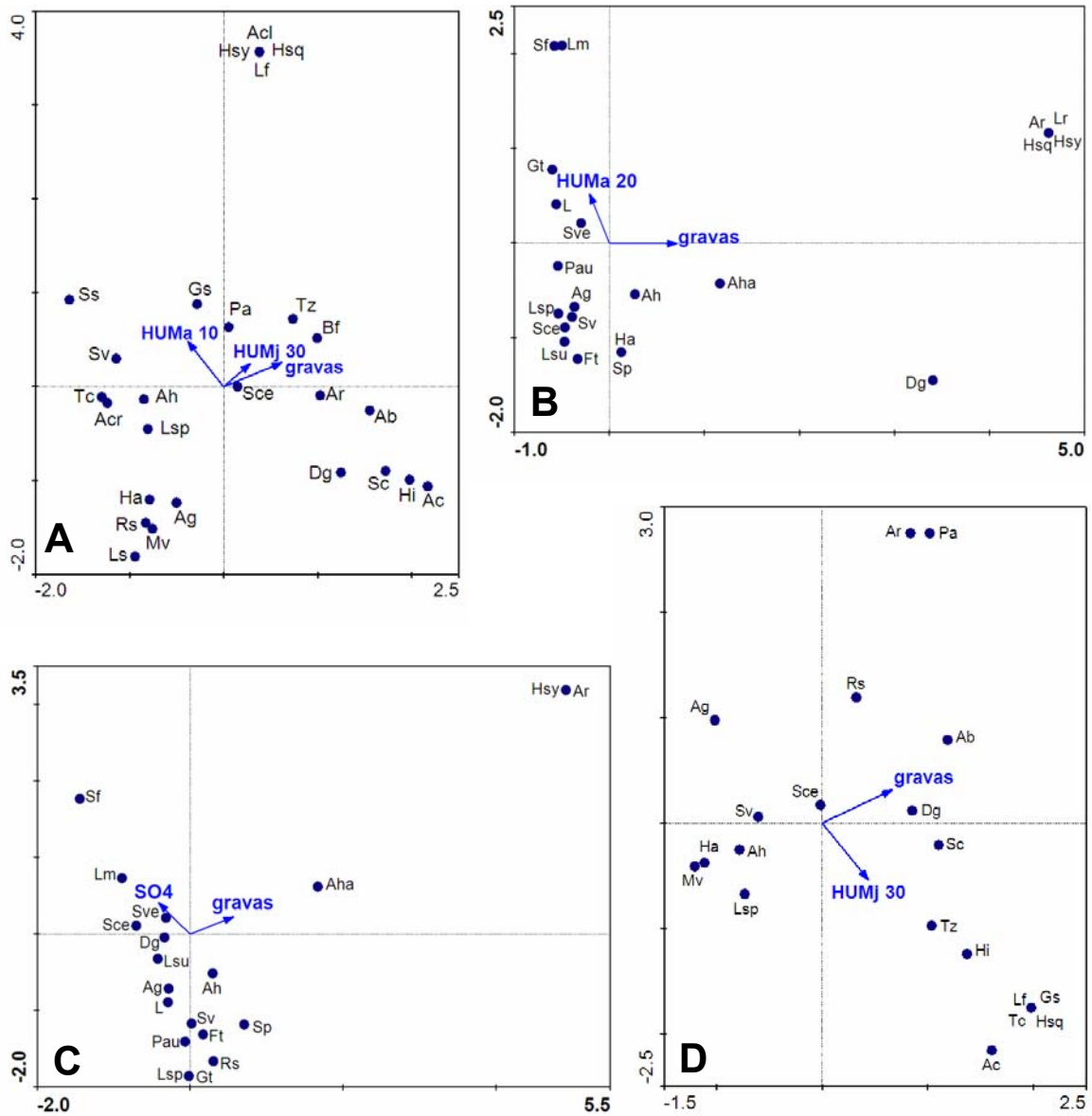


Figura 3.19. Representación gráfica de los CCA que muestran la ordenación de las especies (puntos azules), las abreviaturas empleadas pueden consultarse en la figura 3.5, y de las variables ambientales (vectores). Se trata de los mismos CCA que se presentan en las figuras 3.16 y 3.17 pero en este gráfico se han omitido las muestras. Fig. A (no salinas abundancia), fig. D (no salinas cobertura), fig B (salinas abundancia), fig C (salinas cobertura).

3.3.4.3. Correlaciones entre variables edáficas y florísticas

Otro de los análisis que permite estudiar las **relaciones entre las variables edáficas y florísticas** es el análisis de correlaciones, que se ha realizado empleando el coeficiente no paramétrico de Spearman, ya que la mayoría de nuestros datos no cumplen el test de normalidad. Los resultados de estos análisis (tabla 3.18) indican la existencia de numerosas correlaciones significativas entre ambos grupos de datos. Tanto la abundancia como la riqueza de especies se correlacionan negativamente con la conductividad eléctrica de los suelos así como con el contenido en iones (Ca^{2+} , Cl^- , Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} o la suma de ellos). Por otra parte, también se establecen relaciones negativas entre estos parámetros florísticos y las medidas de humedad obtenidas a partir de H1/3 y H15 (en este último caso únicamente con la riqueza). La abundancia, además, se correlaciona negativamente con el contenido en carbonato cálcico, mientras que entre la riqueza de especies y el contenido en gravas se establecen relaciones positivas.

Las parcelas muestreadas donde se ha registrado una mayor cobertura se encuentran por su parte relacionados con suelos salinos y húmedos, por tanto existen correlaciones positivas significativas entre la cobertura y los parámetros edáficos que miden la humedad (H 1/3, H15, Hj10, Hj20, Ha10, Ha20), la conductividad eléctrica y el contenido en iones (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^-).

Entre los estimadores de diversidad utilizados y los parámetros edáficos medidos se detectan escasas correlaciones significativas. Se identifican correlaciones positivas entre los resultados de la aplicación del índice de Margalef y el contenido en gravas, y negativas entre este índice y el contenido en iones Cl^- y SO_4^{2-} , así como con el agua retenida a 33 y 1.500.

La tabla 3.19 muestra las relaciones existentes entre los **parámetros florísticos** estimados, según los resultados del análisis de correlación de Spearman. Destaca la importante correlación negativa existente entre la abundancia y la cobertura. Otro tipo de relaciones significativas, pero positivas, son las que se establecen entre parámetros como la abundancia y la riqueza de especies y entre la cobertura y la diversidad estimada mediante el índice de Shannon-Weaver.

	Abundancia	Riqueza sp.	Cobertura	I. Shannon-Weaver	I. Margalef
gravas	0,2396	0,4441**	-0,2421	0,0900	0,4260**
pH	0,1714	0,2196	0,1078	0,3059	0,1216
CaCO ₃	-0,3925*	-0,0011	-0,0084	-0,0079	-0,0343
CE	-0,3830*	-0,4051*	0,3434*	0,1123	-0,3080
Yeso	-0,1049	-0,1698	0,1607	-0,0454	-0,1168
Ca ²⁺	-0,3925*	-0,4221**	0,3265*	0,1079	-0,3211
K ⁺	-0,3613*	-0,3940*	0,3403*	0,1580	-0,2917
Mg ²⁺	-0,4127*	-0,3941*	0,4210**	0,1355	-0,2999
Na ⁺	-0,3414*	-0,3948*	0,3244	0,1731	-0,3164
Cl ⁻	-0,3925*	-0,4304**	0,2794	0,1181	-0,3497*
SO ₄ ²⁻	-0,3301*	-0,4115*	0,3586*	0,0572	-0,3333*
NO ₂ ⁻	-0,0349	0,2153	-0,0133	0,0131	0,2829
NO ₃ ⁻	0,0868	0,2531	0,1505	0,0656	0,2808
Sum an	-0,3512*	-0,4424**	0,3345*	0,0512	-0,3642
Sum cat	-0,4209**	-0,4166*	0,3850*	0,1191	-0,3103
H1/3	-0,3529*	-0,4314**	0,4085*	-0,0799	-0,3601*
H15	-0,2082	-0,4056*	0,3943*	-0,0920	-0,3732*
Humj 10	-0,0002	0,0238	0,3995*	0,2513	0,0217
Humj 20	-0,0478	-0,1588	0,3457*	0,1375	-0,1666
Humj 30	-0,0255	-0,1147	0,3127	0,1313	-0,1296
Huma 10	-0,0002	-0,1957	0,3420*	0,0683	-0,1627
Huma 20	-0,1940	-0,3036	0,3369*	0,0510	-0,2705
Huma 30	-0,1636	-0,3199	0,3158	0,0313	-0,3006

Tabla 3.18. Coeficiente de correlación de Spearman (r), entre las variables florísticas y edáficas. *(0,05>p≤0,01), **(0,01>p>0,001), *** (p<0,001).

	Abundancia	Riqueza sp.	Cobertura	I. Shannon-Weaver
Riqueza sp	0,4769**			
Cobertura	-0,4275**	0,0456		
I. Shannon-Weaver	-0,0727	0,5651***	0,5171**	
I. Margalef	0,1515	0,6485****	0,1968	0,6485 ****

Tabla 3.19. Coeficiente de correlación de Spearman (r), entre las variables florísticas. *(0,05>p≤0,01), **(0,01>p>0,001), *** (0,001>p>0,0001), **** (p<0,0001).

Respecto a las **correlaciones entre las variables edáficas estimadas**, un elevado número de variables se encuentran relacionadas entre sí de forma significativa (tabla 3.20). Es el caso de los distintos estimadores de humedad empleados y de la conductividad eléctrica, el yeso y todas las concentraciones de iones medidas (excepto NO₂⁻ y NO₃⁻), que presentan importantes correlaciones positivas entre sí. Por otra parte, puede resaltarse que el contenido en gravas se correlaciona negativamente con el contenido en cationes y en los aniones SO₄²⁻ y Cl⁻, así como con la mayoría de los parámetros que miden humedad y con la conductividad eléctrica. Además, se relacionan negativamente otras variables como el contenido en yeso y el pH, el contenido en carbonato cálcico y la concentración de numerosos iones, el carbonato cálcico y la humedad, etc.

	gravas	pH	CaCO ₃	H1/3	H15	Agua útil	CE	Yeso	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sum cat	Sum an	Humj 10	Humj 20	Humj 30	Hum a10	Hum a20	Hum a30
gravas	1,00																							
pH	-0,009	1,00																						
CaCO ₃	,001	0,12	1,00																					
H1/3	-0,0316	-0,25	-0,17	1,00																				
H15	-0,036*	-0,24	-0,037*	0,82**	1,00																			
Agua útil	-0,41*	-0,12	0,12	0,69**	0,27	1,00																		
CE	-0,58**	0,05	-0,25	0,62**	0,73**	0,39*	1,00																	
Yeso	-0,050	-0,36*	-0,49**	0,60**	0,75**	0,16	,512*	1,00																
Na ⁺	-0,47**	0,23	-0,20	0,54**	0,60**	,034*	,90**	0,34*	1,00															
K ⁺	-0,52**	0,05	-0,35*	0,53**	0,61**	0,30	0,89**	0,48**	0,81**	1,00														
Mg ²⁺	-0,56**	0,08	-0,35*	0,66**	0,74**	0,40*	0,95**	0,50**	0,88**	0,87**	1,00													
Ca ²⁺	-0,65**	0,04	-0,35*	0,57**	0,66**	0,30*	0,94**	0,46**	0,85**	0,91**	0,94**	1,00												
SO ₄ ²⁻	-0,53**	0,06	-0,40*	0,70**	0,81**	0,30*	0,93**	0,62**	0,83**	0,87**	0,96**	0,90**	1,00											
Cl ⁻	-0,52**	0,23	-0,20	0,52**	0,56**	0,30*	0,89*	0,34*	0,96**	0,81**	0,87**	0,88**	0,82**	1,00										
NO ₃ ⁻	0,046	-0,28	0,19	0,06	-0,05	0,08	-0,21	-0,12	-0,26	-0,24	-0,28	-0,25	-0,29	-0,31	1,00									
NO ₂ ⁻	-0,025	-0,22	0,25	-0,15	-0,29	0,12	-0,31	-0,32	-0,33*	-0,30	-0,36*	-0,26	-0,40*	-0,31	0,68**	1,00								
Sum cat	-0,62**	0,07	-0,34*	0,62**	0,71**	0,40*	0,97**	0,51**	0,89**	0,91**	0,97**	0,98**	0,93**	0,89**	-0,26	-0,33*	1,00							
Sum an	-0,60**	0,03	-0,33*	0,69**	0,77**	0,43**	0,96**	0,55**	0,87**	0,89**	0,98**	0,97**	0,98**	0,87**	-0,26	-0,36*	0,96**	1,00						
Humj 10	-0,18	-0,05	-0,42*	0,64**	0,79**	0,13	0,58**	0,69**	0,49**	0,51**	0,62**	0,52**	0,67**	0,43**	-0,09	-0,30	0,58**	0,63**	1,00					
Humj 20	-0,29	-0,05	-0,37*	0,76**	0,84**	0,28	0,64**	0,72**	0,53**	0,59**	0,68**	0,60**	0,75**	0,51**	-0,15	-0,36*	0,64**	0,71**	0,93**	1,00				
Humj 30	-0,28	0,01	-0,50**	0,68**	0,85**	0,16	0,71**	0,71**	0,62**	0,64**	0,76**	0,67**	0,80**	0,55**	-0,16	-0,39*	0,72**	0,76**	0,91**	0,93**	1,00			
Huma 10	-0,033*	-0,13	-0,47**	0,69**	0,90**	0,21	0,71**	0,79**	0,55**	0,60**	0,75**	0,68**	0,82**	0,56**	-0,13	-0,28	0,72**	0,77**	0,85**	0,86**	0,87**	1,00		
Huma 20	-0,042*	-0,09	-0,48**	0,71**	0,90**	0,25	0,82**	0,71**	0,71**	0,73**	0,86**	0,79**	0,90**	0,68**	-0,15	-0,35*	0,83**	0,87**	0,83**	0,86**	0,92**	0,95**	1,00	
Huma 30	-0,46**	-0,06	-0,46**	0,72**	0,89**	0,28	0,81**	0,69**	0,71**	0,73**	0,84**	0,80**	0,88**	0,69**	-0,12	-0,35*	0,83**	0,86**	0,80**	0,85**	0,92**	0,92**	0,99**	1,00

Tabla 3.20. Coeficiente de correlación de Spearman (r), entre las variables edáficas. *(0,05>p≤0,01), **(0,01>p>0,001), ***(p<0,001).

Sp.	gravas	pH	CaCO ₃	H1/3	H15	CE	Yeso	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sum cat	Sum an	Humj 10	Humj 20	Humj 30	Huma 10	Huma 20	Huma 30
Ah	0,00	0,07	0,18	-0,30	-0,27	-0,22	-0,05	-0,18	-0,21	-0,19	-0,31	-0,21	-0,14	-0,19	-0,01	-0,21	-0,20	-0,20	-0,24	-0,29	-0,19	-0,27	-0,30
Sv	-0,12	-0,04	0,24	0,00	-0,11	-0,20	0,02	-0,19	-0,18	-0,17	-0,23	-0,16	-0,18	-0,19	-0,07	-0,19	-0,18	-0,13	-0,12	-0,26	-0,11	-0,18	-0,22
Pa	0,17	0,04	0,06	-0,29	-0,25	-0,28	0,03	-0,23	-0,22	-0,20	-0,35*	-0,21	-0,22	-0,06	-0,05	-0,24	-0,23	-0,11	-0,15	-0,16	-0,17	-0,27	-0,26
Tc	-0,13	-0,07	0,22	-0,20	-0,09	-0,14	0,02	-0,14	-0,12	-0,12	-0,12	-0,11	-0,13	0,18	0,59*	-0,13	-0,13	-0,09	-0,14	-0,19	-0,11	-0,17	-0,19
Sce	0,13	0,03	0,02	-0,29	-0,28	-0,23	-0,34*	-0,19	-0,18	-0,17	-0,28	-0,17	-0,18	0,37*	0,22	-0,20	-0,19	-0,19	-0,27	-0,32	-0,24	-0,30	-0,34*
Acr	-0,13	-0,06	0,04	-0,03	-0,12	-0,14	-0,07	-0,14	-0,13	-0,12	-0,15	-0,11	-0,13	-0,01	0,16	-0,14	-0,13	-0,07	-0,13	-0,19	-0,12	-0,18	-0,21
Ss	0,27	-0,91*	-0,39*	0,16	0,48*	-0,10	0,28	-0,11	-0,07	-0,09	-0,06	-0,07	-0,10	-0,07	-0,11	-0,10	-0,09	0,26	0,29	0,23	0,42*	0,28	0,26
Ls	-0,04	0,10	0,00	-0,35*	-0,28	-0,15	-0,22	-0,10	-0,10	-0,09	-0,21	-0,10	-0,09	-0,11	-0,12	-0,11	-0,10	-0,12	-0,18	-0,21	-0,15	-0,18	-0,22
Gs	0,31	-0,74*	-0,34*	-0,02	0,29	-0,17	0,21	-0,16	-0,13	-0,14	-0,17	-0,12	-0,15	-0,14	-0,17	-0,16	-0,14	0,16	0,17	0,11	0,29	0,14	0,12
Ar	0,19	0,10	-0,17	-0,44*	-0,31	-0,23	-0,15	-0,18	-0,16	-0,15	-0,30	-0,16	-0,17	0,14	-0,06	-0,18	-0,18	-0,05	-0,11	-0,09	-0,18	-0,23	-0,22
Lsp	-0,12	0,07	-0,02	-0,07	-0,17	-0,07	-0,32	-0,09	0,22	-0,16	0,00	-0,15	-0,09	0,06	0,10	-0,12	-0,14	-0,12	-0,14	-0,13	-0,17	-0,11	-0,08
Ha	-0,21	0,01	0,35*	-0,06	-0,18	-0,24	-0,44*	-0,21	-0,20	-0,19	-0,20	-0,19	-0,19	0,10	0,47*	-0,21	-0,21	-0,23	-0,26	-0,32	-0,28	-0,33*	-0,35*
Ag	-0,22	0,14	-0,13	0,13	0,01	0,38*	0,02	0,24	0,13	0,09	0,26	0,09	0,20	0,02	-0,09	0,15	0,13	-0,01	0,03	0,11	0,08	0,19	0,23
Hsq	0,39*	-0,07	0,00	0,02	0,03	-0,13	0,27	-0,13	-0,12	-0,11	-0,13	-0,10	-0,12	-0,11	-0,08	-0,12	-0,11	0,00	0,02	0,02	0,04	-0,04	-0,03
Hsy	0,54*	-0,07	0,00	0,10	0,11	-0,12	0,27	-0,12	-0,12	-0,11	-0,11	-0,09	-0,12	-0,10	-0,11	-0,12	-0,11	0,06	0,08	0,09	0,11	0,02	0,00
Lf	0,21	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,10	0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,05	-0,09	-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,06	-0,04
Acl	0,21	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,10	0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,05	-0,09	-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,06	-0,04
Tz	0,26	0,03	-0,11	-0,24	-0,14	-0,18	0,17	-0,16	-0,15	-0,14	-0,19	-0,14	-0,15	-0,12	-0,08	-0,16	-0,15	-0,08	-0,12	-0,07	-0,06	-0,14	-0,09
Dg	0,39*	0,15	0,13	-0,40*	-0,26	-0,20	-0,29	-0,14	-0,14	-0,12	-0,30	-0,14	-0,13	-0,14	-0,13	-0,15	-0,15	-0,13	-0,17	-0,16	-0,22	-0,25	-0,27
Mv	-0,10	-0,05	0,21	0,00	-0,08	-0,07	-0,21	-0,09	-0,09	-0,08	0,06	-0,08	-0,07	0,02	0,21	-0,08	-0,08	-0,11	-0,12	-0,14	-0,12	-0,15	-0,16
Rs	-0,09	0,07	0,21	0,06	-0,06	-0,14	-0,22	-0,10	-0,10	-0,08	-0,20	-0,10	-0,09	0,11	0,22	-0,10	-0,10	-0,12	-0,12	-0,16	-0,13	-0,15	-0,15
Sve	-0,29	0,19	-0,09	0,20	0,17	0,52*	0,08	0,41*	0,39*	0,33*	0,61*	0,30	0,44*	-0,19	-0,20	0,40*	0,37*	0,11	0,16	0,27	0,19	0,36*	0,41*
Lm	-0,14	0,13	-0,05	0,04	0,11	0,30	0,12	0,25	0,15	0,25	0,28	0,26	0,18	-0,18	-0,20	0,26	0,25	0,18	0,23	0,24	0,23	0,35*	0,28
Lsu	-0,14	0,10	-0,01	0,07	0,01	0,41*	-0,02	0,36*	0,25	0,19	0,36*	0,08	0,58*	-0,12	-0,15	0,27	0,25	-0,05	-0,01	0,03	-0,03	0,04	0,06
Ft	-0,12	-0,24	-0,18	0,18	0,17	-0,12	0,15	-0,14	-0,12	-0,14	-0,08	-0,14	-0,08	0,16	-0,02	-0,14	-0,13	-0,01	0,02	0,08	0,04	0,04	0,11
Sc	0,47*	0,09	0,29	-0,17	-0,13	-0,14	-0,22	-0,10	-0,10	-0,08	-0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,07	-0,10	-0,10	-0,09	-0,15	-0,15	-0,14	-0,16	-0,17
Aha	0,00	0,12	0,02	0,16	0,07	0,28	0,15	0,16	-0,02	0,06	0,30	0,05	0,09	0,08	0,11	0,11	0,07	0,06	0,09	0,10	0,18	0,12	0,14
Pau	-0,15	0,10	0,11	0,14	0,09	0,09	-0,07	0,03	-0,05	-0,03	0,27	-0,03	0,00	0,53*	0,19	0,01	-0,02	0,13	0,19	0,20	0,15	0,20	0,23

Sp.	gravas	pH	CaCO ₃	H1/3	H15	CE	Yeso	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sum cat	Sum an	Humj 10	Humj 20	Humj 30	Huma 10	Huma 20	Huma 30
L	-0,13	0,06	0,15	0,13	0,08	0,01	-0,14	-0,03	-0,05	-0,05	0,18	-0,05	-0,03	0,59*	0,14	-0,03	-0,05	0,13	0,18	0,20	0,10	0,19	0,21
Lr	0,49*	-0,06	0,00	0,12	0,12	-0,09	0,22	-0,10	-0,09	-0,08	-0,09	-0,07	-0,09	-0,08	-0,10	-0,09	-0,08	0,07	0,09	0,10	0,12	0,04	0,01
Sf	-0,24	0,13	-0,23	0,49*	0,56*	0,49*	0,30	0,63*	0,58*	0,77*	0,54*	0,79*	0,51*	0,03	-0,19	0,74*	0,75*	0,65*	0,68*	0,71*	0,54*	0,68*	0,63*
Gt	-0,10	0,04	0,16	0,11	0,06	-0,05	-0,17	-0,08	-0,06	-0,07	0,12	-0,07	-0,07	0,58*	0,10	-0,06	-0,07	0,11	0,16	0,17	0,05	0,17	0,19
Sp	-0,10	-0,05	0,11	0,10	-0,02	-0,09	0,12	-0,10	-0,09	-0,08	-0,07	-0,07	-0,09	0,23	-0,02	-0,09	-0,08	-0,07	-0,03	0,02	-0,06	-0,03	0,02
Ab	0,38*	0,18	0,02	-0,52*	-0,34*	-0,26	-0,28	-0,18	-0,18	-0,16	-0,36	-0,18	-0,17	-0,09	-0,14	-0,19	-0,19	-0,13	-0,18	-0,16	-0,24	-0,29	-0,30
Bf	0,03	0,04	-0,29	-0,26	-0,15	-0,13	0,15	-0,12	-0,11	-0,10	-0,12	-0,10	-0,11	0,09	-0,02	-0,12	-0,11	-0,07	-0,11	-0,05	-0,04	-0,10	-0,06
Hi	0,27	0,14	0,05	-0,38*	-0,24	-0,17	-0,25	-0,11	-0,12	-0,10	-0,26	-0,12	-0,11	-0,12	-0,12	-0,13	-0,12	-0,10	-0,13	-0,12	-0,19	-0,21	-0,24
Ac	0,19	0,13	0,00	-0,35*	-0,22	-0,14	-0,22	-0,10	-0,10	-0,09	-0,22	-0,10	-0,09	-0,11	-0,11	-0,11	-0,10	-0,09	-0,10	-0,09	-0,16	-0,18	-0,21
Kv	0,14	0,08	0,01	-0,25	-0,20	-0,14	-0,22	-0,10	-0,09	-0,09	-0,21	-0,10	-0,09	0,00	-0,06	-0,11	-0,10	0,03	0,00	-0,02	-0,15	-0,15	-0,16

Tabla 3.21. Coeficiente de de correlación de Spearman Rank (r) entre las variables edáficas y la abundancia de especies. *(p<0,05). Las abreviaturas empleadas para las especies pueden consultarse en la figura 3.5.

Sp.	gravas	pH	CaCO ₃	H1/3	H15	CE	Yeso	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sum cat	Sum an	Humj 10	Humj 20	Humj 30	Huma 10	Huma 20	Huma 30
Ah	-0,15	0,07	0,16	-0,26	-0,30	-0,27	-0,21	-0,23	-0,18	-0,25	-0,36*	-0,26	-0,20	-0,14	0,06	-0,27	-0,26	-0,24	-0,30	-0,35*	-0,26	-0,33*	-0,36*
Sv	-0,14	-0,06	0,23	0,02	-0,11	-0,20	0,10	-0,20	-0,18	-0,17	-0,22	-0,16	-0,18	-0,17	-0,07	-0,19	-0,18	-0,12	-0,08	-0,26	-0,10	-0,19	-0,22
Pa	0,15	0,07	-0,23	-0,35*	-0,24	-0,17	-0,05	-0,14	-0,12	-0,12	-0,20	-0,12	-0,13	0,39*	0,02	-0,14	-0,13	-0,13	-0,19	-0,17	-0,12	-0,18	-0,18
Tc	0,21	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,10	0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,05	-0,09	-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,06	-0,04
Sce	-0,04	0,05	0,00	-0,23	-0,15	-0,01	-0,19	0,09	0,09	-0,01	-0,13	-0,02	0,09	0,33*	0,34*	0,01	0,02	-0,12	-0,16	-0,17	-0,18	-0,19	-0,23
Ss	0,29	-0,91*	-0,40*	0,16	0,49*	-0,08	0,27	-0,09	-0,06	-0,08	-0,05	-0,06	-0,09	-0,07	-0,12	-0,09	-0,08	0,26	0,30	0,25	0,43*	0,29	0,28
Gs	0,21	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,10	0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,05	-0,09	-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,06	-0,04
Ar	0,23	0,08	-0,06	-0,30	-0,22	-0,19	-0,16	-0,14	-0,13	-0,12	-0,26	-0,13	-0,13	0,04	-0,07	-0,15	-0,14	0,01	-0,02	-0,03	-0,14	-0,17	-0,18
Lsp	-0,13	0,04	0,28	0,03	-0,01	-0,15	-0,22	-0,15	-0,13	-0,14	-0,05	-0,13	-0,14	0,33*	0,02	-0,14	-0,14	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,03	0,02
Ha	-0,21	-0,01	0,32	-0,16	-0,18	-0,24	-0,41*	-0,22	-0,20	-0,19	-0,22	-0,19	-0,20	0,18	0,69*	-0,21	-0,21	-0,23	-0,27	-0,32	-0,28	-0,32	-0,35*
Ag	-0,19	0,16	-0,07	0,05	-0,04	0,38*	-0,03	0,25	0,19	0,09	0,23	0,09	0,22	-0,11	-0,11	0,16	0,14	-0,04	-0,03	0,03	0,03	0,13	0,16
Hsq	0,21	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,10	0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,05	-0,09	-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,06	-0,04

Sp.	gravas	pH	CaCO ₃	H1/3	H15	CE	Yeso	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	Sum cat	Sum an	Humj 10	Humj 20	Humj 30	Huma 10	Huma 20	Huma 30
Hsy	0,49	-0,06	0,00	0,12	0,12	-0,09	0,22	-0,10	-0,09	-0,08	-0,09	-0,07	-0,09	-0,08	-0,10	-0,09	-0,08	0,07	0,09	0,10	0,12	0,04	0,01
Lf	0,21	-0,05	0,00	-0,03	-0,02	-0,10	0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,10	-0,08	-0,09	-0,09	-0,05	-0,09	-0,09	-0,03	-0,02	-0,02	-0,01	-0,06	-0,04
Tz	0,54*	0,09	0,29	-0,21	-0,17	-0,21	-0,17	-0,15	-0,15	-0,14	-0,28	-0,15	-0,15	-0,12	-0,08	-0,16	-0,16	-0,12	-0,17	-0,18	-0,17	-0,22	-0,22
Ca	-0,03	0,02	-0,28	-0,19	-0,09	-0,10	0,21	-0,10	-0,09	-0,08	-0,07	-0,07	-0,09	-0,06	-0,04	-0,09	-0,09	-0,03	-0,07	0,01	0,00	-0,05	-0,01
Dg	0,21	0,18	0,05	-0,25	-0,18	0,02	-0,10	-0,04	-0,12	-0,03	-0,14	-0,05	-0,05	-0,03	-0,19	-0,05	-0,06	-0,08	-0,13	-0,08	-0,11	-0,09	-0,08
Mv	-0,10	-0,05	0,21	0,00	-0,08	-0,07	-0,21	-0,09	-0,09	-0,08	0,06	-0,08	-0,07	0,02	0,21	-0,08	-0,08	-0,11	-0,12	-0,14	-0,12	-0,15	-0,16
Rs	0,16	0,08	-0,07	-0,36*	-0,29	-0,21	-0,28	-0,17	-0,15	-0,15	-0,24	-0,16	-0,16	0,51*	0,16	-0,17	-0,17	-0,19	-0,25	-0,28	-0,23	-0,25	-0,27
Sve	-0,17	0,19	-0,01	0,30	0,18	0,55*	0,19	0,37*	0,30	0,30	0,57*	0,29	0,39*	-0,10	-0,14	0,36*	0,34*	0,08	0,13	0,24	0,17	0,37*	0,39*
Lm	-0,13	0,14	-0,01	0,03	0,07	0,31	0,07	0,25	0,12	0,21	0,26	0,21	0,19	-0,18	-0,20	0,23	0,22	0,12	0,17	0,18	0,17	0,28	0,25
Lsu	-0,13	0,12	0,02	0,04	0,03	0,37*	-0,05	0,30	0,25	0,19	0,34*	0,11	0,43*	-0,16	-0,18	0,25	0,23	0,00	0,03	0,06	0,01	0,10	0,11
Ft	-0,04	-0,44*	-0,30	0,21	0,27	-0,17	0,19	-0,19	-0,16	-0,17	-0,12	-0,15	-0,15	0,16	-0,04	-0,18	-0,16	0,06	0,10	0,14	0,15	0,12	0,18
Sc	0,47*	0,09	0,29	-0,17	-0,13	-0,14	-0,22	-0,10	-0,10	-0,08	-0,20	-0,10	-0,09	-0,09	-0,07	-0,10	-0,10	-0,09	-0,15	-0,15	-0,14	-0,16	-0,17
Aha	0,36*	0,04	0,04	0,23	0,06	0,09	0,19	-0,02	-0,06	-0,05	0,13	-0,05	-0,05	-0,02	-0,08	-0,03	-0,05	0,02	0,03	0,03	0,07	0,03	0,03
L	-0,14	0,06	0,10	0,12	0,06	0,00	-0,14	-0,02	-0,01	-0,05	0,16	-0,05	-0,01	0,53*	0,07	-0,02	-0,04	0,09	0,14	0,17	0,05	0,16	0,20
Pau	-0,16	0,09	0,02	0,11	0,04	0,04	-0,08	-0,02	-0,09	-0,06	0,23	-0,07	-0,04	0,42*	0,13	-0,03	-0,06	0,06	0,11	0,12	0,09	0,14	0,19
Sf	-0,24	0,13	-0,21	0,45*	0,53*	0,48*	0,29	0,60*	0,55*	0,73*	0,53*	0,75*	0,49*	0,04	-0,19	0,71*	0,72*	0,62*	0,65*	0,69*	0,52*	0,67*	0,61*
Gt	-0,10	0,04	0,16	0,11	0,06	-0,05	-0,17	-0,08	-0,06	-0,07	0,12	-0,07	-0,07	0,58*	0,10	-0,06	-0,07	0,11	0,16	0,17	0,05	0,17	0,19
Sp	-0,10	-0,05	0,11	0,10	-0,02	-0,09	0,12	-0,10	-0,09	-0,08	-0,07	-0,07	-0,09	0,23	-0,02	-0,09	-0,08	-0,07	-0,03	0,02	-0,06	-0,03	0,02
Ab	0,51*	0,18	0,05	-0,57*	-0,41*	-0,31	-0,36*	-0,22	-0,21	-0,20	-0,43*	-0,22	-0,21	0,18	-0,09	-0,24	-0,23	-0,15	-0,24	-0,24	-0,30	-0,35*	-0,37*
Hi	0,43*	0,17	0,16	-0,44*	-0,29	-0,22	-0,34*	-0,15	-0,15	-0,13	-0,33*	-0,15	-0,14	-0,14	-0,14	-0,16	-0,16	-0,12	-0,16	-0,16	-0,24	-0,27	-0,29
Ac	0,19	0,13	0,00	-0,35*	-0,22	-0,14	-0,22	-0,10	-0,10	-0,09	-0,22	-0,10	-0,09	-0,11	-0,11	-0,11	-0,10	-0,09	-0,10	-0,09	-0,16	-0,18	-0,21

Tabla 3.22. Coeficiente de correlación de Spearman Rank (r) entre las variables edáficas y la cobertura de las especies. *(p<0,05). Las abreviaturas empleadas para las especies pueden consultarse en la figura 3.5.

En el análisis conjunto de las tablas de correlaciones entre las variables edáficas y florísticas (abundancia y cobertura) también se identifican numerosas correlaciones significativas (tablas 3.21 y 3.22). Destacan las correlaciones positivas detectadas entre *Suaeda vera* y numerosas variables relacionadas con la salinidad y la humedad (conductividad eléctrica, concentración de diversos iones: Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} y Cl^- , suma total de cationes, suma total de iones y humedad en agosto entre los 10 y los 30 cm de profundidad). *Sarcocornia fruticosa*, además de las relaciones citadas para *Suaeda vera*, se correlaciona positivamente también con el agua retenida a 33 kPa y a 1.500 kPa, con la concentración de SO_4^{2-} y con el contenido en agua del suelo en junio y en agosto, en los 3 intervalos de profundidad medidos. La mayoría de estos parámetros se encuentran, a su vez correlacionados entre sí (tabla 3.20).

Por otra parte, *Artemisia barrelieri* mostró correlaciones negativas con parámetros que estiman la humedad edáfica (concretamente con agua retenida a 33 y 1.500 kPa), y positivas con el contenido en gravas. Otras especies menos frecuentes también se correlacionan positivamente con el contenido en gravas, como *Helianthemum syriacum*, *Helianthemum squamatum*, *Dactylis glomerata*, *Santolina canescens*, *Atriplex halimus* y *Thymus zygis*. Entre la humedad retenida a 33 kPa y especies como *Retama sphaerocarpa*, *Helichrysum italicum*, *Dactylis glomerata*, *Andryala ragusina* y *Lepidium subulatum*, se detectan igualmente correlaciones negativas significativas.

Hammada articulata presentó una relación positiva con el carbonato cálcico y con el contenido en nitritos y negativa con el contenido en yeso y la humedad registrada en agosto entre los 10 y los 30 cm de profundidad. El contenido en nitritos se correlaciona además positivamente con la abundancia de *Teucrium capitatum* y con la cobertura de *Stipa lagascae*. Esta especie también se relacionaba de forma positiva con el contenido en nitratos y éstos con la abundancia y/o cobertura de *Gypsophila tomentosa*, *Phragmites australis*, *Retama sphaerocarpa*, *Lygeum spartum*. La marcada abundancia de *Plantago albicans* se correlaciona negativamente con la concentración de ión Calcio.

Llama la atención que algunas especies típicamente gipsófitas como *Gypsophila struthium*, *Lepidium subulatum* o *Helianthemum squamatum* no muestren, en nuestros resultados, correlaciones positivas con el contenido en yeso, ni con la concentración de iones Ca^{2+} y SO_4^{2-} . En este sentido hay que matizar que se trata de especies poco frecuentes en las parcelas analizadas, por lo que los resultados no son representativos ni significativos estadísticamente.

3.4. DISCUSIÓN

3.4.1. CLASIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN DE CULTIVOS ABANDONADOS DEL TERRITORIO

Los análisis multivariantes se emplean con frecuencia para clasificar la vegetación en estudios analizados desde una perspectiva fitosociológica (Loidi y Fernández-González, 1994; Loidi *et al.*, 1996; Abd-El Ghani, 1998; Melendo *et al.*, 1999; Angiolini y Bacchetta, 2003; García Fuentes *et al.*, 2003; Bacchetta *et al.*, 2004; Fanelli *et al.*, 2004; Rodríguez Rojo y Sánchez Mata, 2004; Angiolini *et al.*, 2005, etc.). Aunque en la mayoría de los trabajos se suele obtener una buena correspondencia entre los grupos resultantes del análisis multivariante y las categorías fitosociológicas, en otros la correspondencia no resulta tan obvia, como en el estudio llevado a cabo por Caballero *et al.* (2002) sobre vegetación de los saladares del Guadalentín (Murcia).

Los análisis de conglomerados realizados a partir de los datos de abundancia y cobertura de especies de las parcelas muestreadas en los cultivos abandonados de la Depresión de Baza ordenaron de forma evidente los datos en 7 grupos, cada uno de ellos correspondía a una de las comunidades previamente identificadas en el estudio fitosociológico. La ordenación de los datos florísticos efectuada mediante DCA reconocía igualmente estos grupos, de su interpretación puede afirmarse que se trata de formaciones vegetales bien definidas desde el punto de vista florístico. Los análisis elaborados a partir de datos de cobertura, tanto el de conglomerados como el DCA, agrupan mejor las muestras en relación a las asociaciones reconocidas que los resultantes de los análisis realizados con los datos de abundancia. Por otra parte, se identificaron numerosas diferencias significativas entre los distintos grupos tras someter los datos florísticos (cobertura, abundancia, índices de diversidad y riqueza) a análisis de la varianza, reforzando la solidez de las comunidades vegetales reconocidas.

En el dendrograma elaborado a partir de datos de cobertura resalta la diferenciación del grupo constituido por la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae*, cuya principal característica florística es la elevada cobertura aportada por *Sarcocornia fruticosa* (que osciló entre el 65 y el 85%), especie ausente en las parcelas de otras comunidades. En los DCA las muestras de esta comunidad se localizan en un extremo del diagrama y próximo a éstas *Sarcocornia fruticosa* así como otras especies propias de la asociación. Desde el punto de vista fitosociológico, esta comunidad se incluye en la clase *Sarcocornietea fruticosae* Br.-Bl. y Tüxen ex A. y O. Bolòs 1950 *nom. mut. propos.* Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002, junto a *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*, mientras que el resto de comunidades estudiadas se engloban dentro de la clase *Pegano-Salsoletea* Br.-Bl. y O. Bolòs 1958. En el dendrograma también se diferencian claramente las muestras de la asociación *Atriplicetum glauco-halimi*, cuya elevada cobertura es principalmente creada por *Atriplex halimus*. Este taxón tampoco aportó cobertura en ninguno de los transectos realizados para otras comunidades. A una distancia aproximada de 200 (Linkage Distance, figura 3.3.B.), las muestras de las

asociaciones AA, HA, AS, AF y SA forman parte del mismo conglomerado. La mayor parte de las parcelas donde se estudiaron estas comunidades se caracterizan por un importante porcentaje de cobertura aportada por las especies del género *Artemisia*, además de por la ausencia de *Sarcocornia furticosa* y *Atriplex halimus*. A menor distancia las parcelas se agrupan junto a las de su misma comunidad, constituyendo conglomerados independientes. Cabe resaltar que las comunidades más próximas en el dendograma de cobertura, AF y SA, se clasifican dentro de la misma alianza fitosociológica (*Salsola vermiculatae-Peganion harmalae* Br.-Bl. y O. Bolòs 1954). El diagrama del DCA diferencia los mismos grupos, este análisis sitúa las muestras de la asociación AA en el otro extremo de la tabla, notoriamente separadas respecto a las demás, lo cual indica que existen importantes diferencias florísticas entre esta comunidad y el resto. Numerosas especies se han identificado únicamente en las parcelas estudiadas para esta comunidad (*Santolina canescens*, *Artemisa barrelieri*, *Artemisia campestris*, *Helichrysum italicum*, *Bupleurum fruticosum*, etc.).

Respecto a los resultados del análisis de conglomerados a partir de los datos de abundancia, llama la atención un grupo de muestras de la asociación *Artemisia herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* que se diferencia notoriamente del resto. Dentro de esta asociación destaca la abundancia de *Frankenia thymifolia*, se han registrado entre 201 y 292 individuos, según la parcela. En el diagrama del DCA (fig. 3.14.A) las muestras de esta asociación se ubican también notablemente separadas de las muestras del resto de asociaciones. Asimismo, tanto en el DCA como en el análisis de conglomerados de los datos de abundancia, se diferencian claramente el grupo constituido por las muestras de *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*, aunque en el dendograma AA2 no se agrupa junto a las muestras correspondientes a su comunidad. En esta parcela se registró un menor número de individuos de *Artemisia barrelieri* (49 ind.) que en AA1, AA3, AA4 y AA5, donde se contabilizaron 133, 161, 406 y 111 individuos por parcela respectivamente. Además, en AA2 no se identificaron especies frecuentes en otras zonas muestreadas de AA, como *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum* o *Dactylis glomerata*.

3.4.2. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS

En la mayoría de las parcelas abandonadas estudiadas no se registraron valores elevados ni en la riqueza de especies ni en la diversidad. Cabe reiterar que únicamente se contabilizaron especies de fanerófitos, caméfitos, hemicriptófitos gramínoides y geófitos y que el área de muestreo fue de 5 X 5 m². En cualquier caso, se detectan diferencias significativas entre las distintas asociaciones. La riqueza media de especies en las distintas comunidades varió entre el valor más bajo registrado en las parcelas de la asociación AS (3,67±0,56) y el más elevado medido en las parcelas de AA (7,40±0,24). Para comparar resultados puede hacerse referencia a algunos trabajos llevados a cabo en condiciones ambientales que muestran cierta similitud respecto a la Depresión de Baza. Los valores obtenidos en nuestro estudio resultan algo superiores a los detectados en parcelas localizadas en canteras abandonadas de zonas semiáridas de la provincia de Almería (Dana y Mota, 2006) en diferentes

periodos (12-15 años y 20-30 años). Sin embargo, en numerosos trabajos obtienen cifras de riqueza más elevadas. Bonet y Pausas (2004) detectaron una riqueza media de especies leñosas (en parcelas de 100 m² de Alicante) de 6,97 ($\pm 5,54$), que se incrementa considerablemente al contabilizar forbias y gramíneas perennes. En parcelas de 30 m x 30 m localizadas en las provincias de Alicante y Murcia, Maestre (2004) detectaron entre 10 y 35 especies perennes diferentes, aunque no se trata de cultivos abandonados sino de espartales, mucho más ricos.

Respecto a la diversidad, las medias estimadas mediante el índice propuesto por Margalef varían entre 0,58 de las parcelas de las comunidades AF y CS y 1,10 ($\pm 0,04$) de AA. El menor valor medio del Índice de Shannon-Weaver se detectó en AF ($0,34 \pm 0,08$), en el otro extremo se presenta AH ($1,21 \pm 0,05$). En cultivos abandonados de la comarca de Guadix (también en ambiente semiárido), Navarro *et al.* (2006) identificaron en parcelas de 100 m² un valor medio del índice de Shannon-Wiener entre 1,2 y 1,8 aproximadamente, según el grupo. El valor de este índice osciló entre 0,7 ($\pm 0,04$) y 2,0 ($\pm 0,1$), en el trabajo de Maestre (2004) anteriormente citado.

Sin embargo, resulta más interesante señalar qué factores determinan las diferencias florísticas entre comunidades de nuestro estudio, que la comparación con resultados de otros trabajos realizados en condiciones distintas y con parcelas y métodos también diferentes. El interés por identificar las variables ambientales que se relacionan con las variaciones en la **riqueza de especies** se han incrementado sustancialmente a lo largo de la última década, y hoy en día hay un elevado número de trabajos que versan sobre esta materia (García *et al.*, 1993; Heikkinen, 1996; Pausas y Austin, 2001; Schaffers, 2002; Maestre, 2004; Bonet y Pausas, 2004; Ma, 2005; etc). En este tipo de relaciones se hallan involucrados una amplia variedad de factores (Waide *et al.*, 1999). Características ambientales como el contenido en nutrientes del suelo, la pendiente, la orientación y la altitud han demostrado ejercer un importante control en la riqueza de especies, así como en la diversidad, en una amplia variedad de ecosistemas (Rice y Westoby, 1983; Adam *et al.*, 1989; Abd El-Ghani, 1998; Hahs *et al.*, 1999; Schaffers, 2002; Le Brocque y Buckney, 2003). Además de los factores citados, las perturbaciones debidas a la actividad humana pueden generar también una notable influencia sobre estas variables florísticas (Petraits *et al.*, 1989).

El tiempo es otro de los factores decisivos que condicionan las variaciones en la diversidad y riqueza de especies. La modificación a lo largo del tiempo de las condiciones en el suelo para el crecimiento de las plantas, que mejoran en relación a un incremento en la profundidad del suelo, en el contenido en materia orgánica, a la humedad y al decrecimiento del pH y del CaCO₃ (Shaukat *et al.*, 1981, citado en Enright *et al.*, 2005) influyen en la composición de especies y en las variaciones en la riqueza. En estudios realizados en cultivos abandonados de áreas de clima mediterráneo, como el elaborado por Debussche *et al.* (1996) se detectó un decrecimiento de la riqueza de especies en relación al incremento de la edad el abandono. En condiciones semiáridas los cambios encontrados en la diversidad son más lentos (Noy-Meir, 1973), aunque tras la perturbación los patrones de riqueza de especies varían bajo distintas condiciones ambientales (Auclair y Goff, 1971; Peet

1978; Huston, 1994). Respecto a la cobertura en plantas, los resultados de algunos estudios sugieren que el total de cobertura de plantas en ambientes semiáridos del Mediterráneo no depende de la edad de abandono, y pueden encontrarse elevados valores de cobertura en cualquier momento tras el abandono (Bonet y Pausas, 2004).

En el estudio de canteras abandonadas en zonas de yesos semiáridas de la provincia de Almería realizado por Dana y Mota (2006), se detectó un incremento progresivo tanto en la riqueza como en la diversidad de especies perennes en parcelas donde había cesado la actividad en diferentes periodos (13-15, 20-30 y 70 años atrás). El trabajo efectuado por Bonet y Pausas (2004) en cultivos abandonados del sureste de la península Ibérica (Alicante), en condiciones semiáridas, advirtió un máximo en la riqueza total de especies en las primeras etapas del abandono (menos de 20 años), cuando coexistían diversos tipos biológicos y estrategias de dispersión. Analizando la variación de la riqueza de taxones en los distintos grupos, estos autores encontraron que las especies anuales y los hemicriptófitos presentaban un máximo en los primeros 10 años de abandono, descendiendo a partir de este momento. Sin embargo, las especies leñosas alcanzaban el máximo en la riqueza después de 20 años, a partir de este momento el número de especies leñosas tendía a estabilizarse. También en antiguos campos de cultivo de Alicante, Calabuig *et al.* (2001) detectaron una tendencia a valores más elevados en los campos de menor edad de abandono. La riqueza de terófitos descendía a los 8 años. La riqueza de caméfitos se incrementaba en el primer intervalo de edad que estudiaron (3-8 años), pero se mantenía para el segundo (8-13), volviendo a producirse un incremento en el último intervalo analizado (13-23 años). Navarro *et al.* (2006), en un estudio llevado a cabo en cultivos abandonados de la Rambla de Becerra, en la provincia de Granada y próximo a la zona de estudio, detectaron que en la primera etapa tras el abandono (hasta, aproximadamente, el sexto año) la riqueza y la cobertura de especies (caméfitos, nanofanerófitos, hemicriptófitos gramínoideos y geófitos) se incrementaban, pero a partir de este momento ambos parámetros se volvían estables.

En las parcelas muestreadas en este estudio la edad de abandono debe ser similar y otras características ambientales como, altitud, orientación, pendiente, régimen de temperaturas y precipitaciones, también se mantienen prácticamente constantes, por lo que las diferencias identificadas deben presentar una importante relación con factores edáficos, como se desprende de los resultados obtenidos. Como indican los resultados del análisis de correlación, en los cultivos abandonados del territorio la riqueza de especies se relaciona positivamente con el contenido en gravas y negativamente con otros parámetros ambientales como el agua retenida a 33 y 1.500 kPa y diversas variables asociadas con la salinidad (conductividad eléctrica y la concentración de diversos iones (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} y Cl^-)).

Moustafa y Zayed (1996) detectaron que la riqueza de especies variaba a lo largo de un gradiente de humedad. Los hábitats de mayor riqueza eran los de suelos más secos, indicando que el máximo de riqueza de especies no tenía lugar en relación a una elevada disponibilidad de agua. Por otro lado, el nivel de salinidad se ha demostrado que afecta a la composición de las comunidades de plantas (Sharma y

Shankar, 1991; Kumar, 1996; Abbadi y El Sheik, 2002). En diversos estudios se ha detectado que la salinidad presenta una relación negativa con la riqueza y diversidad de especies (García *et al.*, 1993; Abd El-Ghani, 1998; Serag y Khedr, 2001; Fernández-Buces *et al.*, 2006).

Aunque no se han encontrado estudios que relacionen las variables de diversidad o riqueza de especies y el contenido en gravas, si pueden citarse algunos ejemplos de estudios que las podrían relacionar indirectamente. En diversos trabajos realizados en regiones áridas los suelos pedregosos parecían ser más productivos que los de textura más fina, especialmente cuando éstos se encontraban en superficie (Unger, 1971; Munn *et al.*, 1987). Terradas (2001) respecto a los factores que influyen en la diversidad cita la producción, y apunta que la relación entre riqueza de especies y recubrimiento o biomasa se repite en muy diversos tipos de comunidades y en la mayoría de estudios sucesionales. Entre otros, referencia el trabajo realizado por Rosenzweig y Abramsky (1993), quienes indicaron que la riqueza aumenta al aumentar la producción hasta llegar a un máximo, y luego disminuye. También cita a Whittaker (1965), quien igualmente apuntó que el número de especies de plantas vasculares, en muchos casos, se incrementa con rapidez hasta que las dominantes cierran el vuelo y posteriormente va disminuyendo gradualmente.

En nuestro estudio la cobertura (directamente asociada a la biomasa), se correlaciona de forma positiva con la conductividad eléctrica, la concentración de diversos iones (Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-}) y la suma total de los mismos, así como con la mayoría de las estimaciones de humedad realizadas. García *et al.*, (1993), en ambientes salinos de la depresión del Guadalquivir, detectaron que la biomasa aérea parecía depender principalmente de la disponibilidad de agua durante la estación de crecimiento y del contenido de cationes de calcio y magnesio en la solución del suelo. En este sentido, Yeo (1983) apuntó que las plantas capaces de vivir bajo esas duras condiciones se benefician de la elevada disponibilidad de agua, de luz y de nutrientes, compensando el coste extra de la tolerancia y produciendo una mayor cantidad de biomasa.

Cabe resaltar la elevada cobertura obtenida en las parcelas correspondientes a las asociaciones *Atriplicetum glauco-halimi* (AH) y *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* (CS). En las parcelas donde se estudiaron estas comunidades se midió una cobertura media de 93,83% ($\pm 8,06$) y 92,51% ($\pm 4,90$), respectivamente, superando en diversas parcelas el 100%, ya que la proyección horizontal de algunos individuos se solapaba en el espacio. En ambos casos la especie que predomina en la comunidad es una quenopodiácea de elevada talla, en la primera asociación es *Atriplex halimus*, que aporta una cobertura de 71,95% ($\pm 11,1$) y en el segundo *Sarcocornia fruticosa*, con una cobertura media de 74,49% ($\pm 8,54$). La importante correlación negativa detectada entre la abundancia y la cobertura, se relaciona con estos resultados. Un reducido número de individuos aportan la mayor parte de la cobertura, la mayoría de ellos pertenecen, además, a la misma especie en cada comunidad.

Los resultados de análisis de la varianza indican que la cobertura es significativamente superior en estas comunidades. Sin embargo, el resto de formaciones vegetales también se encuentra principalmente caracterizadas por una especie dominante, que aportan la mayor parte de la cobertura total de la comunidad (en AA es *Artemisia barrelieri*, en AF es *Frankenia thymifolia*, en AS *Suaeda vera*, en HA *Hammada articulata* y en SA *Salsola vermiculada* junto a *Artemisia herba-alba*). Rosenzweig y Abramsky (1993), indicaron que es probable que en las comunidades muy productivas actúe la competencia, favoreciendo a unas pocas especies que pueden canalizar, en beneficio propio, la mayor parte de la energía disponible. En este sentido, Whittaker (1965) indicó que en las comunidades vegetales, las distintas especies tienen diferente grado de éxito, con algunas dominantes que hacen sombra a las demás, acumulando ellas la mayor parte de la biomasa y la actividad biológica del conjunto.

El papel de las especies del género *Artemisia* en los cultivos abandonados del territorio es muy llamativo, ya que se encuentran en todas las comunidades, en 28 de los 36 muestras tomadas, y con elevados valores de abundancia y cobertura en la mayoría de ellos. *Artemisia herba-alba* es la especie que se identificó en un mayor número de parcelas, además, como se muestra en la figura 3.5, representa casi el 10% de la cobertura aportada por el total de especies registradas y más del 10% de la abundancia global. *Artemisia barrelieri*, aunque únicamente se anotó en las parcelas de una de las asociaciones, aporta asimismo un importante porcentaje de la abundancia y la cobertura total.

Sin embargo, la especie más abundante fue *Plantago albicans* (en las parcelas donde se identificó el número de individuos oscilaba de 230 a 525 individuos). La cobertura global aportada por esta especie fue muy baja, ya que se trata de un nanocaméfito de reducidas dimensiones que ofrece una escasa cobertura al suelo pero que se suele presentar en elevado número. *Frankenia thymifolia*, característica de AF, alcanzó también una elevada abundancia, no se trata de una planta de gran tamaño, por lo que no se encuentra tampoco entre las especies que aportan mayor cobertura. Las especies más abundantes en el total de parcelas estudiadas no fueron, por tanto, las que mayor cobertura aportaron.

Como se interpreta de la figura 3.5, otros géneros y especies que contribuían en menor medida a la abundancia global, sin embargo, ofrecían un mayor porcentaje de cobertura, es el caso de *Suaeda vera* (17,71%), *Sarcocornia fruticosa* (17,42%) y *Atriplex halimus* (16,83%). También *Hammada articulata* presentó una cobertura elevada (9,85%) aunque su abundancia fue menor (2,82%). Cada una de estas cuatro especies es característica y dominante en una de las comunidades estudiadas. Los cuatro taxones pertenecen a la familia *Chenopodiaceae*, siendo, con diferencia, esta familia la que mayor porcentaje de superficie ocupaba en el total de muestras. Como se indicaba en la discusión del primer capítulo, en la flora del sureste peninsular suelen ser dominantes las familias *Compositae*, *Gramineae* y *Leguminosae* (Blanca y Morales, 1991; Peñas, 1997; García Gea, 1999; Giménez Luque, 2000; Lorite, 2001; Cueto *et al.*, 2004), incluso en cultivos abandonados de la cercana Depresión de

Guadix (Navarro *et al.*, 2003). Pero no es frecuente una representación tan importante de la familia *Chenopodiaceae*. La mayoría de los taxones incluidos en esta familia están adaptados a colonizar terrenos salinos o alterados, ricos en derivados nitrogenados (López González, 2001), no resultando extraña, en este sentido, su destacada presencia en los cultivos abandonados del territorio.

La dominancia de algunas de las principales especies características de las zonas estudiadas podría hallarse relacionada con la producción de sustancias alelopáticas. Numerosas especies de plantas producen de forma natural distintas clases de sustancias alelopáticas, como monoterpenos y fenoles. Esos componentes son normalmente sintetizados en las hojas, que caen al suelo durante los periodos de estrés. La lluvia facilita la lixiviación de las sustancias alelopáticas al suelo, donde pueden afectar a la germinación y crecimiento de otras plantas (Rice, 1974; Mann, 1987). En ambiente áridos y semiáridos las sustancias alelopáticas pueden jugar un importante papel en la forma y estructura de las comunidades (Jefferson y Pennacchio, 2003). Diversos estudios apoyan que especies como *Artemisia herba-alba*, podrían causar interferencias alelopáticas sobre el desarrollo de otras especies (Escudero *et al.*, 1999; Escudero *et al.* 2000). Por otro lado, Jefferson y Pennacchio, (2003) demuestran que las sustancias alelopáticas producidas por cuatro quenopodiáceas (entre ellas dos especies del género *Atriplex*) pueden inhibir la germinación y crecimiento de otras especies, determinando la estructura de las comunidades de zonas semiárido-áridas del oeste de Australia.

La alelopatía es uno de los fenómenos de competencia que puede influir en la dinámica de la vegetación, pero ésta también puede manifestarse de otros modos, sobre todo por la disminución de recursos como luz, agua, nutrientes, etc. Sin embargo, no todos los efectos entre vecinos tienen por qué generar efectos adversos (Terradas, 2001). Las interferencias planta-planta en ambientes semiáridos Mediterráneos pueden implicar competencia por los recursos (Rice, 1974; Fowler, 1986; Silvertown y Wilson 1994), pero también otros procesos como el de facilitación (Muller, 1953; Yeaton y Manzanares, 1986; Franco y Nobel, 1989; Valiente-Banuet *et al.*, 1991; Callaway, 1995; Pugnaire *et al.*, 1996; Calaway, 1997; Calaway y Walter, 1997; Callaway y Pugnaire, 1999; Pugnaire y Luque, 2001; Maestre *et al.*, 2003a). Bertness y Callaway (1994) indican que bajo condiciones ambientales mediterráneas las interacciones interespecíficas juegan un importante papel en la dinámica de los ecosistemas, su intensidad varía en relación directa con el incremento de las condiciones estresantes: la competencia decrece y la facilitación se incrementa. Las interacciones positivas entre plantas pueden ser particularmente frecuentes en ambientes secos, donde la sombra, la conservación de la humedad del suelo y el aumento de nutrientes parecen ser los principales mecanismos de facilitación (Callaway y Pugnaire, 1999).

Algunos estudios sobre competencia entre plantas llevados a cabo en cultivos abandonados de ambientes semiáridos del sureste Peninsular ponen de manifiesto el establecimiento tanto de relaciones positivas como negativas. Pugnaire *et al.* (2004) en su estudio exponen que la influencia de matorrales sobre el desarrollo de

herbáceas varía desde negativa (tomillo) a muy positiva (en retama) y se relaciona sobretodo por los cambios en las características físicas y químicas del suelo. Haase *et al.* (1997), por su parte, analizan interacciones entre *Artemisia barrelieri* y *Anthyllis cytisoides*. Estos autores detectan que en las primeras etapas de colonización *Artemisia barrelieri* puede facilitar el establecimiento de semillas de *Anthyllis cytisoides* cercanas, sin embargo, con el paso del tiempo parecen establecerse asociaciones negativas entre ambas especies, presumiblemente como resultado de competencia interespecífica con *A. cytisoides* (que va sustituyendo progresivamente a *A. barrelieri*).

El análisis de los resultados de flora evidencia que la **evolución de la vegetación** se encuentra limitada en las antiguas tierras de labor del territorio. En numerosos trabajos se señala la lentitud de los procesos de evolución de la vegetación en zonas Mediterráneas (Lavorel *et al.*, 1994; Tatoni y Roche, 1994; Debussche *et al.*, 1996; Neéman e Izaki, 1996), especialmente si se trata de ambientes semiáridos (Noy-Meri, 1973; Zohary, 1973; Schlesinger *et al.*, 1990; Caravaca *et al.*, 2003; Bonet, 2004; Bonet y Pausas, 2004). En ecosistemas Mediterráneos las especies presentes tras la perturbación se encuentran condicionadas tanto por las comunidades preexistentes como por la vegetación de los alrededores (Milton *et al.*, 1995). En este sentido, Pugnaire *et al.* (2006) señalan que uno de los principales factores que controlan la sucesión es la disponibilidad de semillas, y la escasez de propágulos puede limitar la sucesión más que los procesos ecológicos locales (Zobel *et al.*, 2000; Foster, 2001).

Las zonas estudiadas se caracterizan por una escasa presencia de especies integrantes de comunidades, en principio, más evolucionadas, pese a la proximidad de fuentes de semillas. Las especies que mayor cobertura aportan, y la mayoría de las más abundantes, son características, desde una perspectiva fitosociológica, de la clase *Pegano-Salsoletea* (fig 3.5), alguna lo es de la clase *Sarcocornietea fruticosae* (*Sarcocornia fruticosa*), mientras que *Suaeda vera* puede ser propia de ambas clases. Los taxones de clases que representan a etapas que indican mayor evolución de la vegetación, como *Rosmarinetea*, son poco frecuentes (*Helianthemum squamatum*, *Helianthemum syriacum*, *Lepidium subulatum*, *Gypsophila struthium*, *Thymus zygis*, etc.) y ofrecen escasa cobertura en el conjunto de parcelas. Teniendo en cuenta, por un lado, que todas las parcelas muestreadas se hallan a menos de 100 m, (incluso a menos de 50 m la mayoría de ellas) de zonas donde la vegetación está constituida por romerales y espartales (es decir, vegetación forestal) y, por otra parte, que las parcelas estudiadas debieron abandonarse hace más de 15-20 años, resulta llamativo que sean tan escasos los individuos de especies características de formaciones más evolucionadas existentes en las proximidades.

Procesos de competencia, como el de alelopatía, podrían limitar la sucesión en las antiguas tierras de labor del territorio, como se ha indicado. Sin embargo, otra de las causas que puede justificar que en estas zonas la vegetación no evolucione, hacia comunidades correspondientes a etapas maduras presentes en espacios próximos, puede relacionarse con la existencia de condiciones ambientales diferentes. La mayor parte de las zonas que conservan vegetación natural y sin signos de alteración por prácticas agrícolas, poseen una elevada pendiente. Por el contrario, la mayor parte de

los cultivos abandonados del territorio se localizan en terrazas de pendiente prácticamente nula construidas en cañadas. Según indica Bienes Allas (1996), desde el punto de vista topográfico son las formaciones llanas las que aumentan el riesgo de lixiviación (degradación química), puesto que al ser la escorrentía pequeña, el drenaje interno (agua de lavado) es máximo. También son las formas topográficas llanas las más propensas a sufrir una degradación física, ya que facilitan el aumento de la infiltración. Otra de las causas que pueden frenar la dinámica de la vegetación en las tierras estudiadas puede asociarse, por tanto, a fenómenos de degradación del suelo relacionados con la topografía.

Por otra parte, en estas zonas la topografía favorece la acumulación de sales, generándose condiciones de salinidad edáfica diferentes a las de áreas circundantes. En los cultivos abandonados localizados en zonas de saladar, las comunidades que se instalan con carácter permanente sí se caracterizan, entre otras, por algunas de las especies registradas en las parcelas muestreadas. Las particulares condiciones edáficas de estos ambientes implican que únicamente especies adaptadas a estos medios puedan habitarlos. Sin embargo, en zonas de saladar menos alteradas la riqueza tanto de comunidades como de especies es superior, e incluye numerosos taxones y sintaxones de elevado interés ambiental, Lendínez *et al.*, (2004) aportan numerosos datos al respecto.

3.4.2. CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS QUE DETERMINAN LOS CAMBIOS EN LA VEGETACIÓN

Los resultados de los análisis de correspondencias ponen de manifiesto que existe una elevada variación florística entre las comunidades vegetales estudiadas y que una importante proporción de esa variación es explicada por las variables edáficas medidas. Los resultados de los análisis de correspondencias canónicas indican que los principales parámetros edáficos que justifican la variación de las características florísticas son la humedad (Humj30, Huma 30, H15) y el contenido en iones SO_4^{2-} , también el porcentaje de gravas. Las variables relacionadas con la salinidad y las que estiman la humedad se hallan, además, intensamente relacionadas entre sí (tabla, 3.20).

Además de las variables seleccionadas por su nivel de significación ($p < 0,05$) el proceso de CCA, puede que otras variables correlacionadas con las anteriores contribuyan a justificar las diferencias identificadas en la vegetación de cultivos abandonados del territorio. Como se ha indicado, numerosas variables se encuentran correlacionadas significativamente entre sí (tabla 3.20). Por otro lado, una proporción, no elevada, de la variación puede deberse a variables no estimadas en el presente estudio. Otros autores han detectado que influyen notablemente en la composición de la vegetación variables ambientales como la pendiente (Moustafa y Zayed, 1996; Chiarucci *et al.*, 2001; Bonet, 2004), la altitud (Chiarucci *et al.*, 2001; Ferrer-Castán y Vetaas, 2003; Bonet, 2004; Gallego Fernández *et al.*, 2004), la disponibilidad de semillas (Zobel *et al.*, 2000; Foster, 2001; Navarro *et al.*, 2006), etc.; también otros

parámetros edáficos como el contenido en materia orgánica (Abd El-Ghani, 2000; Abd El-Ghani y Amer, 2003; Dana y Mota, 2006) y la textura (Abd El-Ghani, 2000; Rubio y Escudero, 2000). La edad de abandono (Debussche, *et al.*, 1996; Bonet, 2004; Navarro *et al.* 2006) y las medidas de gestión a las que han sido sometidas las tierras de cultivo explican las diferencias en la vegetación en otras ocasiones (Egler, 1954; Malo y Suárez, 1995a, b; McIntyre *et al.*, 1995; Debussche, *et al.*, 1996; Bonet, 2004; etc.). En cualquier caso, los resultados parecen indicar que la mayor parte de la variación florística en las comunidades es explicada por los parámetros edáficos medidos.

Desde un punto de vista edáfico se diferencian dos grandes conjuntos de parcelas. Un grupo quedaría constituido por las muestras de CS, AS y AH, cuyos suelos se caracterizan por un elevado nivel de salinidad y humedad. Dentro de este primer grupo también podría incluirse la asociación AF, ya que sus suelos presentan bajos valores en los parámetros que estiman la salinidad, aunque en este caso la humedad edáfica es relativamente elevada. El otro conjunto engloba las parcelas correspondientes a las asociaciones HA, SA y AA, que evolucionan en suelos no salinos, $CE < 2 \text{ dS m}^{-1}$ a 25°C (Richards, 1954) y de menor humedad. Los suelos de AA se asocian, por otra parte, a un elevado contenido en gravas.

Se realizaron análisis de correspondencias canónicas parciales para ambos grupos. Los resultados también mostraron que las principales variables edáficas que justifican las diferencias en la vegetación dentro del primer grupo son, precisamente el contenido en sulfatos, la humedad y el porcentaje de gravas. Se detecta un gradiente de salinidad creciente de AF a CS, también identificado en el CCA global. La humedad es también superior en los suelos de la comunidad CS. La existencia de gradientes espacio-temporales de salinidad y de humedad edáfica se considera uno de los principales factores físicos que influyen en la distribución de plantas en este tipo de ambientes (Chapman, 1974). En el segundo grupo las diferencias entre comunidades, según el CCA realizado, se relacionan también con el contenido en gravas y con la humedad del suelo.

Diversos parámetros relacionados con la humedad han sido seleccionados por su nivel de significación para explicar las diferencias halladas en la vegetación. (Humj30, Huma20, Huma 30, H15). No obstante, no toda el agua medida en el suelo está disponible para las plantas. En este sentido, es determinante el agua retenida a 1.500 kPa, que representa el punto de marchitamiento. Como se interpreta de la fig. 3.20, en agosto, de los 0 a los 30 cm de profundidad en los suelos donde evolucionan las comunidades SA, HA, AA no hay agua disponible para las plantas, tampoco en los de AH ni AF, según los valores de humedad media (aunque sí en algunas parcelas concretas). Los suelos de las formaciones SA y HA son destacadamente secos, incluso en las medidas realizadas en junio (tras un periodo de lluvias), no hay agua disponible para las plantas prácticamente en ninguno de los intervalos de profundidad en los que se ha estimado la humedad. En los suelos de AA, aunque el agua en agosto es tan escasa que se encuentra por debajo del punto de marchitamiento, antes

del verano presentan mayor disponibilidad de agua entre los 10 y los 30 cm de profundidad.

Sin embargo, en los suelos de las asociaciones AS y CS entre los 10 y los 30 cm se hallaría disponible agua incluso en agosto, lo cual permite la actividad vegetal en esta estación, de ahí que el periodo de floración de muchas de las especies que albergan estas comunidades se produzca en verano. La costra salina que se origina en verano en los suelos salinos protege frente a la pérdida de agua por evapotranspiración, lo cual contribuye, junto a su localización en zonas endorreicas, a la existencia de una mayor humedad durante el periodo estival. Sin embargo, aunque exista en el suelo agua disponible para las plantas, la salinidad edáfica dificulta o impide la absorción de agua a las plantas no adaptadas a este tipo de ambientes.

El agua retenida a 1.500 kPa está directamente relacionada con la textura. Una mayor proporción de elementos gruesos provoca que el agua retenida a 1.500 kPa sea menor, por tanto existe más agua disponible para las plantas. Por el contrario, en los suelos de CS, donde no se registraron gravas, se obtuvo una mayor proporción de agua retenida a 1.500 kPa. Los resultados del análisis de correlación indican que el agua retenida a 1.500 kPa y las gravas se encuentran, efectivamente, negativamente relacionadas.

Las principales variables edáficas identificadas como significativas en el análisis de las relaciones suelos-vegetación del área de estudio, también explicaban una importante proporción de la variación florística en otras zonas. Por citar algunos ejemplos, puede hacerse referencia al estudio llevado a cabo en zonas salinas de Polonia por Piernik, (2005), en el que la salinidad, expresada como la conductividad eléctrica del extracto saturado, fue identificada como el principal factor que influía en el patrón de vegetación. Otros factores significativos en las relaciones comunidad-ambiente fueron la humedad, la concentración de SO_4^{2-} y la relación $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$. Abd El Ghani y Amer (2003) en un trabajo realizado en diferentes zonas del sur de Sinai, en Egipto, mediante la aplicación de CCA, detectaron que los principales factores edáficos que condicionaban la variación en la vegetación eran el contenido en gravas, además de la proporción en yeso y en materia orgánica, así como el pH y la conductividad eléctrica. En esta área de Egipto, Moustafa y Zayed (1996) estudiaron

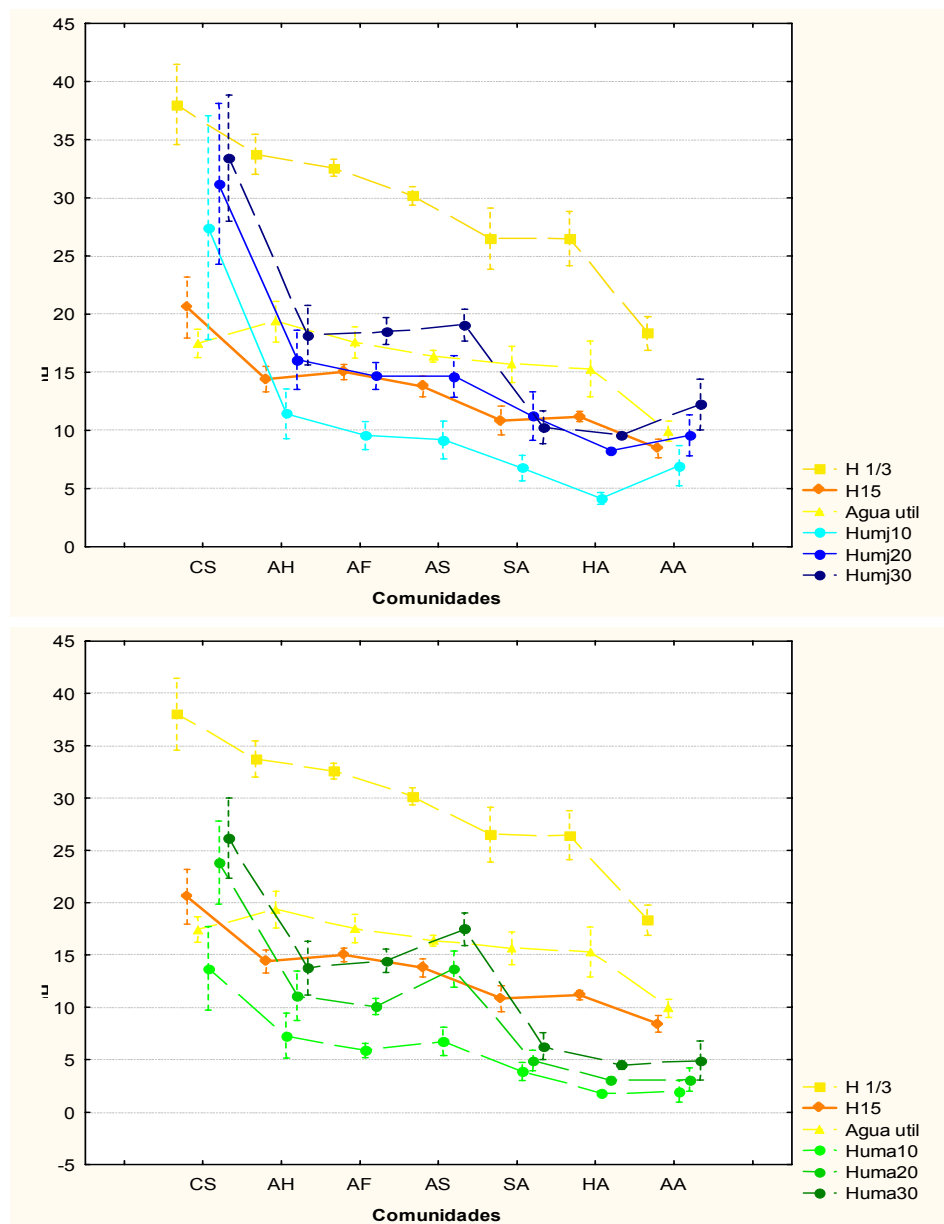


Figura 3.20. Representación de las diferentes medidas de humedad registradas (% agua \pm SE). Fig A. Humedad registrada en junio a diferentes profundidades, agua retenida a 33 y 1.500 kPa y agua útil. Fig B. Humedad registrada en agosto a diferentes profundidades, agua retenida a 33 y 1.500 kPa y agua útil.

vegetación aluvial, reconociendo entre los principales factores que justifican variaciones florísticas la humedad, el pH, la pendiente, la altitud, la concentración de iones SO_4^{2-} , Na^+ y Cl^- y el contenido en gravas, entre otros. En el sureste ibérico, en ambientes salinos semiáridos de Murcia, Álvarez Rogel *et al.* (2001) señalan que entre las principales variables que explicaban la zonación de comunidades se encontraban la salinidad total, la proporción $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^+$ y el periodo de inundación.

En ambientes semiáridos, la germinación y consecuentemente el establecimiento de las plantas se encuentra principalmente controlado por la disponibilidad de agua en el suelo (Veenendal *et al.*, 1996; Grantz *et al.*, 1998; citados en Maestre *et al.*, 2003b). La disponibilidad de agua para las plantas se halla a su vez intensamente relacionada con la salinidad del suelo (Terradas, 2001; Porta *et al.*,

2003; Merlo *et al.*, 2004), por tanto con el contenido en iones como el SO_4^{2-} y el Ca^{2+} . Aunque en ambientes salinos la humedad edáfica es, con frecuencia, elevada, puede no estar disponible para las plantas, únicamente podrá ser captada por las especies que han desarrollado estrategias de adaptación. Los efectos de la salinidad sobre el crecimiento de las plantas no se limitan a una menor disponibilidad de agua, sino que se puede afirmar que es un fenómeno bastante más complejo (Jurinak, 1988, citado en Porta *et al.*, 2003) que se halla directamente relacionado con la singularidad florística de los ambientes salinos.

Entre los parámetros asociados a la salinidad medidos, únicamente el contenido en sulfatos ha sido seleccionado por su nivel de significación durante el proceso de elaboración del CCA, lo cual no resulta extraño teniendo en cuenta que en la depresión de Baza predominan los sulfatos sobre los cloruros, como indicó Simón (1978). No obstante, en este trabajo se afirma que en esta zona salina parecía tener más influencia sobre la conductividad eléctrica la concentración de cloruros. En las muestras obtenidas para este estudio también hemos obtenido mayor nivel de conductividad eléctrica en los suelos con mayor concentración de cloruros: CS4 (CEs $18,80 \text{ dS m}^{-1}$, Cl^- $20,93 \text{ meq/l}$) y AS4 (CEs $16,80 \text{ dS m}^{-1}$, Cl^- $20,85 \text{ meq/l}$). La proporción relativa de cationes Ca^{2+} y Mg^{2+} , además de otros como Na^+ y K^+ en el suelo, también se considera un factor fundamental para el desarrollo de las plantas en ambientes salinos (Grattan y Grieve, 1992; Reimann y Breckle, 1993, 1995; Wang y Redmann, 1996).

Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae (CS) es la comunidad que se sitúa en las zonas más húmedas y salinas. Las eflorescencias blanquecinas de los suelos sobre los que evoluciona evidencian su marcado carácter halófilo. Numerosos trabajos ponen de manifiesto la elevada salinidad y humedad de los suelos donde evoluciona esta comunidad (Esteve y Varo, 1975; Salazar *et al.* 2002b; Lendínez *et al.*, 2004) así como la principal especie que la caracteriza, *Sarcocornia fruticosa*, u otras de su género, (Short y Colmer, 1999; Pujol *et al.*, 2000; Álvarez Rogel *et al.*, 2000 y 2001; Redondo *et al.*, 2004; Sheperd, 2005). Las Salicornioideas son casi las plantas terrestres más tolerantes a la salinidad (Short y Colmer, 1999; English, 2004). Cabe reiterar que en los suelos donde evoluciona esta comunidad hay agua disponible para las plantas incluso en agosto.

Aunque la mayor parte de las variables edáficas estimadas presentan una considerable homogeneidad dentro de los grupos, los suelos de algunas parcelas muestran determinadas características dispares. El suelo de la parcela CS5, localizada en el barranco de Mazarra, manifiesta menor conductividad eléctrica, siendo el contenido en iones (Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} y Cl^-) y en yeso, también menor que en los suelos donde se efectuaron el resto de muestreos de esta formación. Entre las causas que justificarían este hecho podría hallarse el que ocurriese un episodio de lluvias unos días antes de la toma de la muestra, de modo que se lavasen las sales de los horizontes superficiales. Además, en las proximidades de esta parcela se reconocieron profundos hoyos, que deben ser drenajes para la evacuación de la sal construidos para favorecer el cultivo en este ambiente salino. Por otro lado, el suelo de la parcela

CS3, ubicada en los saladares del Baíco, en las proximidades al canal del Jabalcón, presentó unos valores de humedad más elevados, según las diferentes estimaciones realizadas. En esta misma área se registraron mayores valores en la concentración de Mg^{2+} y SO_4^{2-} . El elevado contenido en Mg y la humedad pueden hallarse relacionados. La presencia de cloruro magnésico da lugar a que la superficie del suelo se mantenga húmeda mucho tiempo después de la lluvia. Ello se debe a que esta sal es muy higroscópica y puede absorber agua del aire cuando la atmósfera no está totalmente seca, por ejemplo por la mañana (Porta *et al.*, 2003). En esta zona también puede suceder que el nivel freático se halle más próximo a superficie que en otras parcelas estudiadas para esta comunidad.

La asociación *Atriplici-Suaedetum verae* (AS) se desarrolla en suelos que poseen un nivel de salinidad intermedio entre la anterior y *Atriplicetum glauco-halimi* (AH). Al igual que CS se instala en suelos clasificados, en función de su conductividad eléctrica, como fuertemente salinos (Richards, 1954). Según los datos obtenidos, los suelos de la comunidad AH se caracterizan por una conductividad eléctrica más reducida y un contenido iónico menor, se clasifican como medianamente salinos. Respecto a los parámetros empleados para la estimación de la humedad AS presenta unos valores similares a los de AH. Sin embargo, la humedad registrada en las parcelas de AS a más profundidad, y especialmente en agosto, fue superior que en AH. Las características salinas de los suelos donde se presentan especies como *Suaeda vera*, especie que predomina en AS, son sobradamente conocidas (Suárez, *et al.*, 1991; Serag y Khedr, 2001; Caravaca *et al.*, 2005). La tolerancia de *Atriplex halimus*, principal componente de la comunidad AH, a la salinidad también ha sido advertida en numerosos trabajos (Gale y Poljakoff-Mayber, 1970; Zid y Boukhris, 1977; Osman y Ghassali, 1997; Bajji *et al.*, 1998 y 2002; Martínez *et al.*, 2005). De los suelos analizados correspondientes a muestras de la comunidad AS, la parcela AS5, localizada en las proximidades de la carretera de Baza a Benamaurel, presenta menor conductividad eléctrica y niveles de contenido en iones (Na^+ , Mg^{2+} , SO_4^{2-} y Cl^- , principalmente) más bajos. La proximidad de cultivos intensivos y de drenajes que los favorezcan, puede hallarse relacionada con estas diferencias.

Los suelos analizados de la comunidad *Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* (AF) presentan unas características intermedias entre los dos grandes grupos aludidos. La conductividad eléctrica registrada en las muestras correspondientes a esta asociación indica que se trata de suelos ligeramente salinos (según Richards, 1954). Sin embargo, la humedad es similar a la medida en las parcelas de AS y AH, incluso superior a la de éstas en algunas de las estimaciones realizadas, pero no llega a superar en ningún caso la humedad de los suelos de CS. De AF cabe resaltar, por otra parte, el elevado contenido en yeso, se detectan diferencias significativas respecto a los suelos de las comunidades AA y HA.

Las formaciones AA, SA y HA se sitúan sobre suelos no salinos y que presentan una escasa humedad. En los suelos de estas comunidades, el valor de los parámetros empleados para estimar la humedad es inferior al de los suelos AS, AH, y AF y significativamente inferior a los de CS. Una de las principales características que

diferencia a la asociación *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* (AA) de *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* (SA) y *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae* (HA), es su elevado contenido en gravas. Por otra parte, el contenido en agua retenida a 33 kPa es significativamente inferior en AA. El agua de succión a 33 kPa corresponde a la que puede quedar en el suelo cuando se pierde el agua gravitacional de flujo rápido. Un predominio de elementos gruesos en un suelo hace que éste actúe como un tamiz frente al agua, a la que no es capaz de retener, y por otro lado presente escasas posibilidades para el suministro de nutrientes (Porta *et al.*, 2003). Esta afirmación puede hallarse asociada a los reducidos valores de agua retenida a 1.500 kPa. El suelo de la parcela AA1 mostró ciertas diferencias en relación a otras áreas donde se muestreó la misma asociación (AA). En AA1, localizado en las proximidades del núcleo de población de Cúllar, se detectó un menor contenido en gravas y en carbonato. Por otro lado, en el suelo de esta zona se registró mayor humedad, siendo también superior la representación de yeso y de iones Ca^{2+} y SO_4^{2-} . De todas las muestras realizadas para esta comunidad, es AA1 la más próxima al centro de la depresión, donde predominan las margas con yeso y son más frecuentes las características salinas, por lo que se podría clasificar como de transición o mezcla.

SA y HA presentan unas características edáficas similares. Al comparar los valores medios de la humedad a distintas profundidades tanto en junio como en agosto, en todos los casos este parámetro muestra un valor inferior en HA (aunque las diferencias no son muy destacadas). Se han identificado diferencias considerables en el contenido en yeso, que es mucho más reducido en el caso de HA. Otra diferencia notable entre ambas formaciones es el mayor contenido tanto en nitritos como en nitratos de los suelos donde se instala HA, siendo la concentración de nitritos significativamente superior en HA tanto respecto a SA como al resto de formaciones. En HA el contenido en carbonatos es marcadamente superior que en SA. Ya que florísticamente se trata de asociaciones muy diferentes, otras características ecológicas no analizadas (textura, contenido en materia orgánica, etc.), también podrían ser significativamente diferentes entre los espacios propios de cada comunidad.

Aunque los suelos de la mayor parte de las parcelas de cada comunidad muestran un comportamiento similar, y así se refleja en los resultados de los CCA, algunas muestras se aproximan también a las que corresponden a otras comunidades. Como se ha indicado, muchas de las asociaciones se encuentran relacionadas entre sí, espacial y ecológicamente. Las comunidades suelen disponerse en parches de vegetación que coexisten en espacios próximos, existiendo zonas de transición entre las condiciones que favorecen el desarrollo de determinadas plantas o comunidades y las que propician la implantación de otras. Por tanto, los cambios en la composición de especies no suelen ser abruptos sino graduales a lo largo de gradientes ambientales. Algunas de las parcelas seleccionadas para su muestreo puede que se encuentren en suelos de zonas de transición. Podría ser el caso, por ejemplo de la parcela AH5 y AH2 que presentan características edáficas similares a las de las zonas estudiadas de AS, en cuanto a la conductividad eléctrica, concentración de iones y humedad, entre otras. Respecto a la flora, en AH5 y AH2 se identificó *Atriplex glauca*, y un mayor

número de *Suaeda vera* que en el resto de muestras de AH. Ambas especies son características de la asociación AS.

3.4.4. IMPLICACIONES PARA LA GESTIÓN

El estudio mediante técnicas cuantitativas de la vegetación de cultivos abandonados del territorio identifica los mismos grupos definidos al aplicar la metodología fitosociológica, poniendo una vez más de manifiesto la utilidad de este método para los estudios descriptivos de vegetación, así como para la planificación de su gestión, como señalan autores como Mota *et al.* (2004a) o Terradas (2001). Aunque esta metodología es apropiada para las descripciones florísticas de las comunidades, la definición de las condiciones ambientales donde se desarrollan resulta, con frecuencia, vaga o imprecisa. Es de gran interés, por tanto, completar los estudios fitosociológicos con análisis edáficos y/o de otras características ambientales.

Los resultados obtenidos en la estimación de diversas variables edáficas en las tierras agrícolas abandonadas del territorio sugieren que gran parte de las zonas que en otras épocas se pusieron en cultivo debieron ser abandonadas debido a la **baja productividad** que ofrecían. Uno de los parámetros que podrían justificar esta hipótesis es el pH. El valor medio del **pH** de los suelos donde evolucionan las comunidades muestreadas es superior a 8,3 en todos los suelos, excepto en los de AF, cuya media es ligeramente inferior ($8,1 \pm 0,07$). El pH óptimo para los tipos de cultivos característicos de las parcelas de secano de la zona (cebada, trigo y avena, principalmente) se encuentra entre 5,5 y 7,0 (Whittaker *et al.*, 1959; Young, 1976). En ningún suelo analizado se ha detectado un pH óptimo para el cultivo de estos cereales, aunque el valor de gran parte de ellos se encuentra dentro del intervalo de tolerancia para un rendimiento satisfactorio tanto del trigo como de la cebada. En numerosas parcelas el pH se encuentra entre 8,5 y 9,0, por lo que pueden considerarse ligeramente alcalinos.

Sin embargo, debe ser la salinidad el principal factor que determine la escasa rentabilidad de los cultivos en gran parte del territorio. Los suelos analizados presentan una amplia variabilidad respecto a la **conductividad eléctrica**, que oscila entre 0,5 y 18,8. Por tanto, en la zona hay suelos de antiguos cultivos desde normales hasta fuertemente salinos, según la clasificación propuesta por Richards (1954). La conductividad eléctrica de los suelos de las asociaciones CS, AS y AH se encuentra por encima del umbral de rendimiento, incluso de cultivos muy tolerantes frecuentes en el territorio, como la cebada. La elevada salinidad de determinados suelos, como el correspondiente al punto de muestreo CS4 produciría una disminución del rendimiento en el cultivo de este cereal superior al 50%, y en diversas parcelas (CS1, AS3, AS4, AH5 y AH2) la producción de cebada podría disminuir más de un 25%. Para otros cultivos característicos de la Hoya de Baza como el trigo, la productividad en todas las parcelas citadas disminuiría más del 50%, (ver tabla 3.5). Si a las severas condiciones climáticas existentes en la zona para el cultivo se le suman limitaciones edáficas como las expuestas, resulta lógico plantear que una de las causas que llevan al abandono

agrícola en el territorio debe relacionarse con sus características ambientales. De la interpretación de los resultados obtenidos podría afirmarse que las tierras donde se desarrollan las comunidades *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, *Atriplici-Suaedetum verae*, incluso *Atriplicetum glauco-halimi*, no es aconsejable que vuelvan a ponerse en cultivo. El elevado nivel de salinidad detectado en sus suelos supone un importante obstáculo para la productividad, incluso para cultivos bastante resistentes a la salinidad como la cebada y el trigo.

El uso de las plantas como indicador de determinadas características edáficas presenta una larga tradición. Cada especie habita bajo un determinado grupo de condiciones físico-químicas, aunque el crecimiento y la supervivencia de una planta en particular pudiesen ser incluso superiores fuera del hábitat óptimo, las restricciones podrían suceder debido a fenómenos como el de competencia o de dispersión diferencial o por ambos (Vince y Snow, 1994). Terradas (2001) indica que las comunidades pueden suministrar información más rica que la que puede aportar una sola especie, aunque puede que resulte más confusa. En concreto, respecto a la salinidad, Porta *et al.* (2003) advierten que es posible llevar a cabo interpretaciones acerca del tipo y nivel de salinidad a partir del estudio de la vegetación, al existir una estrecha relación entre las comunidades vegetales y los niveles y tipos de salinidades de los suelos, como se ha podido comprobar en el presente estudio. Simón (1978) también afirma que en la Depresión de Baza el estudio de la vegetación resultó significativo en relación a las características de los suelos, y que ésta es útil para detectar si la salinidad es moderada o alta o para revelar la existencia de una destacada hidromorfía.

Contrastando los resultados del análisis de correlaciones, de los CCA donde se representan las especies y las variables edáficas y los datos obtenidos en las medidas de las variables edáficas, se podría afirmar que diversas especies identificadas en los cultivos abandonados del territorio pueden ser indicadoras de determinadas características edáficas. *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*, o el género *Limonium* por ejemplo, son bioindicadoras de condiciones de salinidad y humedad. Estas especies se localizan en suelos húmedos (incluso en verano) y con una conductividad eléctrica destacada, la concentración de determinados iones es alta en relación a la salinidad. Los suelos donde se encuentra *Hammada articulata* contienen una concentración en nitritos alta, respecto a las muestras de otras asociaciones. La presencia de especies como *Artemisia barrelieri*, *Helichrysum italicum* o *Santolina canescens* puede indicar la existencia de gravas en el suelo. Por otra parte, la existencia de estas especies puede indicar también un escaso nivel de humedad y salinidad. A partir de los valores de las variables medidas en cada parcela, podrían aportarse cifras de determinados parámetros sobre las condiciones que favorecen el desarrollo de las especies asociadas a los mismos (mediante CCA o correlación).

En relación a la vegetación como indicador, ya que los factores edáficos juegan un importante papel en la reestructuración de las comunidades, especialmente en ambientes salinos, la vegetación puede usarse para la **cartografía de suelos** (Toth *et al.*, 1995; Pan *et al.*, 1998; Bui y Henderson, 2003). La cartografía de suelos puede ser,

por tanto, otro campo de aplicación de los resultados obtenidos, en concordancia con el capítulo anterior.

Por otra parte, de las conclusiones de este capítulo, podría obtenerse información útil para la conservación de hábitats o taxones de interés especial en el territorio. Los saladares son unos **ecosistemas muy frágiles y de elevado interés ecológico**. En este sentido cabe destacar que recientemente el Saladar del El Margen ha sido incluido en el Inventario de Humedales de Andalucía. La vegetación halófila, ya de por sí escasa, al tener unos requerimientos ecológicos peculiares y muy restrictivos, se encuentra en la actualidad gravemente amenazada (Lendínez *et al.*, 2004). Estos autores identifican en la vegetación halófila de la Depresión de Baza 13 asociaciones que constituyen una microgeoserie específica de este territorio. Como indican, todas estas asociaciones se encuentran incluidas en la Directiva Hábitat 92/43/CEE para la conservación de la Flora y Fauna silvestre, considerándose una de ellas hábitat prioritario (*Limonio delicatuli-Gypsophiletum tomentosae* subas. *limonietosum maji* Salazar en García Fuentes *et al.* 2001). Por otro lado, ésta asociación, junto a *Caro foetidi-Juncetum maritimi* Esteve y Varo 1975, *Centaureo dracunculifoliae-Dorycnietum gracilis* Esteve y Varo 1975, poseen un carácter endémico local. Respecto a la flora, estos saladares albergan numerosas especies halófilas, algunas de ellas muy raras, destacando dos endemismos locales (*Limonium minus* y *Limonium majus*) y numerosos iberonorteafricanismos y endemismos ibéricos (*Centaurea dracunculifolia*, *Carum foetidum*, *Elymus curvifolius*, *Sonchus crassifolius*, *Puccinellia caespitosa*, etc.). La alteración de estos ecosistemas podría poner en peligro la conservación de estos elementos (asociaciones y especies). Las principales amenazas que Lendínez *et al.* (2004) identifican son la roturación de nuevas tierras de cultivo, la realización de drenajes y conducciones de agua y un excesivo pastoreo. De hecho, ya han identificado una notable regresión, en relación a algunos de estos impactos, de los saladares próximos al Río Baza (zona del Baíco). Valdés Franzi *et al.* (1993) también citan entre las principales amenazas para el mantenimiento de los saladares de Cordobilla y Agromón (en Albacete), actuaciones humanas que producen alteraciones en el régimen hidrológico de los saladares. La estrecha dependencia de la vegetación halófila con las alteraciones del nivel freático, es una de las principales responsables de su vulnerabilidad a los cambios edáficos. El presente estudio aporta información sobre las características edáficas que permiten el desarrollo de diferentes comunidades, pudiendo resultar útil para predecir como afectarían a la vegetación determinados cambios en el nivel de salinidad y humedad, entre otros.

En ambientes secos y semiáridos los procesos de colonización y sucesión son extremadamente lentos, y en algunos casos incapaces de mitigar la erosión (Esteve *et al.*, 1990; Francis, 1990; Lasanta *et al.*, 1995; Sánchez López, 1995). Bajo estas condiciones, la superficie cubierta por la vegetación es fundamental para determinar la infiltración del suelo y el control de la erosión (Dunne *et al.*, 1991; Box y Bruce, 1996; Martínez Mena *et al.*, 1999; Lasanta *et al.*, 2000; Dunjó *et al.*, 2004). Los resultados obtenidos pueden ser interesantes para determinar los suelos de qué comunidades requerirían medidas de gestión en cuanto a reducir los procesos de **erosión**. En las comunidades *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* y *Atriplicetum glauco-halimi*, la

vegetación aporta una cobertura significativamente superior al resto (superior al 90%), por tanto sus suelos se encuentran más protegidos frente a los agentes erosivos.

Asimismo, la información obtenida en este capítulo, junto a la derivada del dedicado a análisis espacial, puede suponer una importante herramienta para el planteamiento de **programas de restauración** para zonas degradadas, ya que, como indica Whisenant (1999) en ambientes semiáridos es especialmente interesante conocer la distribución espacial de la vegetación y de las propiedades edáficas para su diseño. Otros autores también señalan que la sucesión espontánea de la vegetación es fundamental para la restauración de ecosistemas (Jordan *et al.*, 1988; Bradshaw, 1993; Bakker, *et al.*, 1998; Zobel *et al.*, 1998; Young, 2000; Prach *et al.*, 2001).

IV. DISCUSIÓN GENERAL

IV. 1. CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS, EDÁFICAS Y ESPACIALES DE LAS COMUNIDADES ESTABLECIDAS EN LAS TIERRAS AGRÍCOLAS ABANDONADAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

A lo largo de este trabajo se han analizado diversas características de los cultivos abandonados del territorio. Se han estudiado las comunidades perennes instaladas en estas tierras y sus principales características florísticas. Para cada comunidad se han analizado las particularidades edáficas de las zonas que ocupan, además, se ha examinado su distribución espacial. Para las diferentes secciones se ha empleado como base el estudio de las comunidades vegetales.

Como resultado del estudio de la vegetación desde una perspectiva fitosociológica se identificaron 7 comunidades perennes: *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* (CS), *Atriplici glaucae-Suaedetum verae* (AS), *Artemisia herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* (AF), *Salsola vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* (SA), *Atriplicetum glauco-halimi* (AH), *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* (AA) y *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae* (HA). Las clasificaciones y ordenaciones realizadas mediante análisis multivariante de los datos florísticos obtenidos en las muestras registradas en estas tierras (con objeto de completar el estudio desde un punto de vista cuantitativo), reconoció los mismos grupos de vegetación o comunidades. En numerosos estudios se emplea el análisis multivariante para ordenar la vegetación desde un enfoque fitosociológico (Loidi y Fernández-González, 1994; Loidi *et al.*, 1996; Abd-El Ghani, 1998; Melendo *et al.*, 1999; Angiolini y Bacchetta, 2003; García Fuentes *et al.*, 2003; Bacchetta *et al.*, 2004; Fanelli *et al.*, 2004; Rodríguez Rojo y Sánchez Mata, 2004; Angiolini *et al.*, 2005, etc.).

Las especies que mayor cobertura y abundancia presentaron para cada comunidad en las muestras tomadas para el desarrollo del capítulo 3, son las que caracterizan a las asociaciones fitosociológicas y las que mayor índice de cobertura-abundancia adquirirían en los inventarios tomados para cada asociación durante el estudio fitosociológico (en AA, *Artemisia barrelieri*; en AF, *Frankenia thymifolia*; en AH, *Atriplex glauca*; en AS, *Suaeda vera*; en CS, *Sarcocornia fruticosa*; en HA, *Hammada articulata* y en SA, *Salsola vermiculada* junto a *Artemisia herba-alba*). Ambos tipos de estudios mostraron eficacia para el estudio de la vegetación. La metodología fitosociológica presenta ventajas como la mayor rapidez en el registro de datos, mientras que los muestreos cuantitativos aportan una información más precisa.

Sin embargo, la comparación entre los resultados de los análisis edáficos y la descripción de las características ecológicas de los sintaxones que suele incluirse en los estudios fitosociológicos, revela que estas descripciones resultan, en ocasiones, poco acertadas y confusas. Sería interesante estudiar en profundidad las particularidades ambientales de las áreas donde se desarrollan las asociaciones ya descritas, así como de las que se describan como nuevas.

En este sentido, las descripciones de la clase, alianza, orden y asociación en la que se integra *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* son acertadas aunque incompletas, ya que hacen referencia a su marcada salinidad y a la elevada humedad de sus suelos, indicándose que pueden sufrir incluso inundaciones temporales, aunque no aportan datos más concretos. En Peinado *et al.* (1992), se indica que el grado de salinidad y el periodo de inundación constituyen los factores determinantes para la distribución de los diferentes sintaxones integrados en la clase *Sarcocornietea fruticosae*. En la descripción de la asociación *Atriplici glaucae-Suaedetum verae*, encuadrada según la clasificación seguida (Rivas-Martínez *et al.*, 2002) en la misma clase y orden (aunque no en la misma alianza), también se hace referencia a su ubicación en suelos muy salinos (Rivas-Martínez y Penas, 2003).

El resto de asociaciones se integraría en la Clase *Pegano-Salsotea* Br.-Bl y O. Bolós 1958. En las definiciones de esta clase se indica que engloba vegetación de matorrales subnitrófilos de alto poder colonizador que invaden áreas casi totalmente desprovistas de vegetación, tras roturaciones o abandono de cultivos así como bordes de caminos y zonas abusivamente pastoreadas. Además, todas las asociaciones se integran en el mismo orden, *Salsolo vermiculatae-Peganelia harmalae* Br.-Bl. y O. Bolós 1954. Las descripciones clásicas proporcionadas para las asociaciones incluidas en esta clase aportan una información muy parca. Por ejemplo, en la descripción expuesta para la asociación *Hammado-Atriplicetum glaucae* por Rivas-Martínez y Penas (2003) únicamente se indica que es típica de suelos muy arcillosos de taludes entre cultivos y laderas margosas no muy inclinadas. Peinado *et al.* (1992) apuntan que la asociación *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* tiene su óptimo sobre suelos arcillosos o arcillo-limosos, compactos y secos, que proceden de antiguos cultivos hoy baldíos, aunque en otros trabajos se señala que aparece en zonas agrícolas abandonadas con sales y nitrógeno en el suelo.

Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae, según las descripciones fitosociológicas se desarrolla en suelos yesíferos y ciertas depresiones salinas, sobre suelos nitrificados (Izco, 1972). Sin embargo, no se citan otras características importantes sobre la ecología de esta comunidad, como la elevada humedad edáfica de los ambientes donde evoluciona, comprobada en este estudio. La descripción de la asociación *Atriplicetum glauco-halimi* incluida en Peinado *et al.* (1992) indica que es propia de suelos arcillosos compactos, algo salinos, bastante antropizados y húmedos, excepto en la estación seca. Se hace referencia a la humedad y salinidad de los suelos donde se desarrolla esta comunidad, aunque tampoco se aportan niveles orientativos. Por otra parte, cabe resaltar que en el presente estudio se ha identificado en algunas muestras de suelo más de un 40% de gravas, lo cual puede contrastar con la textura arcillosa típicamente referenciada. El estudio también ha probado que *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* se desarrolla en suelos con una elevada proporción de gravas, característica que no se señala en la descripción típica de la asociación *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*. De esta asociación se indica que evoluciona sobre sustratos principalmente margosos, aunque no evita los esquistos y otros tipos de rocas, siempre algo alterados por la acción antropozoógena (Valle *et al.*, 1987b).

Por otro lado, contrastando los resultados obtenidos en los capítulos 2 y 3 puede obtenerse una aproximación sobre el área de distribución de determinadas características edáficas y su extensión superficial. En la figura V.1 se representan algunas de las principales relaciones espaciales y edáficas entre comunidades. De las comunidades identificadas, la que mayor superficie ocupa en los antiguos cultivos de secano del área analizada es *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, que se localizó en más del 58% (569,23 ha) de la superficie abandonada que conservaba vegetación perenne. Además, es esta asociación la que presenta un área de distribución más amplia. En más de 170 ha se encontró acompañada o acompañaba a otras comunidades, concretamente a AS (en 73,3 ha), HA (en 69,1 ha), AF (en 19,4 ha) y AH (en 0,9 ha). En 7,9 ha se halló junto a otras formaciones no investigadas en el presente estudio. En 66,9 ha forestadas esta comunidad se identificó igualmente bajo los pies plantados. Las características edáficas más frecuentes en las antiguas tierras de labor del territorio deben ser, por tanto, las propias de esta comunidad. De los suelos analizados, los de *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* se hallaban entre los menos húmedos y de menor salinidad. Sin embargo, esta comunidad debe tolerar un amplio rango de condiciones ambientales, ya que convive con formaciones que se desarrollan en suelos de características muy dispares.

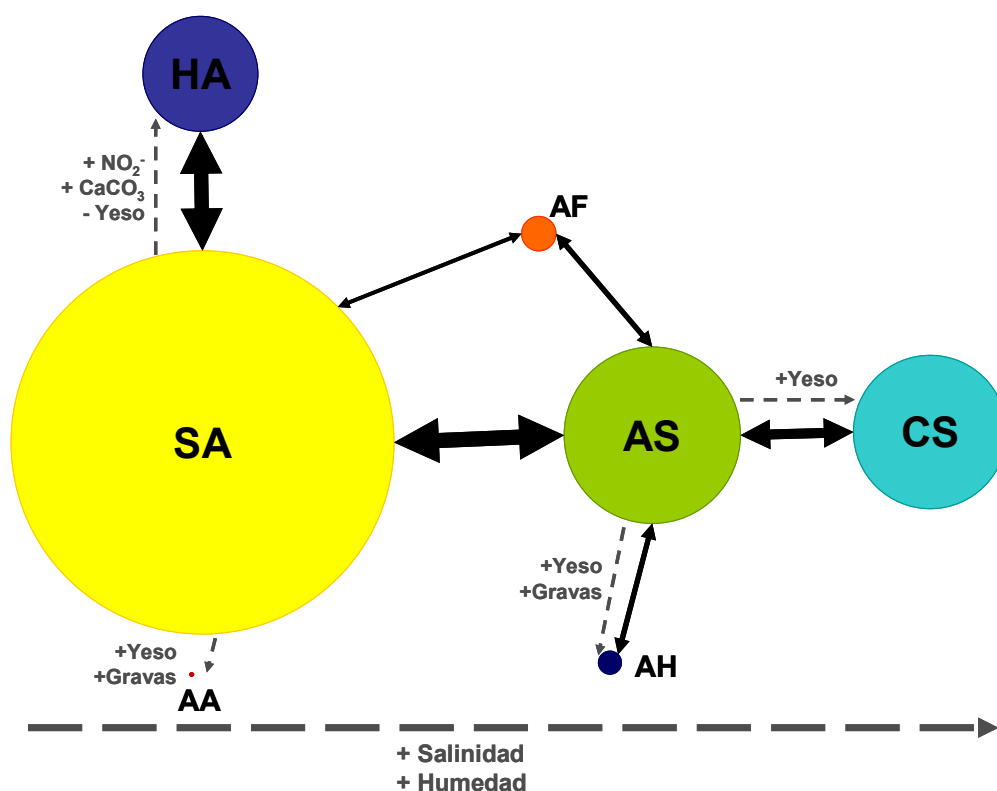


Figura V.1. Principales relaciones espaciales y edáficas entre comunidades. Los círculos son proporcionales a la superficie total donde se halla representada cada comunidad (tabla 2.2). Las líneas negras continuas representan relaciones espaciales, y son proporcionales a la suma de las superficies correspondientes a comunidad principal más subordinada de la tabla 2.2. Las líneas grises discontinuas representan gradientes ambientales. En general predomina un gradiente de salinidad y humedad, aunque se han indicado también otras relaciones edáficas.

Otra de las principales comunidades identificadas en los cultivos abandonados del territorio es *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*. Esta asociación se identificó en 172,88 ha, en conjunto, que se distribuyen principalmente por la mitad suroccidental del área analizada. Los suelos ocupados por esta comunidad, al igual que la anterior, se caracterizaban por una escasa salinidad y humedad. Entre las características edáficas de estas zonas, en relación a las correspondientes a otras asociaciones, destaca que presentaron el porcentaje de yeso más bajo, detectándose diferencias significativas respecto a las medias de todas las comunidades excepto de AA. Por otro lado, estos suelos mostraron el porcentaje medio de carbonatos más elevado y en ellos la concentración de nitritos fue significativamente superior al resto. Que el contenido en nitritos fuese relativamente elevado puede hallarse relacionado con diferentes factores (diferencias en la edad de abandono, que sean zonas más pastoreadas, que durante la fase de cultivo se les aportase mayor cantidad de abonos, etc.). Además del área de distribución más restringida, este tipo de vegetación debe ser más sensible a los cambios en las condiciones ambientales que SA, ya que convive casi en exclusiva con ésta y no lo hace con otras formaciones propias de ambientes salinos. La disposición de las parcelas correspondientes a HA en los diagramas resultantes de los análisis de correspondencias canónicas también muestran un comportamiento más homogéneo en este grupo que en el integrado por parcelas de SA, respecto a las características edáficas seleccionadas por su nivel de significación durante el análisis.

Los suelos donde se instala *Andryalo-Artemisietum barrelieri*, son también de los más secos y se caracterizan igualmente por un reducido nivel de salinidad. Esta comunidad ocupa una reducida superficie en el área analizada, siendo, sin embargo, muy frecuente en espacios próximos. Una de las principales características edáficas de las zonas donde se muestreó la asociación es el elevado contenido en gravas. La proporción de gravas en tierras agrícolas debe ser superior en zonas externas al área analizada que en ésta, donde deben predominar fracciones más finas.

Las asociaciones *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* y *Atriplici-Suaedetum verae*, son frecuentes en tierras agrícolas abandonadas de la zona de estudio, especialmente en el entorno del Arroyo del Salar del Margen, Cañada de Maciamolá, Rambla de Mazarra y Molino Baico. Ambas comunidades se instalan, salvo raras excepciones, en suelos fuertemente salinos, su conductividad eléctrica se halla entre 8 y 16 dS m⁻¹ a 25°C, incluso en algunas parcelas se registró una conductividad superior a 16 dS m⁻¹, que corresponde a suelos extremadamente salinos (Richards, 1954). Entre las dos asociaciones ocupan unas 392,13 ha, lo cual indica que una importante proporción de las antiguas tierras de labor presentan una salinidad muy elevada. Otra comunidad estrechamente relacionada con CS y AS, es *Atriplicetum glauco-halimi*, aunque es menos frecuente. Las áreas donde se instalan estas asociaciones vegetales presentan, además, una elevada humedad. También se han registrado valores de humedad altos en los suelos donde se desarrolla la asociación *Artemisio-Frankenietum thymifoliae*, siendo en este caso la salinidad menos destacada. Los suelos que favorecen la evolución de las comunidades AS y CS, a diferencia del resto,

presentan agua disponible para las plantas que albergan incluso en agosto, como se interpreta de la figura 3.20. Estas cuatro comunidades (CS, AS, AF, AH) se encuentran relacionadas no sólo en cuanto a sus características edáficas sino también espacialmente.

Son precisamente los parámetros relacionados con la salinidad y humedad los que principalmente determinan la variación florística en los cultivos abandonados del territorio, como se deduce de los análisis de correspondencias canónicas (figuras 3.15, 3.16, 3.17, tablas 3.9, 3.11, 3.12, 3.14, 3.15, 3.17). En concreto, se seleccionaron por su nivel de significación durante el análisis de correspondencias las siguientes variables: Humj30, Huma 30, H15 y el contenido en iones SO_4^{2-} , también el porcentaje de gravas. La salinidad ha sido destacada en repetidas ocasiones como un factor determinante en la distribución de la vegetación (Waisel, 1972; DeJong, 1978, Cooper, 1982; Vince y Snow, 1984; Pennings y Callaway, 1992; Moustafa y Zayed, 1996; Howard y Mendelssohn, 1999; Abd El-Ghani y Amer, 2003; Piernik, 2005), también la humedad (Pennings y Callaway, 1992; Veenendal *et al.*, 1996; Grantz *et al.*, 1998; Maestre *et al.*, 2003b). Además se ha puesto de manifiesto en numerosos trabajos su estrecha relación en ambientes salinos (Cooper, 1982; Vince y Snow, 1984; Serag y Khedr, 2001; Terradas, 2001; Porta *et al.*, 2003; Merlo *et al.*, 2004). De hecho, la existencia de gradientes espacio-temporales de salinidad y de humedad edáfica se considera uno de los principales factores físicos que influyen en la distribución de plantas en este tipo de ambientes (Chapman, 1974).

También de los resultados obtenidos puede afirmarse que la presencia de algunas de las especies identificadas en las antiguas tierras agrícolas se asocia a la existencia de determinadas características edáficas. Por citar algunos ejemplos, se puede afirmar que *Sarcocornia fruticosa*, *Suaeda vera*, *Gypsophila tomentosa*, *Atriplex glauca*, así como diversas especies del género *Limonium*, se relacionan con suelos húmedos y de marcada salinidad (en relación a su contenido en sulfatos). Otras especies como *Artemisia barrelieri*, *Andryala ragusina*, *Helichrysum italicum* subsp. *serotinum*, *Santolina canescens*, *Retama sphaerocarpa* y *Thymus zygis* subsp. *gracilis* se asocian a suelos con un elevado contenido en gravas. Por otro lado, hay que destacar que algunas de las especies se presentan bajo un amplio espectro de condiciones edáficas, hallándose representadas en asociaciones que se desarrollan en suelos con características muy diferentes. Es el caso de *Artemisa-herba-alba*, característica o frecuente en prácticamente todas las asociaciones, excepto en AA, de la que sí forman parte otras dos especies de este género (*Artemisia barrelieri* y *Artemisia campestris*). En este sentido, también es de destacar el papel de *Atriplex glauca*, ya que, aunque no es tan frecuente en las tierras estudiadas, caracteriza a tres de las comunidades analizadas (HA, AS y AH). Llama la atención que aunque HA comparte con AS y AH, entre otras, esta especie, no evoluciona junto a ellas en prácticamente ninguna parcela, tampoco sus suelos son similares a los de AS y AH en relación a su salinidad y humedad.

IV. 2. SUGERENCIAS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LOS CULTIVOS ABANDONADOS DEL ÁREA ANALIZADA

El abandono de tierras agrícolas implica un cambio y éste puede ser favorable o puede constituir una amenaza, dependiendo de la situación (Hobbs y Cramer, 2007). Numerosos trabajos plantean la necesidad de buscar soluciones para hacer frente a problemas ambientales asociados al abandono agrario, especialmente en áreas donde los procesos de sucesión se encuentran limitados, como en los ambientes áridos y semiáridos. Bonet y Pausas (2007) indican diversos criterios para la restauración de tierras agrícolas abandonadas en ambientes semiáridos de España: que la conservación de suelos sea prioritaria frente a cualquier acción de restauración (incluso en terrazas abandonadas, aunque la conservación de suelos teóricamente esté asegurada, muchas de ellas se encuentran en proceso de degradación y presentan riesgo de erosión); debe garantizarse la capacidad de regeneración del ecosistema después de un fuego u otro tipo de perturbación (Vallejo *et al.*, 2006); la biodiversidad debe ser estimulada: promoviendo la reintroducción de especies clave que hayan desaparecido debido a usos pasados así como las interacciones planta-animal para hacer que la restauración sea más rápida y eficiente. En esta línea, Navarro (2001), Navarro *et al.* (2006, 2007), Rey Benayas *et al.* (2008), plantean la creación los llamados “núcleos de dispersión” o “islas forestales”, respectivamente, en zonas agrícolas extensivas con objeto de compatibilizar la restauración ecológica, la conservación y la agricultura. Exponen que ésta puede ser una opción apropiada e intermedia entre la restauración pasiva (limitada por la usual lentitud de los procesos de sucesión secundaria, tanto debido a limitaciones bióticas como abióticas) y la restauración activa (que suele ser difícil de afrontar económicamente).

En relación a métodos activos de restauración, también se están investigando las técnicas más apropiadas para la forestación de estos ambientes (Navarro, 2001; Navarro *et al.*, 2001a; Navarro *et al.*, 2002; Caravaca *et al.*, 2003; Bocio *et al.*, 2004; De Simón *et al.*, 2004; Jiménez *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2006). Por otra parte, en diversos estudios se analizan métodos o condiciones que reducen o frenan la erosión en tierras abandonadas de áreas mediterráneas (Ruiz-Flaño *et al.*, 1992; García-Ruiz *et al.*, 1996; Molinillo *et al.*, 1997; Lasanta *et al.*, 2000; Cammeraat *et al.*, 2005).

Como ejemplo de trabajo que persigue objetivos de gestión para las antiguas tierras agrícolas puede citarse también el trabajo realizado por Errera *et al.* (2004), que estudian cultivos abandonados en el Pirineo Aragonés con el fin de plantear cuales podrían transformarse en prados de siega o diente, sin incrementar los riesgos de erosión. Inciden en que el interés del tema no deriva sólo del incremento de la producción o de garantizar la viabilidad económica de las explotaciones, sino que se trata también de un problema de mantenimiento de los ecosistemas, de utilización de recursos vegetales sin otra alternativa de uso posible, de controlar la propagación de incendios, de la ocupación de un territorio casi despoblado, y de la conservación de un paisaje natural y cultural creado durante milenios. Asimismo, puede resaltarse el trabajo de Sánchez López (1995), que señala algunas reflexiones sobre las actuaciones en terrenos agrícolas marginales y su gestión, destacando la necesaria

elaboración de un plan de uso y gestión hidroforestal en base a una determinación cuantitativa de estas tierras abandonadas. Entre las alternativas que plantean para la gestión de estas tierras señalan: la importancia de acelerar el proceso de regeneración natural (debido a la lentitud de los procesos de sucesión vegetal y del peligro de degradación al que están sometidos los suelos abandonados); la vuelta a determinadas prácticas agrícolas, de alto valor biológico, cultural y paisajístico; el cultivo de plantas aromáticas (tomillo, romero, lavanda), melíferas (romero, tomillo, *Dorycnium*, etc.), cultivos forrajeros semi-intensivos (alfalfa, esparceta) o semi-extensivos (mezclas de gramíneas y leguminosas); la creación de escuelas de naturaleza, granjas-escuela, talleres de prácticas de actividades tradicionales, etc. En este estudio se resalta la necesidad de elaborar una estrategia de desarrollo global basada en el aprovechamiento integral, equilibrado y complementado de sus recursos naturales y humanos.

En las diferentes secciones que integran el presente trabajo se han intentado obtener resultados útiles para la planificación de las tierras agrícolas involucradas en el abandono en la Depresión de Baza. La mayoría de las implicaciones para la gestión que se derivan de los resultados obtenidos han sido advertidas en las discusiones correspondientes a cada capítulo. Los resultados obtenidos se refieren principalmente al interés ecológico de los espacios abandonados, a las limitaciones edáficas para el desarrollo de los cultivos, así como a su distribución espacial. También se ha analizado el interés florístico de los espacios abandonados desde una perspectiva, no únicamente ecológica, sino también económica.

En relación a los efectos positivos del abandono, cabe destacar que cuatro de las asociaciones identificadas en antiguas tierras de cultivo constituyen hábitats de interés comunitario, declarados como tales por la Directiva 92/43/CEE (*Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, *Atriplici-Suaedetum verae*, *Artemisio-Frankenietum thymifoliae*, *Atriplicetum glauco-halimi*). En este sentido también hay que destacar que la Fitosociología constituye la base para reconocer hábitats de interés comunitario. La Directiva *Hábitat* fue transpuesta al ordenamiento jurídico a través del Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, (por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres). Como se indica en este Real Decreto y en la propia Directiva los tipos de hábitats de interés comunitario: “*se encuentran amenazados de desaparición en su área de distribución natural; o bien presentan un área de distribución natural reducida a causa de su regresión o debido a su área intrínsecamente restringida; o bien constituyen ejemplos representativos de características típicas de una o de varias de las cinco regiones biogeográficas siguientes: alpina, atlántica, continental, macaronesia y mediterránea*”. Para su protección los estados miembros designan zonas especiales de conservación (ZEC) que, tras su aprobación, se integran en la Red Natura 2000. El territorio objeto de estudio no se ha incluido, hasta el momento, en ninguna de las ZEC designadas, no obstante, la conservación de los hábitats de interés comunitario en cualquier territorio contribuye a alcanzar la finalidad última de la Directiva, que es contribuir a garantizar

el mantenimiento o el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los hábitats naturales y de las especies silvestres de fauna y flora.

Por otra parte, el artículo 7 del Real Decreto 1997/1995 contempla el fomento de la gestión de los elementos del paisaje que sean primordiales para la fauna y la flora silvestres, como sigue: “*Con el fin de mejorar la coherencia ecológica de la Red Natura 2000, las Administraciones públicas competentes se esforzarán por fomentar la gestión de aquellos elementos del paisaje que revistan primordial importancia para la fauna y la flora silvestres y en particular las que, por su estructura lineal y continua, como son las vías pecuarias, los ríos con sus correspondientes riberas o los sistemas tradicionales de deslindes, o por su papel de puntos de enlace, como son los estanques o los sotos, son esenciales para la migración, la distribución geográfica y el intercambio genético de las especies silvestres*”. Como se ha podido comprobar durante la fase de análisis espacial, las cuatro comunidades citadas se encuentran estrechamente relacionadas y se disponen principalmente entorno a diversas cañadas marcadamente salinas. Estas zonas adquieren un indudable papel como corredor, por lo que se incrementa su interés para la conservación. Además, uno de los espacios donde mayor superficie presentan los hábitats de interés comunitario estudiados ha sido incluido recientemente en el Inventario de Humedales de Andalucía (El Saladar del Margen).

Además de su propio valor ecológico y de su función en corredores, estas asociaciones se encuentran asociadas a otros hábitats de interés comunitario y albergan una elevada diversidad de especies endémicas, raras y amenazadas (Lendínez *et al.* 2004), incrementándose, en este sentido, su necesidad de protección.

Como se ha expuesto en la discusión del tercer capítulo, los ambientes salinos en los que se desarrollan diversas comunidades objeto de estudio, presentan importantes limitaciones para el cultivo. Se trata en concreto de los suelos de las comunidades *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, *Atriplici-Suaedetum verae* y *Atriplicetum glauco-halimi*. Contrastando los valores registrados en la conductividad eléctrica de las muestras analizadas y la información sobre tolerancia de los cultivos a la salinidad que se exponen en la tabla 3.5 (obtenida de Porta *et al.* (2003), que la elaboraron a partir de Ayers y Wescott (1976) y de Carter (1981)), se ha podido comprobar que la salinidad existente en muchas de las áreas estudiadas implica importantes reducciones en la productividad de los cultivos, superior al 50% en algunos casos.

Los resultados de los análisis de suelos realizados para el resto de comunidades indican que no presentan problemas para la agricultura por salinidad. No obstante, cabe reiterar que las características climáticas propias de ambientes semiáridos mediterráneos de interior no son favorables para la agricultura extensiva en el conjunto del área de estudio, al menos con la tecnología actual y con los mercados existentes. Por otro lado, en todas las parcelas analizadas se obtuvo un pH superior al óptimo para los tipos de cultivos característicos de las parcelas de secano de la zona (cebada, trigo y avena, principalmente), que sería de 5,5 a 7,0 (Whittaker *et al.*, 1959;

Young, 1976). En cualquier caso, el cultivo en las áreas donde se desarrollan las asociaciones *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, *Hammado-Atriplicetum glaucae* y *Andryalo-Artemisietum barrelieri* no se encuentra tan impedido como en las áreas salinas y, dado que no se trata de espacios tan prioritarios para la conservación, deben plantearse otro tipo de alternativas.

Numerosas especies características y/o acompañantes de las comunidades analizadas han sido reconocidas como recurso botánico, como se destacó en el primer capítulo. No obstante, no todos los usos potenciales de las plantas son susceptibles de un aprovechamiento real. Según nuestro análisis previo de los recursos botánicos del territorio y de las experiencias sobre su explotación halladas, consideramos que las áreas objeto de estudio podrían ser apropiadas para la potenciación de plantas con características forrajeras, biocombustibles, aromáticas (incluidas esenciales, medicinales y condimentarias) y apícolas.

Entre las alternativas económicamente interesantes que pueden plantearse para los cultivos abandonados del territorio destaca el pastoreo. El desarrollo de las actividades ganaderas, sobre todo las de carácter extensivo, se ve dificultado en la zona de estudio por la baja pluviometría y la consiguiente escasez de pastos. No obstante, la especialización de este sector en razas particularmente adaptadas al medio físico de la zona, y de alta calidad, como es el ovino de raza “segureña”, y su creciente apreciación por los consumidores está permitiendo una mayor dinamicidad del sector, como lo demuestra el creciente número de cabezas de ganado, tanto del ya citado ovino, con cerca de 200.000 cabezas, como de caprino con 15.000, frente a las tan sólo 500 cabezas de bovino (González Moreno *et al.*, 2007).

Diversos trabajos en el sudeste español incluyen en el término pasto no sólo a las especies herbáceas (que es lo común), sino también, a las leñosas (Robles, 1990; Fernández García, 1995; Boza *et al.*, 1998; González Rebollar *et al.*, 1998; Passera, 1999; Robles *et al.*, 2001). Monserrat (1960) propuso la siguiente definición de pasto: “*agrupación vegetal (natural o artificial) que proporciona alimento al ganado, a diente, como forraje o bien henificado*”. En este sentido, numerosas especies citadas como forrajeras por Robles (1990) y/o González Rebollar *et al.* (1999) son características de los cultivos abandonados del territorio analizado, entre ellas *Anthyllis cytisoides*, *Dactylis glomerata*, *Plantago albicans*, *Bituminaria bituminosa*, *Eryngium campestre*, *Helichrysum italicum*, *Carlina corymbosa*, *Teucrium capitatum*, *Brachypodium retusum*, *Teucrium pseudochamaepitys*, *Thapsia villosa*, también otras como *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa* o *Salsola vermiculata*. El interés para el pastoreo de esta última especie se ha puesto de manifiesto en diversos trabajos (Hycka Maruniak, 1961; Osman y Ghassali, 1997), además se ha comprobado en campo que es muy apreciada por el ganado.

Asimismo, destaca como recurso alimenticio para el ganado *Atriplex halimus* (Correal *et al.*, 1986; Le Houerou, 1989; Ríos *et al.*, 1989; Robles, 1990; Otal *et al.*, 1991; Robledo *et al.*, 1995; Cañellas *et al.*, 2004; Robles y González Rebollar, 2006). El interés es tal que se han llevado a cabo experiencias para la potenciación de esta

especie con fines forrajeros, pero también por su potencialidad para la restauración en zonas áridas (Le Houerou 1989; Latorre, 1989; Osman y Ghassali, 1997; Domínguez-Lerena, *et al.*, 2001; Cañellas *et al.*, 2004; Osman, *et al.*, 2006). Cañellas *et al.* (2004) llevaron a cabo una repoblación con especies del género *Atriplex* en terrenos agrícolas abandonados de clima mediterráneo, concluyeron que tanto *Atriplex halimus* como *A. polycarpa* y *A. nummularia*, deben ser tenidas en cuenta en la recuperación de estos terrenos donde se prevea un aprovechamiento silvopastoral. Respecto a los resultados de este trabajo cabe destacar que *Atriplex halimus* presentó una supervivencia superior al 80%, al cuarto año de la plantación la altura media alcanzada era de 62,7 (30) y un diámetro máximo de copa de 56,6 (27,6), habiéndose encontrado abundantes plántulas procedentes de regeneración natural de esta especie al tercer año. La potenciación de las especies de este género puede ser, por tanto, también una alternativa para algunos de los cultivos abandonados del territorio. Según señalan Robles y González Rebollar (2006), una plantación de *Atriplex halimus* es capaz de soportar una carga de 1-2 ovejas/ha/año. En este sentido, Le Houerou (1989) sugería la conversión de campos de cereales marginales en prados permanentes de siega en combinación con árboles y setos de arbustos forrajeros, con objeto de mejorar la productividad al potenciar indirectamente la obtención de productos animales, así como para favorecer la protección del suelo frente a la erosión. En este trabajo apuntan que la combinación del salado (*Atriplex* spp.) con cebada y pastoreo extensivo en Libia, por ejemplo, dieron notables resultados en cuanto a recuperación del suelo y productividad sostenida, bajo precipitaciones de tan solo 120-170 mm anuales.

Entre las asociaciones que se desarrollan en las tierras agrícolas abandonadas del territorio la más interesante desde el punto de vista de su aprovechamiento para el pastoreo puede ser *Atriplicetum-glaucum halimi*, cuyo principal componente es *Atriplex halimus*, que supera ampliamente el metro de altura y, según los resultados obtenidos, ofrece una cobertura media de 71,95% ($\pm 11,10$). En más de 25 ha esta asociación se desarrolla junto a *Atriplici-Suaedetum verae*. En algunos de los espacios que conviven ambas asociaciones podría también plantearse la potenciación de *Atriplex halimus* con fines forrajeros. El desarrollo de *Atriplex halimus* en estas zonas no debe plantear problemas ya que, además, los suelos donde se instalan estas dos comunidades presentan destacadas similitudes. También la potenciación del pastoreo puede ser una opción para las tierras donde evoluciona *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, comunidad que alberga otras especies de interés forrajero como *Salsola vermiculata*, *Teucrium capitatum*, *Plantago albicans*, *Stipa lagascae*, o para las parcelas que han sido colonizadas por *Andryalo-Artemisietum barrelieri*, donde residen especies como *Plantago albicans*, *Stipa lagascae*, *Dactylis glomerata*, *Helichrysum italicum*, también destacadas por sus propiedades nutritivas para el ganado.

Respecto a otros usos de plantas, García-Nieto (2000) indican que el cultivo de plantas aromáticas y medicinales en tierras marginales, actualmente yermas por su escaso o nulo interés agrícola puede revalorizar estos terrenos ya que en ellos se desarrollan bien la mayoría de estas plantas, a la vez que protegen al suelo frente a la degradación y erosión. En este trabajo se menciona que la rentabilidad de estas especies puede ser muy superior a la de cualquier cereal o cultivo convencional y que

además precisan una escasa dedicación cuando el cultivo es mecanizable. Morales Hernández (2002) ponen en evidencia el resurgimiento de las explotaciones de flora medicinal, aromática y condimentaria (donde las especies autóctonas poseen especial relevancia) en la Comunidad Valenciana, en detrimento del aprovechamiento silvestre.

España, debido a su localización geográfica y a su peculiar variedad ecológica, sustenta una flora medicinal y aromática abundante y muy variada, constituida por más de un millar de especies y variedades, entre las que existen numerosos endemismos (Muñoz, 1987). También en la zona de estudio una amplia diversidad de especies pueden aprovecharse con estos fines, incluso muchas de ellas se presentan de forma espontánea en las tierras agrícolas abandonadas, como se indicó en el primer capítulo (*Rosmarinus officinalis*, *Foeniculum vulgare*, *Artemisia campestris*, *Papaver rhoeas*, *Silybum marianum*, *Thymus zygis* y *Thymus longiflorus*). Éstas y otras especies han sido destacadas entre las principales especies aromáticas y medicinales ibéricas en diversos trabajos (Mendiola, 1989; Fernández-Pola, 1996; Muñoz, 1987; Gómez Orea *et al.*, 1999; Morales Hernández, 2002). Como señala Muñoz (1987) el aprovechamiento industrial de estas plantas ha de basarse en el cultivo mecanizado de especies y ecotipos seleccionados, tanto por el rendimiento y calidad de sus esencias o extractos como por su resistencia al frío, sequía, enfermedades. El cultivo de especies autóctonas garantiza la viabilidad ecológica de la plantación, favoreciendo el éxito de su explotación.

Por otra parte, el cultivo de plantas aromáticas y medicinales es compatible, incluso recomendable, con el desarrollo de la apicultura. Estas plantas son muy valoradas por las abejas, por lo que la instalación de colmenas en la proximidad de sus cultivos, es de gran interés para el desarrollo de la apicultura, ya que proporcionan miel y polen de excelente calidad. Las abejas, además, fomentan la polinización de otras plantas y mantienen el equilibrio ecológico, por tanto se trata de una actividad plenamente compatible con la conservación de los valores naturales del entorno. (García-Nieto, 2000). Además de las plantas esenciales, otras especies presentes en las tierras abandonadas y en espacios adyacentes destacan por su utilidad apícola: *Andryala ragusina*, *Anthyllis cytisoides*, *Artemisia barrelieri*, *Asphodelus cerasiferus*, *Bituminaria bituminosa*, *Carlina corymbosa*, *Convolvulus arvensis*, *Coris monspeliensis*, *Dittrichia viscosa*, *Eryngium campestre*, *Galactites tomentosa*, *Malva nicaeensis*, *Marrubium vulgare*, *Medicago polymorpha*, *Medicago sativa*, *Moricandia moricandioides*, *Muscari neglectum*, *Papaver roheas*, *Plantago coronopus*, *Reseda lutea*, *Salvia verbenaca*, *Sedum album*, *Silybum marianum*, *Teucrium capitatum subsp. gracillimun*, *Thapsia villosa* y *Trifolium repens* (Nieto y Valenzuela, 1995).

Una opción socio-económicamente interesante para las parcelas agrícolas abandonadas podría ser, por tanto, el cultivo de plantas aromáticas, condimentarias y medicinales y/o la instalación de colmenas para la obtención de productos derivados de las abejas. Entre las especies presentes en los cultivos abandonados del territorio y con más potencialidad para este tipo de aprovechamiento destacan *Rosmarinus officinalis* (presente en algunas parcelas de SA) y *Thymus zygis* (identificada en las comunidades SA y AA, y más puntualmente en AF y HA). Además de las especies

citadas, otras como *Thymus mastichina*, *Salvia lavandulifolia*, *Lavandula latifolia*, presentan una larga tradición de cultivo y procesado, pudiendo constituir igualmente un cultivo alternativo en algunas de las parcelas abandonadas, ya que también están adaptadas a condiciones ambientales similares. La potenciación de estas especies pueden ejercer, además, funciones de protección del suelo. Como indica García-Nieto (2000) sus variados sistemas radiculares, profundos o someros, y rizomas, sujetan el suelo y frenan o impiden la erosión, por lo que son muy adecuadas para sujeción de suelos desnudos. En las tierras marginales, actualmente yermas por su escaso o nulo interés agrícola, se desarrollan bien la mayoría de estas plantas, que evitan la degradación y erosión del suelo. En este mismo trabajo se indica que, además, en aquellos suelos que, por su naturaleza o por una agricultura abusiva, son o se han vuelto inútiles para otros cultivos, pueden cultivarse con éxito algunas de estas especies, como la salvia.

Respecto a otras iniciativas para estas tierras, Sánchez-Macías *et al.*, (2006) indican que una de las alternativas que puede favorecer el sostenimiento del sector agrario y fijar la población en el medio rural es el aprovechamiento de los recursos vegetales en el contexto de la nueva agro-energía. Estos autores exponen en profundidad las principales características del desarrollo agroindustrial de biocombustibles, particularizando para Castilla y León. Las posibilidades energéticas de la Biomasa en la Comunidad Autónoma de Madrid son analizadas por Alonso Mateos (2004). También la Junta de Andalucía elaboró un proyecto sobre el estado actual y las perspectivas del biodiesel en Andalucía (Anónimo, 2000b), y más recientemente otro sobre la situación de la biomasa en Andalucía (Anónimo, 2007). Estos estudios ponen de manifiesto que se trata de un sector en auge.

Los cultivos energéticos son cultivos específicos dedicados exclusivamente a la producción de energía. A diferencia de los cultivos agrícolas tradicionales, tienen como características principales su gran productividad de biomasa y su elevada rusticidad, expresada en características tales como resistencia a la sequía, a las enfermedades, vigor, precocidad de crecimiento, capacidad de rebrote y adaptación a terrenos marginales. Entre los cultivos energéticos se puede incluir cultivos tradicionales (cereales, caña de azúcar, semillas oleaginosas) y otros no convencionales (*Cynara*, patata, sorgo dulce), que están siendo objeto de numerosos estudios para determinar sus necesidades de cultivo. Actualmente, no existe implantación de cultivos con estos fines específicos en Andalucía. Sin embargo, se han realizado pruebas en pequeñas superficies, y existe un interés creciente en el tema, tanto por parte de la Administración como por algunas empresas del sector, por lo que el futuro es prometedor. El desarrollo de los cultivos energéticos puede dar lugar a la creación de nuevas Agroindustrias en un futuro inmediato, entre las que cabe destacar: Agroelectricidad y Biorrefinerías (Anónimo, 2007). En este mismo trabajo se indica que, además de los beneficios económicos directos que la generación de biomasa puede implicar, existen una serie de incentivos para su producción.

Como se indicó en el capítulo I, se está invirtiendo en la búsqueda de cultivos energéticos específicos nuevos que se adapten mejor a las particularidades climáticas

y edáficas de cada zona y que a la vez presenten buenas propiedades para el posterior aprovechamiento en la industria transformadora. Entre las especies que mejores resultados están mostrando destaca el cardo (*Cynara cardunculus*). Su producción varía dependiendo lógicamente de las temperaturas y lluvias registradas durante el ciclo de desarrollo pero, con una pluviometría media entre 450 y 550 mm aproximadamente, supera las 15 toneladas de materia seca por hectárea, siempre y cuando se desarrolle en suelos idóneos (sin suela de labor y con suficiente profundidad de perfil) y sobre él se realicen las labores adecuadas de cultivo (Alonso Mateos, 2004). Otras especies objeto de investigación en Andalucía son (*Sorghum* sp. (sorgo), *Brassica carinata* (colza), *Hibiscus cannabicus* (kenaf) y *Onopordum nervosum* (toba)) (Anónimo, 2000b). *Onopordum nervosum*, es una especie de destacadas dimensiones frecuente en las primeras etapas tras el abandono de cultivos. La potenciación de ésta y otras especies con propiedades biocombustibles probadas, podría constituir otra alternativa económicamente interesante para las parcelas agrícolas marginales del área de estudio. De las tierras abandonadas y con vegetación perenne, la ocupadas por las asociaciones HA, AA y SA son apropiadas, en principio, para este cultivo.

En las zonas donde no se han identificado limitaciones edáficas particulares para el cultivo (principalmente las colonizadas por las formaciones *Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae*, *Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae*, *Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri*) podría plantearse la reanudación de las actividades agrícolas tradicionales. La cebada y el trigo podrían ser cultivados nuevamente en estos espacios de secano. En este sentido es de destacar que el precio de los cereales ha subido en este último año (en relación a la producción de biocombustibles), por lo que debe ser en la actualidad más rentable su cultivo que en otros periodos. Desde un punto de vista ecológico es viable también la potenciación o cultivo de algunos de los recursos botánicos citados (forrajeros, aromáticos, medicinales y condimentarios o biocombustibles) y propios de estos ambientes. No obstante, habría que analizar en profundidad su viabilidad económica.

Sería aconsejable, tanto desde un punto de vista ecológico como económico, que los cultivos del territorio se acogiesen a las ayudas existentes para la agricultura ecológica, contempladas en la ORDEN de 20 de noviembre de 2007, por la que se establecen las bases reguladoras para la concesión de subvenciones a las submedidas agroambientales en el marco del Plan de Desarrollo Rural de Andalucía 2007-2013 y se efectúa su convocatoria para el año 2007. Esta Orden tiene por objeto establecer las normas de aplicación en Andalucía del régimen de ayudas de determinadas submedidas agroambientales, previstas en el artículo 39 del Reglamento (CE) núm. 1698/2005 del Consejo, de 20 de septiembre, relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), y que han sido incluidas en el Programa de Desarrollo Rural de Andalucía, además de realizar su convocatoria para la campaña 2007. Son objeto de ayuda, según esta orden, las siguientes submedidas agroambientales: apicultura para la conservación de la biodiversidad y prima adicional ecológica, razas autóctonas puras en peligro de extinción, agricultura ecológica y ganadería ecológica. Por tanto, pueden ser objeto de

subvención además de las alternativas agrícolas que se plantean para las tierras abandonadas del territorio, las opciones de potenciación de la ganadería y apicultura, siempre que se cumplan los requisitos obligatorios para acogerse a estas medidas.

La “agricultura ecológica” es un sistema moderno de producción agrícola y ganadera cuyo objetivo fundamental es la obtención de alimentos de la máxima calidad, que se esfuerza en la protección del medio ambiente, respetando los ciclos biológicos y sin utilizar agroquímicos ni variedades modificadas genéticamente (Centro de Formación de la Asociación CAAE, 2006). En las tierras agrícolas que no se lleven a cabo prácticas de agricultura ecológica, sería deseable desde un punto de vista ecológico que se desarrollase, al menos, “agricultura integrada”. La agricultura integrada es un modo de cultivo intermedio entre la agricultura convencional y la agricultura ecológica. Este tipo de agricultura emplea productos químicos, por lo que se distingue de la agricultura biológica, sin embargo la agresividad y el carácter residual de los mismos no tienen similitud alguna con los empleados por la agricultura tradicional (mucho más tóxicos y residuales).

Para cualquier opción de aprovechamiento agrícola que se desarrolle es recomendable la conservación de setos entre parcelas o terrazas. En relación a este objetivo, cabe destacar que la Asociación Comité Andaluz de Agricultura Ecológica y la Consejería de Medio Ambiente han impulsado una iniciativa denominada *Campaña para la conservación y recuperación de los setos vivos en Andalucía*, a fin de poner en marcha uno de los objetivos que ya se establecía en el Plan Forestal Andaluz, “*Diversificar el paisaje rural mediante la conservación y recuperación de enclaves forestales en zonas agrícolas*”. Dicha campaña se basa en el mantenimiento y recuperación de todos aquellos elementos vegetales (setos, vallados, bosquetes, sotos, etc.) que se encuentran diseminados por Andalucía, cumpliendo una clara función medioambiental.

Por otro lado, algunas de las parcelas agrícolas abandonadas pueden requerir medidas de restauración activa. Esta opción sería apropiada para aquellas áreas que muestren manifiestos signos de erosión, en relación a su pendiente o a un mal estado de las terrazas agrícolas, y que se encuentren colonizadas por las comunidades SA, HA y AA. Se descarta esta opción para las tierras ocupadas por los hábitats de interés comunitario debido a su destacado interés ambiental. Dado que las áreas agrícolas abandonadas son de titularidad privada, esta opción únicamente es viable para los propietarios si se subvenciona. En esta línea, algunas de las parcelas podrían acogerse a las subvenciones para la forestación de tierras agrícolas impulsadas por la Unión Europea para incentivar el abandono de cultivos. Las labores de restauración deben abordarse considerando los resultados obtenidos en los numerosos trabajos que analizan las especies y métodos más apropiados para la forestación de estos ambientes abandonados semiáridos (Navarro, 2001; Navarro *et al.*, 2001a; Navarro *et al.*, 2002; Caravaca *et al.*, 2003; Bocio *et al.*, 2004; De Simón *et al.*, 2004; Jiménez *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2006).

La caza menor se podría ver favorecida (como recurso) mediante una acertada planificación o gestión de los espacios ocupados por algunas de estas asociaciones. En el territorio objeto de estudio la caza menor está muy arraigada y es una fuente de ingresos no descartable. Nos consta que diversos propietarios han forestado fincas, precisamente, con objeto de favorecer la caza. Podría plantearse la posibilidad de incentivar a algunos propietarios para que no labrasen la tierra y mantuviesen los cultivos abandonados para refugio y alimento de la caza menor. Esta opción, a su vez, podría beneficiar a otras especies de fauna, favoreciéndose también la conservación.

A continuación se expone, para cada comunidad analizada, una breve ficha que sintetiza los principales resultados obtenidos relacionados con la gestión y, en base a éstos, se proponen opciones de gestión para cada comunidad, teniendo en cuenta su viabilidad ecológica pero también intentando incluir un enfoque socio-económico.

Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae Géhu ex Géhu y Géhu-Franck 1977
nom. mut. propos. Rivas-Martínez, Díaz, Fernández González, Izco, Loidi Lousa y Penas 2002. (CS)

En primer lugar, hay que resaltar que se trata de un hábitat de interés comunitario (Directiva 92/43/CEE, hábitat 1420, matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos (*Sarcocornetea fruticosi*)) que, además, alberga especies protegidas y otras de destacado interés ambiental (*Limonium minus*, *Limonium majus*, *Gypsophila tomentosa*). Además, esta formación se encuentra estrechamente relacionada con numerosos hábitats y especies de marcado valor ecológico. Estos argumentos evidencian el interés de conservación de los espacios ocupados por la comunidad encabezada por *Sarcocornia fruticosa*.

Por otra parte, en relación a los suelos donde se desarrolla la comunidad, cabe destacar la elevada salinidad detectada, que implica importantes limitaciones para el cultivo. El valor medio de la conductividad eléctrica es de 11,96 ($\pm 2,42$) dS m⁻¹ a 25°C, cifra que implica, según los datos aportados en la tabla 3.5, una reducción de la productividad de cultivos próxima al 25% para la cebada y al 50% para el trigo, estando considerados ambos cereales como muy tolerantes y tolerantes a la salinidad, respectivamente. En algunos suelos que alojan esta formación deben registrarse niveles de conductividad superiores, por ejemplo en el suelo CS4 se detectó una conductividad superior a 18 dS m⁻¹ a 25°C, lo cual implica una reducción de la productividad de los cultivos muy superior a la señalada. En los suelos donde se instala *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, se ha advertido, además, que en determinadas épocas existe hidromorfía temporal. En las muestras tomadas se identificó un nivel de humedad elevado incluso en verano. Como ya se ha señalado, el exceso de agua también produce efectos perjudiciales para las plantas no adaptadas, como los cereales, (Terradas, 2001).

Recomendaciones para la gestión: Consideramos que la mejor opción para las áreas que albergan esta asociación sería su protección y conservación. Aunque parte de las áreas donde se cartografió la comunidad se encuentran en el Saladar del Margen (recientemente incluido en el Inventario de Humedales de Andalucía), la mayor parte del área de distribución, en la zona de estudio, de éste y otros hábitats de interés comunitario carecen de figura de protección. Para las zonas ocupadas por la asociación *Cistancho phelypaeae-Sarcocornietum fruticosae* debe descartarse, por tanto, las roturaciones y/o reinicio de la actividad agrícola. También los espacios anexos a las áreas ocupadas por esta asociación deberían conservar su vegetación natural.

***Atriplici glaucae-Suaedetum verae* O. Bolòs (1967). (AS)**

Esta comunidad también ha sido reconocida como hábitat de interés comunitario, 1430 matorrales halo-nitrófilos (*Pegano-Salsoletea*). Por otra parte, se ha comprobado que en algunas parcelas se desarrolla junto a CS, y contacta con ella en otras. En el ámbito de esta asociación se ha detectado, igualmente, la presencia de *Limonium majus*, (catalogada como “Especie Vulnerable” según la legislación andaluza (Ley 8/2003, de 28 de octubre, de la flora y la fauna silvestres), e incluida en el Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada de España (Bañares, 2003) y Libro Rojo de Andalucía (Blanca *et al.*, 1999 y 2000)).

Los suelos característicos de esta comunidad presentan una conductividad eléctrica muy elevada, de media 10,90 ($\pm 2,0$) dS m⁻¹. Aunque la conductividad media es ligeramente inferior que en los suelos de CS, en dos de las muestras se alcanzan valores superiores a 15 dS m⁻¹. Las cifras de este indicador de salinidad vuelven a implicar una importante limitación para el cultivo en los suelos donde se desarrolla *Atriplici-Suaedetum verae*. Para algunos de estos suelos la disminución del rendimiento del cultivo de cereales sería del 50%.

Recomendaciones para la gestión: Para las áreas ocupadas por *Atriplici-Suaedetum verae* se sugieren objetivos de conservación y protección. En relación a su interés ecológico, las áreas que hospedan esta asociación no deben tampoco soportar roturaciones periódicas, ya que interrumpirían la dinámica vegetal y se destruiría un hábitat de destacado interés ecológico. Debido a la elevada salinidad de los suelos donde se desarrolla, debe descartarse, asimismo, el restablecimiento de las labores agrícolas. En algunas de las tierras ocupadas por esta comunidad puede potenciarse el pastoreo, como se ha expuesto anteriormente.

Tanto para esta comunidad como para la anterior, la no roturación plantea problemas económicos para los propietarios al tratarse de terrenos agrícolas. Ante esta dificultad pueden considerarse alternativas difíciles pero posibles, como la expropiación, compra o subvención por parte de la administración, para que los propietarios conserven la vegetación de estos espacios. También existe la posibilidad de crear, en estos lugares de reducidas dimensiones, microrreservas de flora consorciadas con los propietarios, como se está planteando en otras regiones (Laguna, 1995; Carrión, 2005).

***Atriplicetum glauco-halimi* Rivas-Martínez y Alcaraz en Alcaraz 1984. (AH)**

Desde una perspectiva ecológica cabe destacar que también se trata de uno de los hábitats reconocidos en la Directiva 92/43/CEE, 1430 matorrales halo-nitrófilos (*Pegano-Salsoletea*). Además, en numerosas parcelas se ha identificado junto a otro de los hábitats de interés comunitario estudiados (*Atriplici-Suaedetum verae*). La salinidad de los suelos muestreados para esta asociación es variable, en dos de ellos el valor de la conductividad supera 13 dS m⁻¹ a 25°C, mientras que en los otros tres oscila entre 2,2 y 3,4 dS m⁻¹. Por tanto, en algunos de los suelos donde reside la comunidad se presentarán importantes limitaciones naturales para el cultivo. En relación a su composición florística, cabe destacar que esta comunidad se caracteriza por *Atriplex halimus*, muy interesante por sus propiedades forrajeras, como se ha indicado. Además, este uso se favorece por tratarse de una comunidad de cobertura muy elevada, 93,83% ($\pm 8,06$), y porque ésta es aportada precisamente por *Atriplex halimus* (71,95% ($\pm 11,10$)).

Recomendaciones para la gestión: Se sugiere la **conservación** de las zonas donde se desarrolla la asociación *Atriplicetum glauco-halimi*, ya que es un hábitat de interés comunitario. Por otro lado, la presencia de especies de destacado interés forrajero, sugiere el uso de estas zonas para la potenciación del pastoreo, intentando compatibilizarlo con la conservación del hábitat. Ambos objetivos podrían ser factibles en conjunto, ya que cierto nivel de nitrificación (aportado por el ganado) podría incluso favorecer la conservación de esta comunidad propia de espacios alterados. En zonas donde esta comunidad convive con *Atriplici-Suaedetum verae* (siempre que no se halle anexa a zonas donde se desarrolla *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*) podría plantearse igualmente un aprovechamiento ganadero. Estas áreas no deben ponerse en cultivo ni deben ser sometidas a roturaciones periódicas.

***Salsolo vermiculatae-Artemisietum herbae-albae* (Br.-Bl. y O. Bolòs 1958) O. Bolòs 1967. (SA)**

No se han detectado limitaciones edáficas específicas para la productividad de los cultivos en los suelos donde esta comunidad evoluciona. Por otro lado, en diversos inventarios de la asociación se ha registrado la presencia de especies como *Thymus zygis*, *Rosmarinus officinalis*, conocidas por sus propiedades aromáticas y medicinales. Algunas de las especies frecuentes en esta comunidad presentan además interés apícola (*Thymus zygis*, *Rosmarinus officinalis*, *Teucrium capitatum*). También en los espacios limítrofes pero no alterados por actividades agrícolas abundan las especies interesantes para este uso. Además, diversas especies características de *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* poseen un destacado valor forrajero, entre ellas (*Salsola vermiculata*, *Teucrium capitatum* y *Plantago albicans*).

Recomendaciones para la gestión: Ya que se trata de la comunidad más frecuente en los cultivos abandonados (se halló en más del 58,01% de la superficie total que continuaba abandonada), para estas zonas pueden plantearse varias opciones, según el lugar:

- Retorno al cultivo de cereales
 - Potenciación o cultivo de especies aromáticas o esenciales, medicinales y condimentarias, como: *Thymus zygis* y *Rosmarinus officinalis*.
 - Fomento del pastoreo.
 - Instalación de colmenas para el aprovechamiento apícola.
 - Cultivo de plantas para la obtención de biocombustibles.
 - Conservación de cultivos abandonados para favorecer la caza menor.
 - Forestación, acogiendo a las ayudas para la forestación de tierras agrarias impulsadas por la PAC.
 - Mantenimiento de los espacios abandonados ocupados por esta comunidad y anexos a otros de interés para su conservación, y de aquellos espacios de reducidas dimensiones y aislados (para evitar la alteración de espacios anexos ecológicamente interesantes).
 - Es aconsejable que las actividades agrícolas, ganaderas y apícolas que se desarrollen en las áreas de estudio se acojan a las subvenciones para la producción ecológica.
-

***Artemisio herbae-albae-Frankenietum thymifoliae* Rivas-Martínez y Izco en Izco 1972. (AF)**

Esta asociación también ha sido reconocida como hábitat de interés comunitario (tipo 1430 matorrales halo-nitrófilos (*Pegano-Salsoletea*). Además, se halla también relacionada, tanto ecológicamente como espacialmente, con otros hábitats de interés comunitario y áreas de marcada salinidad.

Recomendaciones para la gestión: Se aconseja que se persigan objetivos de conservación en las áreas ocupadas por esta asociación. Debe descartarse la roturación periódica y la reanudación de las actividades agrícolas. Como se ha planteado para otras asociaciones, la conservación podría subvencionarse o incentivarse, para compensar a los propietarios.

***Andryalo ragusinae-Artemisietum barrelieri* F. Valle, Mota y Gómez Mercado 1987. (AA)**

Los suelos donde se desarrolla esta comunidad tampoco parecen presentar problemas para la productividad. Una primera aproximación hace pensar que, de las áreas analizadas, los suelos que favorecen la implantación de esta comunidad son los más productivos, en relación a su contenido en gravas (Unger, 1971; Munn *et al.*, 1987; Fernández-Sanjurjo, 1999). Por otro lado, esta comunidad alberga especies susceptibles de aprovechamiento (*Thymus zygis*, *Thymus mastichina*, *Rosmarinus officinalis*, *Plantago albicans*, *Dactylis glomerata*, *Helichrysum italicum*, etc.).

Recomendaciones para la gestión: Aunque dentro del área seleccionada para su análisis espacial apenas se han identificado parcelas con esta comunidad, en otras zonas agrícolas abandonadas de la Depresión de Baza es frecuente. Para estas áreas se plantea:

- Recuperación del cultivo de cereales.
- Cultivo de especies aromáticas o esenciales, medicinales y condimentarias como: *Thymus zygis*, *Thymus mastichina*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia lavandulifolia*, *Lavandula latifolia*.
- Potenciación de la apicultura mediante la instalación de colmenas.
- Fomento del pastoreo.
- Cultivo de plantas para la obtención de biocombustibles.
- Conservación de cultivos abandonados para favorecer la caza menor.
- Forestación acogiéndose a las ayudas para la forestación de tierras agrarias impulsadas por la PAC.
- Mantenimiento de los espacios abandonados ocupados por esta comunidad y anexos a otros de interés para su conservación, y de aquellos espacios de reducidas dimensiones y aislados (para evitar la alteración de espacios anexos ecológicamente interesantes).
- Es aconsejable que las actividades agrícolas, ganaderas y apícolas que se desarrollen en las áreas de estudio se acojan a las subvenciones para la producción ecológica.

Hammado articulatae-Atriplicetum glaucae Rigual 1972 *corr.* Alcaraz, P. Gómez, de la Torre, Ríos y J. Alvarez 1991. (HA)

Tampoco en los suelos donde evoluciona esta comunidad se han detectado limitaciones específicas para el desarrollo de la actividad agraria. Algunas de las especies que constituyen esta comunidad, o que se desarrollan en espacios anexos, son interesantes para su explotación.

Recomendaciones para la gestión: En las áreas donde se instala esta comunidad

- Recuperación de la actividad agrícola, cultivando cereales.
- Cultivo de especies aromáticas o esenciales, medicinales y condimentarias como: *Thymus zygis* y *Rosmarinus officinalis*.
- Potenciación de la apicultura mediante la instalación de colmenas.
- Cultivo de plantas para la obtención de biocombustibles.
- Fomento del pastoreo.
- Conservación de cultivos abandonados para favorecer la caza menor.
- Forestación, acogiéndose a las ayudas para la forestación de tierras agrarias impulsadas por la PAC.
- Mantenimiento de los espacios abandonados ocupados por esta comunidad y anexos a otros de interés para su conservación, y de aquellos espacios de reducidas dimensiones y aislados (para evitar la alteración de espacios anexos ecológicamente interesantes).
- Es aconsejable que las actividades agrícolas, ganaderas y apícolas que se desarrollen en las áreas de estudio se acojan a las subvenciones para la producción ecológica.

Otras áreas afectadas por el abandono agrario

Como se ha comprobado a lo largo del estudio, parte de las tierras implicadas en el abandono agrario no se encuentran colonizadas por comunidades vegetales perennes. Algunos de estos espacios son roturados periódicamente, aunque no se ponen en cultivo (barbecho), otros se han forestado, y otras parcelas han sido abandonadas recientemente, no habiéndose establecido aún comunidades perennes.

Tanto para los **espacios en los que ha cesado la actividad agraria** recientemente, como para aquellos que **periódicamente son roturados** se sugiere que:

- No sean roturados periódicamente si el objetivo no es la recuperación de la actividad agraria, ya que se interrumpe la dinámica vegetal y se incrementa el riesgo de erosión.
- Se opte por las alternativas planteadas (recuperación de la actividad agrícola tradicional o ecológica, potenciación del pastoreo, implantación de cultivos alternativos, etc.), en función de la vegetación perenne que se vaya instalando y de las características

particulares de cada área.

En las **antiguas tierras agrícolas** forestadas se recomienda que:

- En ambientes salinos se favorezca la evolución de los hábitats de interés comunitario.
- Se repongan las marras existentes en las plantaciones diversificándolas, mediante la introducción de otras especies, y empleando técnicas que permitan la conservación de comunidades y especies presentes en las parcelas.

IV. 3. OPORTUNIDAD DE CONTINUAR O AMPLIAR LA INVESTIGACIÓN

En el presente estudio los cultivos abandonados de la depresión de Baza han sido analizados desde diferentes puntos de vista. No obstante, durante el proceso de elaboración de este trabajo se han ido detectando diversos factores que podrían ser analizados con más profundidad en futuros estudios, además algunos de los resultados podrían servir de base para nuevas líneas de investigación.

Así, sería interesante abordar en futuros trabajos un análisis detallado de la evolución del paisaje agrario a lo largo del tiempo, ya que se ha detectado que los procesos de abandono presentan un destacado dinamismo. La cobertura para la delimitación digital de los antiguos cultivos y la información asociada a ella (sobre los usos del suelo actual y/o comunidades presentes) podría superponerse a vuelos de diversos periodos, tanto anteriores (como el de 1956) como posteriores. Existen numerosos ejemplos de trabajos que persiguen estos objetivos (Phipps *et al.*, 1986; Burel y Baudry, 1990; Hubert, 1991; Baudry y Taton, 1993; Pinto Correia, 1993; Hunziker y Kienast, 1999; Pan *et al.*, 1999; Semwal *et al.*, 2004; Bender *et al.*, 2005a, 2005b). La teledetección también podría ser de gran utilidad para el estudio y gestión de los cultivos abandonados, ya que junto a los SIG permiten analizar los cambios con una elevada exactitud y fiabilidad (Serra *et al.*, 2005).

A partir de los resultados obtenidos sobre análisis espacial (en relación a la disposición espacial de cada comunidad o uso actual) y a los resultados aplicables a la gestión del territorio planteados, podría proponerse una planificación más detallada de las tierras agrícolas abandonadas del área analizada. Las Evaluaciones Multicriterio son una técnica de análisis que permiten evaluar distintas alternativas a la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto, por lo que su aplicación podría ser de gran utilidad para la consecución de estos objetivos. Estas herramientas posibilitan la generación de soluciones de compromiso y jerarquizaciones de las alternativas de acuerdo con su grado de atracción (Barredo, 1996). Sería muy interesante poder aplicar estas técnicas para respaldar y contrastar las opciones propuestas. Podrían, además, analizarse otras opciones no planteadas para la gestión de este territorio.

El análisis de otras variables no medidas en el presente trabajo, tanto edáficas (como la textura o el contenido en materia orgánica) como de otro tipo (periodo de abandono, labores agrícolas previas, pendiente, etc.), podrían explicar parte de la variación florística no explicada en este estudio. También resultaría interesante el estudio de vegetación, suelos y otras características ecológicas de espacios próximos no alterados por el cultivo (usos forestales).

V. CONCLUSIONES

A continuación se enumeran las principales conclusiones obtenidas en la presente tesis doctoral:

1. Como resultado del estudio de la vegetación desde una perspectiva fitosociológica se identificaron 7 comunidades perennes en los cultivos abandonados de secano de la Depresión de Baza: *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, *Atriplici-Suaedetum verae*, *Artemisio-Frankenietum thymifoliae*, *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, *Atriplicetum glauco-halimi*, *Andryalo-Artemisietum barrelieri* y *Hammado-Atriplicetum glaucae*. Las dos primeras asociaciones corresponden a la clase *Sarcocornietea fruticosae* y el resto a *Pegano-Salsoletea*. Las clasificaciones mediante análisis multivariante de los datos florísticos obtenidos en las 36 muestras efectuadas reconoció los mismos grupos de vegetación o comunidades.
2. Durante el estudio se identificaron en los cultivos abandonados del área de estudio 133 especies, que corresponden a 105 géneros y 35 familias. Las familias más frecuentes son *Compositae*, *Gramineae* y *Leguminosae*. Destaca la proporción de especies propias de la familia *Chenopodiaceae*, que además caracterizan a la mayoría de las asociaciones estudiadas. Además, las especies más abundantes y que más cobertura aportan corresponden principalmente a la clase *Pegano-Salsoletea*.
3. En la zona de estudio, en base a la ortoimagen de 1997, se cartografiaron 3.756,7 ha agrícolas abandonadas. En el área analizada en detalle se comprobó que un 48,4% de esas tierras se había roturado de nuevo, aunque la mayoría no se habían vuelto a poner en cultivo, tan solo un 43,4% (981,2 ha) continuaba abandonada, mientras que un 6,4% de la superficie cartografiada se había acogido al programa de forestación de tierras agrarias de la PAC.
4. *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* es la asociación más frecuente en las parcelas agrícolas abandonadas del área analizada, se identificó en 569,2 ha; *Atriplici-Suaedetum verae* en 261,5 ha, *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* en 223,2 ha, *Hammado-Atriplicetum glaucae* en 173,4 ha, *Artemisio-Frankenietum thymifoliae* en 52,7 ha, *Atriplicetum glauco-halimi* en 33 ha y *Andryalo-Artemisietum barrelieri* en 3,9 ha.
5. En una importante proporción de las unidades abandonadas delimitadas no se halló una única asociación. Se detectó que *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* convive principalmente con *Atriplici-Suaedetum verae* y *Hammado-Atriplicetum glaucae*. Sin embargo, estas dos comunidades no se localizaron de forma conjunta en prácticamente ninguna parcela. *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae* y *Atriplici-Suaedetum verae* presentaron una estrecha relación espacial. La comunidad dominada por *Suaeda vera*, también compartía espacio con *Artemisio-Frankenietum thymifoliae* y *Atriplicetum glauco-halimi*.

6. Se comprobó que existe una elevada variación florística entre las comunidades vegetales estudiadas y que una importante proporción de esa variación es explicada por las variables edáficas medidas. Los principales parámetros edáficos que justifican la variación en la vegetación son la humedad (Humj30, Huma 30, H15) y el contenido en iones SO_4^{2-} , también el porcentaje de gravas. Éstas y otras variables asociadas a la salinidad y humedad se hallan, además, correlacionadas positivamente entre sí.
7. Las áreas objeto de estudio, pueden agruparse, desde un punto de vista edáfico, en dos grandes conjuntos. Un grupo estaría constituido por los espacios colonizados por las comunidades *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, *Atriplici-Suaedetum verae* y *Atriplicetum glauco-halimi*, cuyos suelos se caracterizan por un elevado nivel de salinidad y humedad. En este grupo también podría integrarse la asociación *Artemisio-Frankenietum thymifoliae*, en relación a la humedad de sus suelos, aunque poseen una salinidad destacadamente inferior. Tanto las variables que estiman la humedad como las que miden el grado de salinidad obtuvieron un valor más elevado en los suelos de la comunidad *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*. El otro conjunto engloba las parcelas que evolucionan en suelos no salinos ($\text{CE} < 2 \text{ dS m}^{-1}$) y de menor humedad, que corresponden a las asociaciones *Hammado-Atriplicetum glaucae*, *Salsolo-Artemisietum herbae-albae* y *Andryalo-Artemisietum barrelieri*. La última comunidad se caracteriza, además, por un elevado contenido en gravas.
8. Las comunidades propias de ambientes salinos y húmedos presentaron una mayor cobertura pero menor diversidad y riqueza de especies, ya que aparecen especialistas, como *Sarcocornia fruticosa*, que acumulan la mayor parte de la biomasa y de la actividad biológica del conjunto. Las áreas más secas y con mayor contenido en gravas resultaron más ricas y diversas.
9. Las relaciones suelo-vegetación constituyen un factor decisivo en la gestión de los cultivos abandonados del área de estudio. La elevada salinidad detectada en los suelos de diversas comunidades vegetales, en concreto de *Cistancho-Sarcocornietum fruticosae*, *Atriplici-Suaedetum verae* y *Atriplicetum glauco-halimi*, implica importantes limitaciones para la productividad de los cultivos. En las zonas ocupadas por estas asociaciones debe descartarse, por tanto, la recuperación de las actividades agrícolas.
10. Respecto al interés ambiental de los espacios agrícolas abandonados en la zona de estudio, cabe destacar que las cuatro comunidades propias de ambientes salinos constituyen hábitats de interés comunitario y albergan especies raras, endémicas y amenazadas. Por tanto, debe favorecerse la conservación de los antiguos espacios agrarios ocupados por estas comunidades (y de sus inmediaciones) que, además, se encuentran estrechamente relacionadas con otros hábitats y especies de gran valor ecológico.

11. Numerosas especies propias de las comunidades analizadas han sido reconocidas como recurso botánico, aunque no todas son susceptibles de un aprovechamiento real. Según las investigaciones realizadas, en las áreas que albergan las comunidades *Hammado-Atriplicetum glaucae*, *Andryalo-Artemisietum barrelieri* y *Salsolo-Artemisietum herbae-albae*, podrían potenciarse plantas con propiedades forrajeras, biocombustibles, apícolas, aromáticas y medicinales. No obstante, de las comunidades estudiadas, la más interesante para el pastoreo es *Atriplicetum-glauco halimi*, opción compatible con la conservación del hábitat.

12. La cartografía detallada de las zonas agrícolas abandonadas, junto a las analíticas realizadas, ha aportado importantes resultados para la gestión del territorio, permitiendo localizar y cuantificar zonas de interés para su protección, áreas con limitaciones para el cultivo por salinidad, espacios apropiados para la potenciación del pastoreo, para la recuperación de la actividad agrícola tradicional o para la producción de recursos botánicos. Además, gracias a las características bioindicadoras de especies y comunidades, los resultados pueden emplearse en la cartografía de suelos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbadj, GA y El Sheikh, MA. 2002. Vegetation analysis of Failaka Island (Kuwait). *Journal of Arid Environments*, 50: 153-165.
- Abd El-Ghani, MM y Amer, WM. 2003. Soil vegetation relationships in a coastal desert plain of southern Sinai, Egypt. *Journal of Arid Environments*, 55: 607-628.
- Abd El-Ghani, MM. 1998. Environmental correlates of species distribution in arid desert ecosystems of eastern Egypt. *Journal of Arid Environments*, 38: 297-313.
- Abd El-Ghani, MM. 2000. Floristics and environmental relations in two extreme desert zones of western Egypt. *Global Ecology and Biogeography*, 9: 499-516.
- Abdul-Wahab AS y Rice EL. 1967. Plant inhibition by Johnson grass and its possible significance in old-field succession. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 94: 486-497.
- Adam, P; Stricker, P y Anderson, DJ. 1989. Species richness and soil phosphorus in plant communities in coastal New South Wales. *Australian Journal of Ecology*, 14: 189-98.
- Akerele, O. 1993. Las plantas medicinales: un tesoro que no debemos desperdiciar. *Foro Mundial de la Salud*, 14: 390-395.
- Alberdi, JC. 2001. Reestructuración agraria y abandono de usos: el caserío vasco. *Investigaciones Geográficas*, 26: 135-150.
- Alcaraz, FJ. 1984. *Flora y vegetación del NE de Murcia*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia. 406 pp.
- Alegre, J; Sancha, JL; Guía, E y Agudo, MA. 1993. Caracterización nutritiva de arbustos forrajeros: I. Composición química de leguminosas y su evolución estacional. *XVIII Jornadas Científicas de la S.E.O.C. Albacete (España)*.
- Alonso, MA y de la Torre, A. 2002. Las comunidades fruticasas de *Suaeda* Forsskal ex J.F. Gmelin en la Península Ibérica e Islas Baleares. *Lazaroa*, 23: 95-105.
- Alonso Mateos, JJ. 2004. Las posibilidades energéticas de la biomasa en la Comunidad Autónoma de Madrid. *Observatorio Medioambiental*, 7: 195-220.
- Álvarez Rogel, J; Alcaraz Ariza, F y Ortiz Silla, R. 2000. Soil salinity and moisture gradients and plant zonation in mediterranean salt marshes of Southeast Spain. *Wetlands*, 20 (2): 357-372.
- Álvarez Rogel, J; Ortiz Silla, R y Alcaraz Ariza, F. 2001. Edaphic characterization and soil ionic composition influencing plant zonation in a semiarid Mediterranean salt marsh. *Geoderma*, 99: 81-98.
- Andreu, V; Rubio, JL y Cerni, R. 1994. Use of a shrub (*Medicago arborea*) to control water erosion on steep slopes. *Soil use and Management*, 10: 95-99.
- Andreu, V; Rubio, JL y Cerni, R. 1995. Effect of Mediterranean shrub on water erosion control. *Environmental Monitoring and Assessment*, 37: 5-15.
- Angiolini, C y Bacchetta, G. 2003. Analisi distributiva e studio fitosociologico delle comunità a *Santolina insularis* (Gennari ex Fiori) Arrigoni della Sardegna meridionale (Italia). *Fitosociologia*, 40: 109-127.
- Angiolini, C; Bacchetta, G; Brullo, S; Casti, M; Giusso del Galdo, G y Guarino, R. 2005. The vegetation of mining dumps in SW-Sardinia. *Feddes Repertorium*, 116: 243-276.

- Anónimo, 1989. *Mapa de suelos de Andalucía escala 1: 400.000*. Junta de Andalucía. C.S.I.C. 95 pp.
- Anónimo. 2000a. Lista Roja de flora vascular española (valoración según categorías UICN). *Conservación Vegetal*, 6 (extra): 11-38.
- Anónimo. 2000b. *Estado Actual y Perspectivas del Biodiesel en Andalucía*. Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. 37 pp.
- Anónimo. 2000c. *Atlas de Andalucía multimedia. CD Rom 1*. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Instituto de Cartografía de Andalucía. Sevilla. Junta de Andalucía.
- Anónimo. 2000d. *Atlas de Andalucía interactivo. CD Rom 2*. Consejería de Obras Públicas y Transportes, Instituto de Cartografía de Andalucía. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Anónimo. 2000e. *Mapa de cultivos y aprovechamientos. Provincia de Granada*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. CD Rom.
- Anónimo. 2001a. *Caracterización del territorio de la OCA "Altiplanicie Sur" (Sede Baza)*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. ([http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/www/portal/com/bin/portal/DGPAgraria/Estudios Prospectiva/Estudios Informes/innovacion2/bazaoc.a.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/www/portal/com/bin/portal/DGPAgraria/Estudios%20Prospectiva/Estudios%20Informes/innovacion2/bazaoc.a.pdf))
- Anónimo. 2001b. *Caracterización del territorio de la OCA "Altiplanicie Norte" (Sede Huéscar)*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. ([http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/www/portal/com/bin/portal/DGPAgraria/Estudios Prospectiva/Estudios Informes/innovacion2/huescaroca.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/www/portal/com/bin/portal/DGPAgraria/Estudios%20Prospectiva/Estudios%20Informes/innovacion2/huescaroca.pdf))
- Anónimo. 2003. *Ortografía digital en color. Provincia de Granada*. Junta de Andalucía. DVD.
- Anónimo. 2004. *Ortografía digital de Andalucía en blanco y negro*. Provincia de Granada. Junta de Andalucía. DVD.
- Anónimo. 2005. *Mapa de suelos de Andalucía. 1: 400.000*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. CD Rom.
- Anónimo. 2007. *Situación de la Biomasa en Andalucía*. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa. Junta de Andalucía. 35 pp.
- Arizaleta, JA; Fernández, R y Lopo, L. 1990. Los matorrales de La Rioja. *Zubía*, 8: 83-122.
- Aronoff, S. 1989. *Geographic information systems: a managing perspective*. WDL Publications. Ottawa. 294 pp.
- Aronson, J y Le Floc'h, E. 1995. Restauración y rehabilitación de ecosistemas y paisajes degradados: ¿en qué dirección en la provincia de Alicante?, En: Pastor-López, A y Seva-Román, E (eds.), *Restauración de la cubierta vegetal en ecosistemas mediterráneos*, pp: 37-52. Edita Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert" (Diputación Provincial de Alicante). Alicante. 212 pp.
- Arrojo, E y Valle, F. 2000. *Guía del Parque Natural de la Sierra de Castril: Flora y Vegetación*. Colección Monográfica Tierras del Sur, vol. 26. Editorial Universidad de Granada. Granada. 464 pp.

- Arrojo, E. 1994. *Cartografía de la vegetación presente en la Sierra de Castril: Bases para la conservación de las comunidades vegetales*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Auclair, AN y Goff, FG. 1971. Diversity relations of upland forests in the Western Great Lakes area. *The American Naturalist*, 105: 499-528.
- Austin, GE; Thomas, CJ; Houston, D y Thompson, DBA. 1996. Predicting the spatial distribution of buzzard *Buteo buteo* nesting areas using Geographical Information Systems and remote sensing. *Journal of Applied Ecology*, 33: 1541-1550.
- Austin, MP y Cocks, KD (eds). 1978. *Land use on the South Coast of New South Wales*. CSIRO. Melbourne.
- Ayers, RS y Wescott, DW. 1976. Laboratory studies on salt distribution in furrow irrigated soil with special reference to the pre-emergence period. *Soil Science*, 83: 249-263.
- Bacchetta, G; Iriti, G; Mossa, L; Pontecorvo, C y Serra, G. 2004. A phytosociological study of the *Ostrya carpinifolia* Scop. woods in Sardinia (Italy). *Fitosociologia*, 41(1): 67-75.
- Bajji, M; Kinet, JM y Lutts, S. 1998. Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L. and their corresponding callus cultures. *Plant Science*, 137: 131-142.
- Bajji, M; Kinet, JM y Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (*Chenopodiaceae*). *Canadian Journal of Botany*, 80: 297-304.
- Bakker, JP, van Andel, J y van der Maarel, E. 1998. Plant species diversity and restoration ecology. *Applied Vegetation Science*, 1: 3-138.
- Bañares, A. (coord). 2003. *Atlas y Libro Rojo de la flora vascular amenazada de España: Taxones prioritarios*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 1067 pp.
- Barahona, E. 1984. Determinación de carbonatos totales y caliza activa. Determinaciones analíticas en suelos, pp: 53-69. Normalización de métodos IV. Grupo de trabajo de normalización de métodos analíticos. *Actas del I Congreso de la Ciencia del Suelo*. Madrid.
- Baraza, F. 1999 (coord.) *Los hábitats comunitarios en la Región de Murcia*. Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua. 254 pp
- Barbero, M; Bonin, G; Loisel, R y Quézel, P. 1990. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. *Vegetatio*, 87: 151-173.
- Barredo, JI. 1996. *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio*. Editorial RA-MA. 304 pp.
- Bartlett, MS. 1947. The use of transformations. *Biometrics*, 3: 37-52.
- Bartlett, MS. 1965. R.A. Fisher and the last fifty years of statistical methodology. *Journal of the American Statistical Association*, 60: 395-409.
- Baudry, J. 1991. Ecological consequences of grazing extensification and land abandonment: Role of interactions between environment, society and techniques. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*, 15: 13-19.
- Baudry, J y Tatoni, T. 1993. Changes in landscape patterns and vegetation dynamics in Provence France. *Landscape and Urban Planning*, 24:153-159.

- Baudry, J y Zhenrong, Y. 1999. Landscape patterns changes in two subtropical Chinese villages as related to farming policies. *Critical Review in Plant Sciences*, 18 (3): 373-380.
- Beas, J (dir.). 1990. *Atlas hidrogeológico de la Provincia de Granada*. Instituto Tecnológico Geominero de España y Diputación Provincial de Granada.
- Belmonte Serrato, F; Romero Díaz, A y López Bermúdez, F. 1999. Efectos sobre la cubierta vegetal, la escorrentía y la erosión del suelo, de la alternancia cultivo-abandono en parcelas experimentales. *Investigaciones Geográficas*, 22: 96-107.
- Bender, O; Boehmer, HJ; Jens, D y Schumacher, KP. 2005a. Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning*, 70: 111-125.
- Bender, O; Boehmer, HJ; Jens, D y Schumacher, KP. 2005b. Analysis of land-use change in a sector of Upper Franconia (Bavaria, Germany) since 1850 using land register records. *Landscape Ecology*, 20:149-163.
- Bermúdez, A; Oliveira-Miranda, MA y Velásquez, D. 2005. La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*, 30 (8): 453-459.
- Bernáldez, FG. 1991. Ecological consequences of the abandonment of traditional land use systems in Central Spain. *Options Méditerranées, Sérié Séminaires*, 15: 23-29.
- Berry JK. 1990. "Maps as data: Fundamental concepts and applications in GIS technology for resource management". En: Internal Report, Natural resources. Colorado University, Fort Collins, Colorado, USA, 50 pp.
- Bertness, M y Callaway, RM. 1994. Positive interactions in communities. *Trends in Ecology and Evolution*, 9: 191-193.
- Bienes Allas, R. 1996. Degradación del suelo en tierras marginales y tierras abandonadas, En: Aguilar, J; Martínez Raya, A y Roca, A (eds.), *Evaluación y Manejo de suelos*, pp: 209-225. Junta de Andalucía, Universidad de Granada y SECS. Granada. 327 pp.
- Billing, WD. 1938. The structure and development of old field shortleaf pine stands an certain associated physical properties of the soil. *Ecological Monographs*, 8 (3): 437-500.
- Blanca, G y Morales, C. 1991. *Flora del Parque Natural de la Sierra de Baza*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada. Granada. 381 pp.
- Blanca, G; Cabezudo, B; Hernández Bermejo, E; Herrera, CM; Molero, J; Muñoz, J y Valdés, B. 1999. *Libro Rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía. Tomo I: especies en peligro de extinción*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 302 pp
- Blanca, G; Cabezudo, B; Hernández Bermejo, E; Herrera, CM; Muñoz, J y Valdés, B. 2000. *Libro Rojo de la flora silvestre amenazada de Andalucía. Tomo II: especies vulnerables*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 375 pp
- Blanco, E; Costa, M y Escribano, R. 2005. *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Editorial Planeta. Barcelona. 598 pp.

- Blondel, J y Aronson, J. 1999. *Biology and wildlife of the Mediterranean region*. Oxford University Press, New York. 352 pp.
- Bocio, I; de Simón, E; Navarro, FB; Ripoll, MA y Gallego, E. 2002. Forestación de tierras agrícolas marginales en ambientes mediterráneos. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 13: 77-84.
- Bocio, I; Navarro, FB; Ripoll, MA; Jiménez, MN y de Simón. 2004. Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Annals of Forest Science*, 61: 171-178.
- 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.
- Bonet, A y Pausas, JG. 2004. Species richness and cover along a 60-year chronosequence in old-fields of southeastern Spain. *Plant Ecology*, 174: 257-270.
- Bonet, A y Pausas, JG. 2007. Old field dynamics on the dry side of the Mediterranean basin: Patterns and processes in semiarid southeast Spain. En: Cramer, VA y Hobbs, RJ, *Old Fields, dynamics and restoration of abandoned farmland*, pp: 247-264. Society for Ecological Restoration International. Island Press. 334 pp.
- Bosque Sendra, J y García, RC. 2000. El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20: 49-67.
- Bosque Sendra, J. 1992. *Sistemas de Información Geográfica*. Ediciones Rialp. Madrid. 456 pp.
- Bower CA y Huss RB. 1948. Rapid conductometric method for estimating gypsum in soils. *Soil Science*, 141: 99-204.
- Box, JE y Bruce, RR. 1996. The effect of surface cover on infiltration and soil erosion. En: Agassi, M (ed.), *Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation*, pp: 107-123. Marcel Dekker Inc. New York. 424 pp.
- Boza, J; Robles, AB; González Hernández, A; Barroso, FG; Fernández Rebollo, P y Terradillos, A. 1998. *Análisis de los pastos y evaluación de la capacidad sustentadora del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar*. Informe. SINAMBA. Junta de Andalucía. Sevilla. 139 pp, 27 mapas.
- Bradshaw, AD. 1993. Restoration ecology as a science. *Restoration Ecology*, 1: 71-73.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Editorial Blume. Barcelona. 820 pp.
- Brito, JC; Godinho, R; Luis, C; Paulo, OS y Crespo, EG. 1999. Management strategies for conservation of the lizard *Lacerta schreiberi* in Portugal. *Biological Conservation*, 89 (3): 311-319.
- Broca, A; Ferrer, C y Maestro, M. 2001. Cartografía preliminar de recursos pascícolas en Aragón. La provincia de Huesca como ejemplo. *XLII Reunión Científica de la SEEP*.
- Brown, NJ; Swetnam, RD; Treweek, JR; Mountford, JO; Caldow, RWG; Manchester, SJ; Stamp, TR; Gowing, DJG; Soloman, DR y Armstrong, AC. 1998. Issues in GIS development: adapting to research and policy-needs for management of

- wet grasslands in an Environmentally Sensitive Area. *International Journal of Geographical Information Science*, 12 (5): 465-478.
- Buell, MF; Buell, GF; Small, JA y Siccama, TG. 1971. Invasion of trees in secondary succession on the New Jersey Piedmont. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 98: 67-74.
- Bui, EN y Henderson, BL. 2003. Vegetation indicators of salinity in northern Queensland. *Austral Ecology*, 28: 593-552.
- Bullock, J. 1996. Plants. En: Sutherland, WJ (ed.), *Ecological census techniques: a hand book*, pp: 11-138. Cambridge University Press. United Kingdom. 336 pp.
- Burel, F y Baudry, J. 1990. Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France. *Landscape Ecology*, 4: 197-210.
- Burel, F y Baudry, J. 2002. *Ecología del Paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 347 pp.
- Buxbaum, CAZ y Vanderbilt, K. 2007. Soil heterogeneity and the distribution of desert and steppe plant species across a desert-grassland ecotone. *Journal of Arid Environments*, 69: 617-632.
- Caballero, JM; Esteve, MA y Calvo, JF. 2002. Comparación entre grupos de vegetación obtenidos mediante métodos multivariantes y sintáxones en la descripción de comunidades vegetales halófilas. *Anales de Biología*, 24: 3-19.
- Cabello, J; Alcaraz, D; Rodríguez Tamayo, ML y Mota, J. 2004. La vegetación actual. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML (eds), *Los subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*, pp: 215-226. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Cabezudo, B; Talavera, S; Blanca, G; Salazar, C; Cueto, M; Valdés, B; Hernández Bermejo, JE; Herrera, CM; Rodríguez Hiraldo, C y Navas, D. 2005. *Lista Roja de la flora vascular de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 126 pp.
- Cadiou, N. 1991. Perception du paysage dans le Domfrontais (Normandie) et évolution de l'espace rural. *Etudes Rurales*, 124:127-139.
- Calabuig, A; Pérez Badia, R y Fernández González, F. 2001. Dinámica sucesional de la diversidad florística en campos de cultivo abandonados en Alicante (España). En: Cano, E; García Fuentes, A; Torres Cordero, JA y Salazar, C (eds.), *Valoración y Gestión de Espacios Naturales*, pp: 519-532. Universidad de Jaén. 532 pp.
- Callaway, RM. 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review*, 61: 306-349.
- Callaway, RM. 1997. Positive interactions in plant communities and the individualistic-continuum concept. *Oecologia*, 112: 143-149.
- Callaway, RM y Pugnaire, FI. 1999. Facilitation in plant communities. En: Pugnaire, FI y Valladares, F (eds.), *Handbook of functional plant ecology*, pp: 623-648. Marcel Dekker, New York. 920 pp.
- Callaway, RM y Walker, LR. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology*, 78: 1958-1965.
- Callaway, RM; Jones, S; Ferren, WR y Parikh, A. 1990. Ecology of a mediterranean-climate estuarine wetland at Carpinteria, California: plant distributions and soil salinity in the upper marsh. *Canadian Journal of Botany*, 69:1139-1146.

- Camarasa, M; Bescos, A y Sancho, J. 1998. Evaluación del riesgo de erosión en relación con la dinámica ocupacional del suelo a partir de sistemas de información geográfica, En: Gómez Ortiz, A y Salvador, F (eds.), *Investigaciones recientes de la geomorfología española*, pp: 579-592. Editorial Universidad de Barcelona. 782 pp.
- Cammeraat, E y Imeson, AC. 1998. Deriving indicator of soil degradation from soil aggregation studies in southeastern Spain and southern France. *Geomorphology*, 23: 307-321.
- Cammeraat, LH y Imeson, AC. 1999. The evolution and significance of soil-vegetation patterns following land abandonment and fire in Spain. *Catena*, 37: 107-127.
- Cammeraat, E; van Beek, R y Kooijman, A. 2005. Vegetation succession and its consequences for slope stability in SE Spain. *Plant and Soil*, 278: 135-147.
- Cano, E; García Fuentes, A; Torres, JA; Nieto, J y Salazar, C. 1994. Vegetación de la cuenca del Guadiana Menor (Subsector Guadiciano-Bastetano Andalucía-España). *Naturalia Baetica*, 6: 7-112.
- Cano, E; Torres, JA; García Fuentes, A; Salazar, C; Melendo, M; Ruiz, L y Nieto, J. 1999. *La vegetación de la provincia de Jaén: Campiña, Depresión del Guadiana Menor y Sierras Subbéticas*. Universidad de Jaén. 160 pp.
- Cañadas, E; Muñoz, G; Navarro, FB. 2007. Depresión de Guadix-Baza y Altiplanos del Noroeste. En: Blanca, G y Valle, F (coords.), *Proyecto Andalucía Naturaleza XXIV. Botánica V*, pp: 287-296. Publicaciones Comunitarias- Grupo Hércules. Sevilla. 414 pp.
- Cañellas I; Roig S; Bachiller A y Montoto JL. 2004. Repoblación con especies del género *Atriplex* en terrenos agrícolas abandonados de clima mediterráneo. Pastos y Ganadería extensiva. *Actas de la XLIV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, pp: 659-663. Salamanca.
- Caravaca, F; Alguacil, MM; Torres, P y Rondán, A. 2005. Plant type mediates rhizospheric microbial activities and soil aggregation in a semiarid Mediterranean salt marsh. *Geoderma*, 124: 375-382.
- Caravaca, F; Barea, JM; Palenzuela, J; Figueroa, D; Alguacil, MM y Roldán, A. 2003. Establishment of shrub species in a degraded semiarid site after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology*, 22: 103-111.
- Carrión, MA (coord). 2005. *Lugares de Interés Botánico de la Región de Murcia*. Consejería de Industria y Medio Ambiente de la Región de Murcia, Universidad de Murcia. 175 pp.
- Carter, DL. 1981. *Salinity and plant productivity*. Chemical Rubber Co., Handbook Series in Nutrition and Food.
- Cassel, DK y Nielsen, DR. 1986. Fields capacity and available water capacity. En: Klute, A (ed.), *Methods of Soil Analysis. Part. 1: Physical and Mineralogical Methods*, pp: 901-926. ASA, SSSA Monograph N° 9, Madison, WI.
- Castroviejo, S. (coord.) 1986-2007. *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol I-VIII, X, XIV, XV, XXI*. Flora Ibérica. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- Ceballos Jiménez, A. 1998. *Diccionario ilustrado de los nombres vernáculos de las plantas en España*. Editorial Andrial. Madrid. 687 pp.

- Centro de Formación de la Asociación CAAE. 2006. *Guía de insumos de la Asociación CAAE. Insumos utilizables en agricultura ecológica*. Asociación CAAE. 53 pp. Versión digital disponible en: http://www.caae.es/archivos/descargas/1197633985178_Guia%20de%20insumos.pdf
- Cerrillo, MI; Dana, ED; Castro, H; Rodríguez Tamayo, ML y Mota, JF. 2002. Selección de áreas prioritarias para la conservación de flora gipsícola en el sureste de la Península Ibérica. *Revista Chilena de Historia Natural*, 75: 395-408.
- Chalmers, N y Parker, PI 1989. *The ou project guide. Fieldwork and statistics for ecological projects*. Ed. Field Studies Council. Dorchester. 108 pp.
- Chapin, FS; Walker, LR; Fastie, CL y Sharman, LC. 1994. Mechanisms of primary succession following deglaciation at Glacier Bay, Alaska. *Ecological Monographs*, 64: 149-175.
- Chapman, VJ. 1974. *Salt marshes and salt deserts of the world*. Verlag Von J. Kramer. Vremerhaven, Germany. 392 pp.
- Chiarucci, A; Rocchini, D; Leonzio, C y De Dominics, V. 2001. A test of vegetation-environment relationship in serpentine soils of Tuscany, Italy. *Ecological Research*, 16: 627-639.
- Chuvieco E y Congalton R G. 1989. Application of remote sensing and geographic information systems to forest fire hazard mapping. *Remote Sensing Environment*, 29(2): 147-159
- Chytrý, M y Otýpková, Z. 2003. Plot sizes used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science*, 14: 563-570.
- Clarke, GR. 1971. *The study of soil in the field*. Clarendon Press, Oxford. 145 pp.
- Cloudsley-Thompson, JL. 1979. *El hombre y la biología de zonas áridas*. Editorial Blume. Barcelona. 255 pp.
- Collins, SL y Barber, SC. 1985. Effects of disturbance on diversity in mixedgras prairie. *Vegetatio*, 64: 87-94.
- Colomer, JC y Sánchez, J. 2001. Agricultura y procesos de degradación del suelo, En: Martín de Santa Olalla, F (ed.), *Agricultura y desertificación*, pp: 109-131. Mundi-Prensa. Madrid. 341 pp
- Congalton, RG; Stenback, JM y Barrett, RH. 1993. Mapping deer suitability using remote sensing and Geographic Information Systems. *Geocarto International*: 3, 23-33.
- Cook, HF y Norman, C. 1996. Targeting agrienvironmental policy: an analysis relating to the use of Geographical Information Systems. *Land Use Policy*, 13(3): 217-228.
- Cooper, A. 1982. The effects of salinity and waterlogging on the growth and cation uptake of salt marsh plants. *New Phytologist*, 90:263-275.
- Correal, E.; Silva, J; Boza, J y Passera, C. 1986. Valor nutritivo de cuatro arbustos forrajeros del género *Atriplex* (*A. Nummularia*, *A. cynerea*, *A. undulada* y *A. lampa*). *Pastos*, 16 (1-2): 177-189.
- Costa, M. 1975. Sobre la vegetación nitrófila vivaz de la provincia de Madrid. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles*, 32: 1093-1098.
- Cueto, M y Blanca, G. 1997. *Flora del Parque Natural Sierra de María-Los Vélez*. Sociedad Almeriense de Historia Natural. Almería. 478 pp

- Cueto, M; Blanca, G y González Rebollar, JL. 1991. Análisis florístico de las Sierras de María y Orce (provincias de Almería y Granada, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 48: 201-211.
- Cueto, M; Blanca, G; Castro, H y Guirado, J. 1998. Estudio de la flora de dos espacios protegidos almerienses: P.N. Sierra de María-Los Vélez- P.N. Marítimo-Terrestre Cabo de Gata-Níjar. *Investigación + Gestión*, 3: 61-66.
- Cueto, M; Pérez-García, FJ y Rodríguez Tamayo, ML. 2004. Flora Vasculare. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML (eds). *Los subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*, pp: 159-171. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Dana, ED y Mota, JF. 2006. Vegetation and soil recovery on gypsum outcrops in semi-arid Spain. *Journal of Arid Environments*, 65: 444-459
- De la Cruz Rot, M. 2006. Introducción al análisis de datos mapeados o algunas de las (muchas) cosas que puedo hacer si tengo coordenadas. *Ecosistemas*, 2006/3: 20-4.
URL:http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=448&Id_Categoria=1&ti po=portada)
- De la Fuente-de Val, GJ. 2004. Preferencias paisajísticas: un factor relevante para la gestión y conservación del paisaje de Chile Central. *Revista ambiente y desarrollo de CIPMA*, 20 (2): 12-26.
- De Lucio, JV y Gómez Limón, J. 2002. Percepción de la diversidad paisajística. En: Pineda, FD; de Miguel, JM; Casado, MA y Montalvo, J (eds.), *La diversidad biológica en España*, pp: 101-110. Pearson Educación, S.A. Madrid. 412 pp.
- De Simón, E. 1997. Proyecto de forestación de tierras agrarias. En: Orozco, E y Monreal, JA (eds.), *Forestación de terrenos agrícolas*, pp: 21-42. Cuenca.
- De Simón, E; Bocio, I; Ripoll, MA; Navarro, FB; Jiménez, MN y Gallego, E. 2004. Microcuencas: una técnica de preparación del suelo aplicada a la forestación de tierras agrarias. En: Consejería de Agricultura y Pesca (ed.), *Forestación en paisajes agrarios*, pp: 95-118. Junta de Andalucía. Granada. 336 pp.
- Debussche, M; Escarré, J y Lepart, J. 1982. Ornithochory and plant succession in Mediterranean abandoned orchards. *Vegetatio*, 48: 255-266.
- Debussche, M; Escarré, J; Lepart, J; Houssard, C y Lavorel, S. 1996. Changes in Mediterranean plant succession: old-fields revisited. *Journal of Vegetation Science*, 7: 519-526.
- Debussche, M; Lepart, L y Molina, J. 1985. La dissémination des plantes á fruits charnus par les oiseaux: role de la structure de la végétation et impact sur la succession en région méditerranéenne. *Acta Oecologica*, 6: 65-80.
- DeJong, TM. 1978. Comparative gas exchange and growth responses of C₃ and C₄ beach species grown at different salinities. *Oecologia*, 36: 59-68.
- Dennis, P; Aspinall, RJ y Gordon, IJ. 2002. Spatial distribution of upland beetles in relation to landform, vegetation and grazing management. *Basic and Applied Ecology*, 3: 183-193.
- Di Castri, F; Goodall, DW y Specht, RL. 1981. *Mediterranean-type shrublands*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 643 pp
- Dierschke, H. 1994. Pflanzensoziologie. Ulmer. Stuttgart, DE.

- Domínguez-Lerena, S; Murias, G; Herrero, N y Peñuelas, JL. 2001. Comparación del desarrollo de ocho especies mediterráneas durante su primer año en campo y su relación con los parámetros funcionales de las plantas. *Actas del III Congreso Forestal Español. Mesa 3*, pp: 75-81. Granada.
- Domon, G; Gariépy, M y Bouchard, A. 1989. Ecological cartography and land-use planning: trends and perspectives. *Geoforum*, 20: 69–82.
- Dong, X; Shao, G; Limin, D; Zhanqing, H; Lei, T y Hui, W. 2006. Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis. *Science in China Series E: Technological Sciences*, 49 (Supplement 1): 140-149.
- Draper, D; Maltez Mouro, S; Rosselló Graell, A; Camejo Rodrigues, J y Tauleigne Gomes, C. 2001. Natural habitats cartography in the Tagus estuary area of special protection (Portugal). En: Mota, JF y Gómez Mercado, F (eds.), *Vegetación y cambios climáticos*, pp: 459-468. Servicio de publicaciones de la Universidad de Almería. 504 pp.
- Driel, NV y Loveland, T. 2001. *The U.S. geological survey's land cover characterization program*. USGS. Estados Unidos.
- Dunjó, G; Pardini, G y Gispert, M. 2003. Land use change effects on abandoned terraced soils in a Mediterranean catchment, NE Spain. *Catena*, 52: 23-27.
- Dunjó, G; Pardini, G y Gispert, M. 2004. The role of land use–land cover on runoff generation and sediment yield at a microplot scale, in a small Mediterranean catchment. *Journal of Arid Environments*, 57: 99-116.
- Dunne, T; Zhang, W y Aubry, BF. 1991. Effects of rainfall, vegetation, and microtopography on infiltration and runoff. *Water Resources Research*, 27: 2271-2285.
- Duvigneaud, P y Denaeyer de Smet, S. 1966. Accumulation du soufre dans quelques espèces gypsophiles d'Espagne. *Bulletin de la Société de Botanique de Belgique*, 99: 263–269.
- Duvigneaud, P y Denaeyer de Smet, S. 1968. Essai de classification chimique (elements minéraux) des plantes gypsicolas du Bassin de l'Ebre. *Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, 101: 279-291.
- Egler, FE. 1954. Vegetation science concepts. I. Initial floristic composition—a factor in old-field vegetation development. *Vegetatio*, 4: 412-417.
- Elleberg, H. 1988. *Vegetation Ecology of Central Europe*. Cambridge University Press, Cambridge.
- English, J. 2004. *Ecophysiology of salinity and waterlogging tolerance in selected species of Halosarcia*. Tesis doctoral. The University of Western Australia. Perth.
- Enright, NJ; Miller, BP y Akhter, R. 2005. Desert vegetation and vegetation-environment relationships in Kirthar National Park, Sindh, Pakistan. *Journal of Arid Environments*, 61: 397-418.
- Erena, M; Robledo, A; García, P; Correal, E; Vicente, M y Alcaraz, F. 2003. Cartografía de recursos pascícolas en la región de Murcia. En: Robles, AB; Ramos, ME; Morales, MC; de Simón, E; González Rebollar, JL y Boza, J. (eds). *Pastos, desarrollo y conservación, XLIII Reunión Científica SEEP*. pp: 763-770. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. 816 pp.

- Errera, MP; Carbajo, D y Lasanta, T. 2004. Aplicación de SIG para seleccionar campos abandonados recuperables como áreas de pastoreo en el Pirineo Aragonés, en Conesa, C; Álvarez, Y y Martínez, JB. (eds) *Medio Ambiente, Recursos y Riesgos Naturales. Análisis mediante Tecnología SIG y Teledetección, Vol. II*, pp: 117-130. Asociación de Geógrafos Españoles. Universidad de Murcia.
- Escarré, J; Houssard, C y Debussche, M. 1983. Evolution de la vegetation et du sol après abandon cultural en region méditerranéenne: étude de succession dans le Garrigues Du Montpelliérais (France). *Acta Oecologica*, 4: 221-239.
- Escudero, A; Albert, MJ; Pita, JM y Pérez-García, F. 2000. Inhibitory effects of *Artemisia herba-alba* on the germination of the gypsophyte *Helianthemum squamatum*. *Plant Ecology*, 148: 71-80.
- Escudero, A; Gavilán, R y Rubio, A. (1994). Una breve revisión de técnicas de análisis multivariantes aplicables en Fitosociología. *Botanica Complutensis*, 19: 9-38.
- Escudero, A; Iriondo, JM y Torres, ME. 2003. Spatial analysis of genetic diversity as a tool for plant conservation. *Biological Conservation*, 113: 351-365.
- Escudero, A; Somolinos, R; Olano, JM y Rubio, A. 1999. Factors controlling the establishment of *Helianthemum squamatum*, an endemic gypsophile of semi-arid Sapin. *Journal of Ecology*, 87: 290-302.
- Esteve F y Varo J. 1975. Estudio geobotánico de las comunidades halófilas interiores de la provincia de Granada. *Anales del Instituto Botánico Cavanilles*, 32 (2): 1351-1374.
- Esteve, MA; Ferrer, D; Ramírez, L; Calvo, JF; Suárez, ML y Vidal, MR. 1990. Restauración de la vegetación en ecosistemas áridos y semiáridos: Algunas consideraciones ecológicas. *Ecología, Fuera de serie*, 1: 497-510.
- Evangelou, VP y McDonald, LM. 1999. Influence of sodium on soils of humid regions. En: Pessarakli, M (ed.), *Handbook of Plant and Crop Stress*, pp: 17-50. Marcel Dekker, Inc. New York. 1254 pp.
- F.A.O.-U.N.E.S.C.O. 1989. *Mapa Mundial de Suelos: Leyenda Revisada*. Organización para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- F.A.O.-U.N.E.S.C.O. 1974. *Definiciones de las unidades de suelos para el mapa de suelos del mundo*. Dirección General de Estudios. Dirección de Agrología. México.
- Fanelli, G; Serafin Sauri, A y Tescarollo, P. 2004. Halotolerant and halophytic vegetation from cliffs in Central Mediterranean Peninsular Italy with emphasis on Southern Lazio. *Phytocoenologia*, 34: 447-464.
- Farina, A. 1995. El abandono de tierras en un paisaje mediterráneo y las nuevas perspectivas de gestión holística, En: Pastor-López, A y Seva-Román, E (eds.), *Restauración de la cubierta vegetal en ecosistemas mediterráneos*, pp: 193-212. Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert" (Diputación Provincial de Alicante). Alicante. 212 pp.
- Fernández Casas, J. 1972. *Estudio Fitográfico de la cuenca del Guadiana Menor. Tesis Doctoral*. Dpto. Botánica. Universidad de Granada.
- Fernández García, MP. 1995. *Aprovechamiento silvopastoral de un agrosistema mediterráneo de montaña en el sureste ibérico: evaluación potencial forrajera y capacidad conservadora*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. Pp?

- Fernández Guillén, MD y Jongman, RHG. 1994. Diversidad y Agricultura. *El Campo*, 131: 65-81.
- Fernández-Buces, N; Siebe, C; Cram, S y Palacio J.L. 2006. Mapping soil salinity using a combined spectral response index for bare soil and vegetation: A case study in the former lake Texcoco, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 65: 644-667.
- Fernández-Pola, J. 1996. *Cultivo de plantas medicinales, aromáticas y condimentarias*. Ediciones Omega SA. Barcelona. 301 pp.
- Fernández-Sanjurjo, MJ. 1999. Influencia de los fragmentos gruesos en algunas propiedades físicas y químicas del suelo: antecedentes y estado actual del tema. *Edafología*, 6:95-107.
- Ferrandis, P y Martínez Sánchez, JJ. 2001. Diversidad biológica y desertificación, En: Martín de Santa Olalla, F (ed.), *Agricultura y desertificación*, pp: 177-193. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 341 pp.
- Ferrer-Castán, D y Vetaa, OR. 2003. Floristic variation, chorological types and diversity: do they correspond at broad and local scales. *Diversity and Distributions*, 9: 221-235.
- Flinn, KM; Vellend, M y Marks, PL. 2005. Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York, USA. *Journal of Biogeography*, 32: 439-452
- Ford, ED y Renshaw, E. 1984. The interpretation of process from pattern using two-dimensional spectral analysis: modelling single species patterns in vegetation. *Vegetatio*, 56: 113-123.
- Foster, BL y Tilman, D. 2000. Dynamic and static views of succession: Testing the descriptive power of the chronosequence approach. *Plant Ecology*, 146: 1-10.
- Foster, BL. 2001. Constraints on colonization and species richness along a grassland productivity gradient: the role of propagule availability. *Ecology Letters*, 4: 530-535.
- Foster, BL. 2002. Constraints on colonization and species richness along a grassland productivity gradient: the role of propagule availability. *Ecology Letters*, 4: 530-535.
- Fowler, N. 1986. The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17: 89-110.
- Francis, C. 1990. Soil erosion and organic matter losses on fallow land: a case study from south-east Spain. En: Boardman, J; Foster, IDL y Dearing, JA (eds.), *Soil Erosion on Agricultural Land*, pp: 331-337. John Wiley & Sons. Chichester.
- Franco, AC y Nobel, PS. 1989. Effect of nurse plants on the microhabitats and growth of cacti. *Journal Ecology*, 77: 870-886.
- Frutos, LM; Hernández Navarro, ML y Ruíz Pudría, E. 2006. Políticas públicas y de sostenibilidad en el medio rural en Aragón. *Boletín de la A.G.E.*, 41: 243-266.
- Gale, J y Poljakoff-Mayber, A. 1970. Interrelations between growth and photosynthesis of saltbush (*Atriplex halimus* L.) Grown in saline media. *Australian Journal of Biological Sciences*, 23: 937-945.
- Gallego Fernández, JB; García Mora, MR y García Novo, F. 2004. Vegetation dynamics of Mediterranean shrublands in former cultural landscape at Grazalema Mountains, South Spain. *Plant Ecology*, 172: 83-94.

- Gámez Navarro, J. 1995. *El espacio geográfico de Guadix: aprovechamientos agrarios, propiedad y explotación*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. 375 pp.
- García Aguilar, JM. 1997. *La cuenca de Guadix-Baza (Granada): evolución geodinámica y sedimentaria de los depósitos lacustres entre el Turoliense superior y el Pleistoceno*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. 532 pp.
- García Aguilar, JM y Martín, JM. 2000. Late Neogene to recente continental history and evolution of the Guadix-Baza basin (SE Spain). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13 (1): 65-77.
- García Gea, A. 1999. *Flora y Vegetación de la Comarca de los Vélez (Almería)*. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia (Inédita). 407 pp.
- García, LV; Marañón, T; Moreno, A y Clemente, L. 1993. Above-ground biomass and species richness in a Mediterranean salt marsh. *Journal of Vegetation Science*, 4: 417-424.
- García-Aguirre, MC; Ortiz, MA; Zamorano, JJ y Reyes, Y. 2007. Vegetation and landform relationships at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and Management*, 239:1-12.
- García Fayos, P. 2004. Interacciones entre la vegetación y la erosión hídrica. En: Valladares, F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, pp: 309-334. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A. 587 pp.
- García Fuentes, A; Salazar, C; Torres, JA; Melendo, M; Nieto, J; Marchal, FM y Cano, E. 2002. Características edáficas de los pastizales de esparto (*Stipa tenacissima* L.) en los territorios seco-semiáridos béticos (S. España). *Acta Granatense*, 1: 11-29.
- García Fuentes, A; Torres, JA y Cano, E. 2003. Dinámica de los herbazales nitrófilos en el Alto Valle del Guadalquivir (Andalucía, Sur de España) mediante análisis multivariante. En: Pérez Jiménez, J. (coord.), *In Memoriam al Prof. Dr. Isidoro Ruiz Martínez*, pp: 27-44. Universidad de Jaen. 586 pp.
- García-Nieto, LP. 2000. Las plantas medicinales y aromáticas. Una alternativa de futuro para el desarrollo rural. *Boletín económico del ICE*, 2652: 29-40.
- García-Ruiz, 1991. Consecuencias ambientales del abandono agrícola. Ponencias del seminario *Procesos de Desertificación en condiciones Ambientales Mediterráneas*, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, Valencia. Tomo I 704/5, 1-22.
- García Ruiz, JM; Lasanta, T; Ruiz-Flaño, P; Martí, C; Ortigosa, L y González, C. 1994. Soil erosion and desertification as a consequence of farmland abandonment in mountain areas. *Desertification Control Bulletin*, 25: 27-33.
- García-Ruiz, JM; González Rebollar, JL; Ibáñez, JJ; López García, P; Martín, MA; Puigdefábregas, J; de La Rosa, D y Rubio, JL. 1996. *Programa Interáreas del CSIC sobre Desertificación en ambientes mediterráneos: Aspectos físicos, culturales, sociales y económicos*. Instituto Pirenaico de Ecología (CSIC). Zaragoza. 27 pp.
- García-Ruiz, JM, Ruiz-Flaño, P y Lasanta, T. 1996. Soil erosion after farmland abandonment in Submediterranean mountains: A general Outlook. En: Rubio JL y Calvo, A (eds), *Soil degradation and desertification in Mediterranean Environments*, pp: 165-183. Geofoma Ediciones. Logroño.

- Geslina, T; Lefeuvre, JC; Le Pajoleca, Y; Questiaub, S y Eyberta, MC. 2002. Salt exploitation and landscape structure in a breeding population of the threatened bluethroat (*Luscinia svecica*) in salt-pans in western France. *Biological Conservation*, 107: 283-289.
- Giménez Luque, E. 2000. *Bases botánico-ecológicas para la restauración de la cubierta vegetal de la Sierra de Gádor (Almería)*. Tesis Doctoral. Universidad de Almería (inérita). 632 pp.
- Gómez Campo, C y Herranz, JM. 1993. Conservation of the Iberian endemic plants: The botanical reserve of La Encantada (Villarrobledo, Albacete, Spain). *Biological Conservation*, 64: 155-160.
- Gómez Mercado, F y Valle, F. 1988. *Mapa de vegetación de la Sierra de Baza*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Granada. 237 pp.
- Gómez Orea, D; Rodríguez, JJ; Baquero, G. (coords). 1999. *Las plantas de extractos. Bases para un Plan de Desarrollo del Sector*. Fundación Alfonso Martín Escudero. Madrid. 539 pp.
- González Barderán 1977. Las fuentes reales del Guadalquivir. En: Palarcar, M (coord.), *Guadalquivires*, pp: 91-109. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Sevilla. 599 pp.
- González Bernáldez, F. 1991. Ecological consequences of the abandonment of traditional land use system in central Spain. *Options Mediterraneennes*, 15: 23-30.
- González Bernáldez, F. 1992. Características esenciales de la naturaleza mediterránea, En: Junta de Andalucía, *Paisaje Mediterráneo*, p. 42-45, Región Languedoc Rousillon, Regione del Veneto, Elemond Editori Associati, Milan, Italia.
- González Moreno, M; Genaro, D; Melchor, E. 2007. *Presente y futuro del altiplano granadino: una visión económica de las comarcas de Baza y Huéscar*. Fundación Caja Rural. Granada. 190 pp.
- González Rebollar, JL; Cueto, M y González Hernández, A. 1998. *Cartografía y evaluación de la vegetación del Parque Natural Cabo de Gata-Níjar*. SINAMBA, Junta de Andalucía. 27 mapas.
- González Rebollar JL; Robles, AB y de Simón, E. 1999. Las áreas pasto-cortafuegos entre las prácticas de gestión y protección de los espacios forestales mediterráneos. En: SEEP (eds.). *Actas de la XXXIX Reunión Científica de la SEEP*. pp:143-156. Caja Rural. Almería. 493 pp.
- González Tejero, MR. 1992. Plantas medicinales. En: Molero, J; Pérez Raya, F y Valle, F (eds.), *Parque Natural de Sierra Nevada, Paisaje, Fauna, Flora, Itinerarios*. Editorial Rueda. Madrid. 520 pp.
- González Tejero, MR; Molero, J; Casares, M y Martínez Lirola, MJ. 1995. New contributions to the ethnompharmacology of Spain. *Journal of Ethnopharmacology*, 45: 157-165.
- Grantz, DA; Vaughn, DL; Farber, RJ; Kim, B; Ashbaugh, L; Van Curen, T; Campbell, R; Bainbridge, D y Zinck, T. 1998. Transplanting native plants to revegetate abandoned farmland in the western Mojave desert. *Journal of Environmental Quality*, 27: 960-967.

- Grattan, SR y Grieve, CM. 1992. Mineral acquisition and growth response of plants grown in saline environments. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 38: 275-300.
- Grime, JP. 1982. *Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación*. Editorial Limusa. México.
- Grossi, JL; Chenavier, L; Delcros, P y Brun, JJ. 1995. Effects of landscape structure on vegetation and some animal groups after agriculture abandonment. *Landscape and Urban Planning*, 31: 291-301
- Grove, AT y Rackham, O. 2001. *The nature of Mediterranean Europe: an ecological history*. Yale University Press, New Haven. UK. 384 pp.
- Guerrero J. 1998. *Respuesta de la vegetación y de la morfología de las plantas a la erosión del suelo*. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón, Serie Investigación.
- Guillerm, JL. 1978. *Sur les étapes de transition dans les phytocénoses post-culturales*. CEPE/CNRS. Montpellier.
- Guimet, J. 1992. *Introducción conceptual a los sistemas de información geográfica*. Estudio Gráfico. Madrid. 137 pp.
- Gutiérrez, L; del Río, J; Navarro, FB; Lorite, J; Benito, B y Peñas, J. 2007. Novedades sobre flora amenazada de las zonas áridas interiores de Granada (Hoyas de Guadix y Baza). *Lagascalia* (en prensa).
- Guzmán Álvarez, JR y Navarro Cerrillo, R. 2001. Sucesión vegetal bajo cubierta de olivar marginal sobre sustrato calizo. En: Cano, E; García Fuentes, A; Torres Cordero, JA y Salazar, C (eds.), *Valoración y Gestión de Espacios Naturales*, pp: 379-390. Universidad de Jaén. 532 pp.
- Haase, P; Puignaire, FI; Clark, SC y Incoll, LD. 1997. Spatial pattern in *Anthyllis cytisoides* shrubland on abandoned land in southeastern Spain. *Journal of Vegetation Science*, 8 (5): 627-634.
- Hahs A; Enright NJ y Thomas I. 1999. Plant communities, species richness and their environmental correlates in the sandy heaths of Little Desert National Park, Victoria. *Australian Journal of Ecology*, 24: 249-57.
- Hedlund, K; Santa Regina, I; Van der Putten, WH; Leps, J; Díaz, T; Korthals, GW; Lavorel, S; Brown, VK; Gormsen, D; Mortimer, SR; Rodríguez Barrueco, C; Roy, J; Smilauer, P; Smilauerová, M y Van Dijk. C. 2003. Plant species diversity, plant biomass and responses of the soil community on abandoned land across Europe: idiosyncrasy or above-belowground time lags. *Oikos*, 103: 45-58.
- Heikkinen, RK. 1996. Predicting patterns of vascular plant species richness with composite variables: a meso-scale study in Finnish Lapland. *Vegetatio*, 126: 151-165.
- Hernández, L. 2001. *Técnicas de taxonomía numérica*. Cuadernos de Estadística 18. Editorial La Muralla, S.A.. Editorial Hespérides. Madrid. 159 pp.
- Hobbs, RJ y Cramer, VA. 2007. Why old fields? Socioeconomic and ecological causes and consequences of land abandonment. En: Cramer, VA y Hobbs, RJ. *Old Fields, dynamics and restoration of abandoned farmland*, pp: 1-14. Society for Ecological Restoration International. Island Press. 334 pp.

- Houssard, C; Escarré, J y Romane, F. 1980. Development of species diversity in some Mediterranean plant communities. *Vegetatio*, 43: 59-72.
- Howard, RJ y Mendelsohn, IA. 1999. Salinity as a constraint on growth of oligohaline marsh macrophytes. I. Species variation in stress tolerance. *American Journal of Botany*, 86(6): 785-794.
- Hubert, B. 1991. Changing land uses in Provence (France). Multiple use as a management tool, *Options Méditerranéennes*, 15:31-52.
- Hunziker, M y Kienast, F. 1999. Potential impacts of changing agricultural activities on scenic beauty – a prototypical technique for automated rapid assessment. *Landscape Ecology*, 14: 161-176.
- Huston, MA. 1994. *Biological Diversity. The Coexistence of Species on Changing Landscapes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 681 pp.
- Hycka Maruniak, M. 1961. Pastizales de Los Monearos y posibilidades de su mejora. *Anales del Jardín Botánico A.J. Cavanilles*, 18: 52-67.
- Ibáñez, JJ; González Rebollar, JL; García Álvarez, A y Saldaña, A. 1997. Los geosistemas mediterráneos en el espacio y en el tiempo, En: Ibáñez, JJ; Valero, BL y Machado, C (eds.), *La evolución del paisaje mediterráneo en el espacio y en el tiempo. Implicaciones en la desertificación*, pp: 27-130. Geofoma Ediciones. Logroño. 478 pp.
- Izco, J. 1972. Coscojares, romerales y tomillares de la provincia de Madrid. *Anales del Instituto Botánico A.J. Cavanilles*, 29: 70-108.
- Jefferson, LV y Pennacchio, M. 2003. Allelopathic effects of foliage extracts from four Chenopodiaceae species on seed germination. *Journal of Arid Environments*, 55: 275-285.
- Jensen, K y Schrautzer, J. 1999. Consequences of abandonment for a regional fen flora and mechanisms of successional change. *Applied Vegetation Science*, 2: 79-88.
- Jiménez, MN; Navarro, FB; Ripoll, MA y de Simón, E. 2004. Restauración de la vegetación con especies de matorral en terrenos agrícolas de ambientes semiáridos. En: Peñas de Giles, J y Gutiérrez Carretero, L (eds.), *Biología de la Conservación. Reflexiones, propuestas y estudios desde el S.E. ibérico*, pp: 170-190. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería.
- Jongman, R. 2002. Homogenisation and fragmentation of the European landscape: ecological consequences and solutions. *Landscape and Urban Planning*, 58: 211-221.
- Jongman, RHG; ter Braak, CJF; Van Tongeren, OFR. 1987. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Jordan, WR; Peters, RL y Allen, EB. 1988. Ecological restoration as a strategy for conserving biological diversity. *Environmental Management*, 12: 55-72.
- Jurinak, JJ. 1988. *Salt-Affected Soils*. Utah State University. Logan, U.
- Katewa, S; Chaudhary, B y Jain, A. 2004. Folk herbal medicines from tribal area of Rajasthan, India. *Journal of Ethnopharmacology*, 92: 41-46.
- Köppen, W. 1931. *Die Klimate der Erde*, Grunddriss der Klimakunde 2nd edn. Berlin.
- Koulouri, M. y Giourga, C. 2007. Land abandonment and slope gradient as key factors of soil erosion in Mediterranean terraced lands. *Catena*, 69: 274-281.

- Kruckeberg, AR. 1984. *California serpentines: flora, vegetation, geology, soils and management problems*. University of California Press. Berkeley. 180 pp.
- Kruckeberg, AR. 1991. An essay: geodaphics and island biogeography for vascular plants. *Aliso*, 13: 225-238.
- Kumar, S. 1996. Trends in structural compositional attributes of dune-interdune vegetation and their edaphic relations in the Indian desert. *Vegetatio*, 124: 73-93.
- Ladero, M; Socorro, O; Molero, J; López Guadalupe, M; Zafra, ML; Marín, G; Hurtado, J y Raya, F. 1981. Algunas consideraciones sobre las comunidades nitrófilas de Granada (España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 37: 737-763.
- Laguna, E (coord). 1995. *Conservación "in situ" de flora mediante microrreservas en la comunidad Valenciana*. Consellería de Medi Ambient. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Lambers, H. 2003. Dryland salinity: A key environmental issue in southern Australia. *Plant and Soil*, 257: 4-7.
- Lasanta, T. 1988. The process of desertion of cultivated areas in the Central Spanish Pyrenees. *Pirineos*, 132: 15-36.
- Lasanta, T. 1996. El proceso de marginación de tierras en España. En: Lasanta, T y García Ruiz, JM (eds.), *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*, pp: 7-31. Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología. Logroño. 211 pp.
- Lasanta, T; García-Ruiz, JM; Pérez-Rontomé C y Sancho-Marcén C. 2000. Runoff and sediment yield in a semi-arid environment: the effect of land management after farmland abandonment. *Catena*, 38: 265-278.
- Lasanta, T; Pérez-Rontomé, C; García-Ruiz, JM; Machín, J y Navas, A. 1995. Hydrological problems resulting from farmland abandonment in semiarid environments: The central Ebro depression. *Physics and Chemistry of the Earth*, 20: 309-314.
- Lathrop, RG y Bogner, JA. 1998. Applying GIS and landscape ecological principles to evaluate land conservation alternatives. *Landscape and Urban Planning*, 41(1): 27-41.
- Latorre, J. 1989. Algunas experiencias en reforestación de zonas áridas y semiáridas de Chile. En: MOPU, *Degradación de zonas áridas en el entorno mediterráneo. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente*, pp: 117-150. MOPU. 224 pp.
- Lavorel, S; Lebreton, JD; Debussche, M y Lepart, J. 1991. Nested spatial patterns in seed bank and vegetation of Mediterranean old-fields. *Journal of Vegetation Science*, 2: 367-376.
- Lavorel, S; Lepart, J; Debussche, M; Lebreton, JD y Beffy, JL. 1994. Small scale disturbances and the maintenance of species diversity in Mediterranean old fields. *Oikos*, 70: 455-473.
- Lavorel, S; Touzard, B; Lebreton, DJ y Climent, B. 1998. Identifying functional groups for response to disturbance in an abandoned pasture. *Acta Oecologica*, 19 (3): 227-240.
- Lázaro, R; Rodríguez Tamayo, ML; Ordiales, R y Puigdefábregas, J. 2004. El clima. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML. (eds.), *Los*

- subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*, pp: 63-79. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Le Brocq, AF y Buckney, RT. 2003. Species richness–environment relationships within coastal sclerophyll and mesophyll vegetation in Ku-ring-gai Chase National Park, New South Wales, Australia. *Austral Ecology*, 28: 404-412.
- Le Houerou, HN. 1989. Agrosilvicultura y silvopastoralismo para combatir la degradación del suelo en la cuenca mediterránea: viejas soluciones para problemas nuevos. En: MOPU, *Degradación de zonas áridas en el entorno mediterráneo*, pp: 105-116. Monografías de la Dirección General de Medio Ambiente, MOPU. 224 pp
- Lee, JT; Bailey, N y Thompson, S. 2002. Using Geographical Information Systems to identify and target sites for creation and restoration of native woodlands: a case study of the Chiltern Hills, UK. *Journal of Environmental Management*, 64: 25-34
- Legendre, P y Legendre, L. 1998. *Numerical ecology*. Second english edition. Elsevier Publishers, Amsterdam, Holanda. 853 pp.
- Legendre, P; Dale, MRT; Fortin, MJ; Casgrain, P y Gurevitch, J. 2004. Effects of spatial structures on the results of field experiments. *Ecology*, 85: 3202-3214.
- Legendre, P; Dale, MRT; Fortin, MJ; Gurevitch, J y Myers, DE. 2002. The consequences of spatial structure for the design and analysis of ecological field surveys. *Ecography*, 25: 601-615.
- Leishman, MR y Westoby, M. 1992. Classifying plants into groups on the basis of associations of individual traits – evidence from Australian semi-arid woodlands. *Journal of Ecology*, 80: 417-424.
- Lendínez, ML; Marchal, FM; Gómez Milán, F y Salazar C. 2004. La regresión de un ecosistema de singular valor florístico y fitocenótico: los saladares de la Hoya de Baza (Granada). Propuestas para su conservación. En: Peñas de Giles, J y Gutiérrez Carretero, L (eds.), *Biología de la Conservación. Reflexiones, propuestas y estudios desde el S.E. ibérico*, pp: 207-217. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería.
- Lepš, J y Šmilauer, P. 2003. *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge University Press. Cambridge. 269 pp.
- Llorens, P y Gallart, F. 1992. Small basin response in a Mediterranean mountainous abandoned farming area. *Catena*, 19: 309-320.
- Loidi, J y Fernández-González, F. 1994. The gypsophilous scrub communities of the Ebro Valley (Spain). *Phytocoenologia*, 24: 383-399.
- Loidi, J; Berastegi, A; Biurrun, I; García-Mijanos, I y Herrera, M. 1996. Perennial nitrophilous vegetation of the northern Iberian Peninsula. *Journal of Vegetation Science*, 7: 575-584.
- Long, G. 1974-1975. *Diagnostic Phyto-Écologique et Aménagement du Territoire*. Paris. Masson. 2 Vols.
- López Bermúdez, F. 1999. Erosión y desertificación: implicaciones ambientales y estrategias de investigación. *Actas del Encuentro Medioambiental Almeriense*. Almería.

- López Bermúdez, F. 2001. El riesgo de Desertificación. En: Martín de Santa Olalla, F (ed.), *Agricultura y desertificación*, pp: 15-38. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 341 pp.
- López González, GA. 2001. *Los árboles y arbustos de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 1727 pp.
- Lorda, M y Remón, JL. 2003. Cartografía de la vegetación en la conservación de los hábitats: el ejemplo del Monte Labora (Navarra, Pirineo occidental). *Acta botánica barcinonensis*, 49: 341-356.
- Lorite, J. 2001. *Estudio florístico y fitosociológico de la Sierra Nevada almeriense: Bases para la gestión de las comunidades vegetales*. Universidad de Granada (inérita). Granada. 678 pp.
- M.A.P.A. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 1996. *Anuario de Estadística Agraria. Año 1994*. Secretaría General Técnica. MAPA. Madrid.
- M.A.P.A. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación). 1997. *Ortofotos digitales. SIG Oleícola Español*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Ma, M. 2005. Species richness vs evenness: independent relationship and different responses to edaphic factors. *Oikos*, 111: 192-198.
- Maestre FT. 2006. Análisis y modelización de datos espacialmente explícitos en Ecología. *Ecosistemas*, 2006/3 1-6
(URL:http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=440&Id_Categoria=9&ipo=portada)
- Maestre, FT. 2004. On the importance of patch attributes, environmental factors and past human impacts as determinants of perennial plant species richness and diversity in Mediterranean semi-arid steppes. *Diversity and Distributions*, 10: 21-29.
- Maestre, FT; Bautista, S y Cortina, J. 2003a. Positive, negative, and net effects in grass-shrub interactions in Mediterranean semiarid grasslands. *Ecology*, 84: 3186-3197.
- Maestre, FT; Cortina, J; Bautista, S; Bellot, J y Vallejo, R. 2003b. Small-scale environmental heterogeneity and spatiotemporal dynamics of seedling establishment in a semiarid degraded ecosystem. *Ecosystems*, 6: 630-643.
- Malo, JE; Suárez, F. 1995a. Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. *Oecologia*, 104: 246-255.
- Malo, JE; Suárez, F; 1995b. Establishment of pasture species on cattle dung: the role of endozoochorous seeds. *Journal of Vegetation Science*, 6: 169 -174.
- Maltez Mouro, S; Draper, D; Rosselló Graell, A y Taleigne Gomes, C. 2001. Natural habitats cartography in the site Santa Margarida (Portugal). En: Mota, JF y Gómez Mercado, F (eds.), *Vegetación y cambios climáticos*, pp: 449-458. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería, 504 pp.
- Malý, S; Korthals, GW; van Dijk, C; van der Putten, WH y de Boer, W. 2000. Effect of vegetation manipulation of abandoned arable land on soil microbial properties. *Biology and Fertility of Soils*, 31: 121-127.
- Mann, J. 1987. *Secondary Metabolism, 2nd Edition*. Clarendon Press, Oxford, 374 pp.
- Marco, JA y Morales, A. 1995. Terrazas de cultivo abandonadas en el Sureste peninsular: Aspectos evolutivos. *Investigaciones Geográficas*, 13: 81-90.

- Margalef, R. 1962. Adaptación, ecología y evolución: nuevas formas de plantear antiguos problemas. *Boletín de la Real Sociedad de Historia Natural (B)*, 60: 231-246.
- Margalef, R. 1985. *Ecología*. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Martínez Arias, R. 1999. *El análisis multivariante en la investigación científica*. Editorial Hespérides. Editorial La Muralla, S.A. Madrid. 143 pp.
- Martínez Raya, A. 1996. *Evaluación y manejo de suelos salinos y sódicos*. En: Aguilar, J; Martínez Raya, A y Roca, A (eds.), *Evaluación y Manejo de suelos*, pp: 195-208. Junta de Andalucía, Universidad de Granada y SECS. Granada. 327 pp.
- Martínez, JP; Kinet, JM; Bajji, M y Lutts, S. 2005. NaCl alleviates polyethylene glycol-induced water stress in the halophyte species *Atriplex halimus* L. *Journal of Experimental Botany*, 56, (419):2421–2431.
- Martínez Fernández, J; López Bermúdez, F; Martínez Fernández J. y Romero Díaz, A. 1995. Land use and soil-vegetation relationships in a Mediterranean ecosystem. El Ardal, Murcia, Spain. *Catena*, 25: 153-167.
- Martínez Mena, M; Álvarez Rogel, J; Alvadalejo, J y Castillo, VM. 1999. Influence of vegetal cover on sediment particle size distribution in natural rainfall conditions in a semi-arid environment. *Catena*, 38: 175-190.
- McIntyre, S; Lavorel, S y Tremont, RM; 1995. Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology*, 83: 31-44.
- Melendo, M. 1998. *Cartografía y ordenación vegetal de sierra Morena: Parque Natural de las Sierras de Cárdena y Montoro (Córdoba)*. Tesis doctoral. Universidad de Jaén. (inédita).
- Melendo, M; Giménez Luque, E; García Fuentes, A; Torres, JA y Cano, E. 1999. Variabilidad de los Jarales de Sierra Morena Oriental (España). *Scientia gerundensis*, 24: 103-113.
- Mendiola, MA. 1989. *Plantas Aromáticas de la España Peninsular*. Ediciones Mundi-Prensa. 109 pp.
- Merlo, ME; Mota, JF; Cabello, J y Alemán, MM. 1998. La gipsofilia en plantas: un apasionante edafismo. *Investigación y Gestión*, 3: 103-112.
- Merlo, ME; Rodríguez Tamayo, ML; Cabello Piñar, J y Lázaro, R. 2004 adaptaciones de la flora y vegetación: implicaciones del clima y biotipos. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML (eds.), *Los subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*, pp: 227-247. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Meyer S y García-Moya E y Lagunei-Spinosa, LC. 1992. Topographic and soil surface effects on gypsophile plant community patterns in central Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 3: 429-438.
- Meyer S y García-Moya E. 1989. Plant community patterns and soils moisture regime in gypsum grasslands of north central Mexico. *Journal of Arid Environments*, 16: 147-155.
- Milton, SJ. 1995. Spatial and temporal patterns in the emergence and survival of seedlings in arid Karoo shrubland. *Journal of Applied Ecology*, 32: 145-156.

- Miranda, JD, Padilla, FM y Pugnaire, FI. 2004. Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. *Ecosistemas*, 2004/1 (URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/041/investigacion4.htm>).
- Mitchell, RJ; Marrs, RH; Le Duc, MG y Auld, MHD. 1999. A study of the restoration of heathland on successional sites: changes in vegetation and soil chemical properties. *Journal of Applied Ecology*, 36: 770-783.
- Mitrakos, K. 1980. A theory for Mediterranean plant life. *Acta Oecologica* 1: 245-252.
- M.M.A. (Ministerio de Medio Ambiente). 2004. *Guía para la elaboración de estudio del medio físico. Serie monografías*. Secretaría General para la prevención de la contaminación y del cambio climático. Ministerio de Medio Ambiente. 809 pp.
- Moldes, FJ. 1995. *Tecnología de los Sistemas de Información Geográfica*. RA-MA Editorial. Madrid. 232 pp.
- Molina, D y Nadal, J. 1998. Procesos erosivos en campos abandonados del Parque Natural del Cadí-Moixeró, (Pirineos Orientales). En: Gómez, A y Salvador, F (eds.), *Investigaciones recientes de la geomorfología española*, pp: 539-546. Editorial Universidad de Barcelona. 782 pp.
- Molinillo, M; Lasanta, T; García-Ruíz, JM. 1997. Managing mountainous degraded landscapes after farmland abandonment in the central Spanish Pyrenees. *Environmental Management*, 21: 587-598.
- Montserrat, P. 1960. Clasificación y Cartografía de los Pastos. *Actas de la I Reunión Científica de la SEEP*, Zaragoza. 16 pp.
- Montero de Burgos, JL y González Rebollar, JL. 1983. *Diagramas bioclimáticos*. ICONA, Madrid.
- Montiel, C. 2004. Forestación y paisaje agrario, En: Consejería de Agricultura y Pesca (ed.), *Forestación en paisajes agrarios*, pp: 11-33. Junta de Andalucía. Granada. 336 pp.
- Morad, M y Triviño Pérez, A. 2001. Sistemas de información geográfica y modelizaciones hidrológicas: una aproximación a las ventajas y dificultades de su aplicación. *Boletín de la A.G.E.*, 31: 23-46.
- Morales Hernández, AJ. 2002. *Biogeografía y aprovechamiento de la flora autóctona valenciana. El caso de las plantas aromáticas, medicinales y condimentarias*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. 590 pp.
- Moreira, JM. 2001. La cartografía hoy: ¿evolución o revolución? Las nuevas tecnologías y los cambios en la representación del territorio. *Actas del Congreso Año mil, año dos mil. Dos milenios en la historia de España*. pp 433-451. Sociedad estatal España nuevo milenio. Madrid.
- Morote, A; Orozco, E; López, F; Del Cerro, A; Andrés, M; Selva, M; Briongos, J y Navarro, R. 2001. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica para la elección de especie en la forestación de terrenos agrícolas de La Mancha. III *Congreso Forestal Español. Mesas 4 y 5*, pp: 286-292. Junta de Andalucía. SECF. Granada. 934 pp.
- Moss, MR. 1985. Land processes and land classification. *Journal of Environmental Management*, 20: 259-319.
- Mota, JF. 2001a. Análisis de agrupamiento o de "cluster" aplicado al estudio de la flora y vegetación de yesos. En: Aguilera, P y Garrido, A (eds), *Aplicaciones ambientales del análisis multivariante*, pp: 143-176. Monografías de Ciencia y

- Tecnología. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. Almería. 236 pp.
- Mota, JF. 2001b. *Gipsofilia, sucesión vegetal y protección de los aljezares. Un enfoque desde la biología de la conservación*. Proyecto de Investigación. Universidad de Almería. Documento inédito. 170 pp.
- Mota, JF; Garrido, JA; Martínez Hernández, F; Medina Cazorla, JM; Dana, ED y Rodríguez Tamayo, ML. 2004a. Fitosociología y series de vegetación. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML (eds), *Los subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*, pp: 173-214. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Mota, JF; Merlo, ME; Rodríguez Tamayo, ML; Sola, AJ; Pérez-García, FJ; Garrido, JA. y Jiménez-Sánchez, ML. 2004b. Fitocenosis al límite: comunidades de cárcavas y ramblas. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML (eds), *Los subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*, pp: 229-264. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Mota, JF; Sola, A; Dana, ED y Jiménez, ML. 2003. Plant succession in abandoned gypsum quarries. *Phytocoenologia*, 33 (1): 13-28.
- Mota, JF; Sola, AJ; Jiménez-Sánchez, ML; Pérez-García, FJ y Merlo, ME. 2004c. M.L. Gypsicolous flora, conservation and restoration of quarries in the southeast of the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation*, 13: 1797-1808.
- Mota, JF; Valle, F y Cabello, J. 1993. Dolomitic vegetation of south Spain. *Vegetatio*, 109: 29-45.
- Mouquet, N; Munguia, P; Kneitel, JM y Miller, TE. 2003. Community assembly time and the relationship between local and regional species richness. *Oikos*, 103: 618-626.
- Moustafa, AE-RA y Zayed, A. 1996. Effect of environmental factors on the flora of alluvial fans in southern Sinai. *Journal of Arid Environments*, 32: 431-443.
- Muller, CH. 1953. The association of desert annuals with shrubs. *American Journal of Botany*, 40: 53-60.
- Munn, L; Harrington, N y McGirr, DR. 1987. Rock fragments. En: Williams, RD y Shuman, GE (eds.), *Reclaiming mine soils and overburden in the western United States. Analytical parameters and procedures*, pp: 259-282. Soil Conservation Society of America, Ankeny, IA, USA.
- Muñoz, F. 1987. *Plantas medicinales y aromáticas, estudio, cultivo y procesado*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 365 pp.
- Muñoz, J. 2001. *Mapas de vegetación: de Humbolt al Landsat*. <http://www.expedicionmadidi.com/ficharticulo.php?ID=13>
- Navarro, FB. 2001. *Estudio de la evolución de la vegetación bajo distintos tratamientos del suelo en la forestación de tierras agrarias*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 507 pp.
- Navarro, FB; Bocio, I; Ripoll, MA y de Simón, E. 2001a. Ensayo preliminar de forestación con especies arbustivas en terrenos agrícolas semiáridos. *Monografías de Flora y Vegetación Béticas*, 12: 155-161.
- Navarro, FB; Jiménez, MN; Valle, F y Salazar, C. 2001b. Estudio de la vegetación potencial de la Depresión de Guadix-Baza mediante análisis multivariante.

- Actas del III Congreso Forestal Español, Mesas 1 y 2*, pp: 194-200. Granada. Junta de Andalucía. SECF. 588 pp.
- Navarro, F.B.; Jiménez, M.N.; Lorite, J. y Valle, F. 2001c. Caracterización biogeográfica de la Provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega en Andalucía, *Lazaroa*, 22:109-120.
- Navarro, FB; Ripoll, MA; Bocio, I y de Simón, E. 2001d. Estudio de la evolución de la vegetación bajo distintos tratamientos del suelo en la forestación de tierras agrarias. En: Cano, E; García Fuentes, A; Torres Cordero, JA y Salazar, C. (eds.), *Valoración y Gestión de Espacios Naturales*, pp: 29-38. Universidad de Jaén. 532 pp.
- Navarro, FB; Ripoll, MA; Bocio, I; Gallego, E y de Simón, E. 2002. Respuesta de la vegetación natural a distintos tratamientos del suelo en la forestación de tierras agrarias. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 13: 91-97.
- Navarro, FB; Jiménez, MN; Ripoll, MA; Bocio, I y de Simón, E. 2003. Análisis de la riqueza florística en cultivos agrícolas abandonados de la depresión de Guadix-Baza. *Monografías de Flora y Vegetación Béticas*, 13: 17-34.
- Navarro, FB; Ripoll MA; Jiménez, MN; de Simón, E y Valle F. 2006. Vegetation response to conditions caused by different soil-preparation techniques applied to afforestation in semiarid abandoned farmland. *Land Degradation & Development*, 17: 73-87.
- Navarro, FB; Jiménez, MN; Ripoll, MA y Fernández-Ondoño, E. 2007. Biodiversidad, fijación de carbono y restauración de la vegetación en paisajes agrarios mediterráneos. En: Barea, JM; Ballesteros, E; Luzón, J; Moleón, M; Tierno, JM y Travesí, R. (eds.), *Biodiversidad y Consevación de Fauna y Flora en ambientes Mediterráneos*, pp: 187-217. Sociedad Granatense de Historia Natural, Granada.
- Naveh, Z y Dan, J. 1973. The human degradation of Mediterranean landscape in Israel. En: di Castri, F y Mooney, HA (eds.), *Mediterranean-type ecosystems, origin and structures*, Vol.7, pp.373-390. Chamman y Hall, London. 643 pp.
- Naveh, Z y Whittaker, RH. 1979. Structural and floristic diversity of scrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 41: 171-190.
- Ne'eman, G e Izhaki, I. 1996. Colonization in an abandoned East-Mediterranean vineyard. *Journal of Vegetation Science*, 7:465-472.
- Neto, CS; Capelo, JH y Costa, JC. 2001. Cartografía fitossociológica da vegetação do Estuário do Sado e costa da Galé (Portugal). En: Mota, JF y Gómez Mercado, F (eds.), *Vegetación y cambios climáticos*, pp: 435-448. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Almería. 504 pp.
- Nieto, R y Valenzuela, M. 1995. *Flora básica y apícola del Parque Natural de Cazorla, Segura y las Villas*. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla
- Noy-Meir, I. 1973. Desert ecosystems: environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 25-52.
- Oosting, HJ. 1942. An ecological analysis of the plant communities of Piedmont, North Carolina. *American Midland Naturalist*, 28: 1-126.

- Orshan, G. 1983. Approaches to the definition of Mediterranean growth forms. En: Kruger, FJ; Mitchell, DT y Jarvis, JUM (eds.), *Mediterranean-type ecosystems. The role of nutrients. Ecological studies 43*, pp: 86-100. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Osman, AE y Ghassali, F. 1997. Effects of storage conditions and presence of fruiting bracts on the germination of *Atriplex halimus* and *Salsola vermiculata*. *Experimental Agriculture*, 33: 149-155.
- Osman, AE; Bahhady, F, Hassan, N; Ghassali y Ibrahim, TAL. 2006. Livestock production and economic implications from augmenting degraded rangeland with *Atriplex halimus* and *Salsola vermiculata* in northwest Syria. *Journal of Arid Environments*, 65: 474-490.
- Otal, J; Belmonte, C; Correal, E y Sotomayor, JA. 1991. Evaluation of sheep production under continuous rotational grazing of a salt bush plantation (*Atriplex* sp. Pl.) in south East Spain. *Proceedings IVth International Rangeland Congress*, pp: 568-572.
- Oyonarte, C. 2004. La diversidad edáfica. En: Mota, J; Cabello, J; Cerrillo, MI y Rodríguez Tamayo, ML (eds.), *Los subdesiertos de Almería: naturaleza de cine*. pp: 51-62. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. 461 pp.
- Pan, D; Bouchard, A; Legendre, P y Domon, G. 1998. Influence of edaphic factors on the spatial structure of inland halophytic communities: A case study in China. *Journal of Vegetation Science*, 9: 797-804.
- Pan, D; Domon G; Blois, S y Bouchard, B. 1999. Temporal (1958-1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecology*, 14:35-52.
- Paneque, G; Corral, L; Gil, J; Fernández, P; Espino, C; Arroyo, J; Morales, MI; del Toro, M y Herrera, P. 1991. *Mapa de Suelos de Chirivel a escala 1:100.000*. P. LUCDEME. Revisatlas. Madrid. 94 pp.
- Papatheodorou, EM y Stamou, GP. 2004. Nutrient attributes of tissues in relation to grazing in an evergreen sclerophyllous shrub (*Quercus coccifera* L.) dominating vegetation in Mediterranean type ecosystems. *Journal of Arid Environments*, 59: 217-227.
- Parsons, RF. 1976. Gypsophily in plants-A review. *American Midland Naturalist*, 96 (1): 1-20.
- Pascual Aguilar JA. 2002. *Cambios del suelo y régimen hídrico en la Rambla de Poyo y el Barranc de Carreixet*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Servicio de Publicaciones. 307 pp.
- Passera, CB. 1999. *Propuesta metodológica para la gestión de ambientes forrajeros naturales de zonas áridas y semiáridas*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Pausas, JG y Austin, MP. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: an appraisal. *Journal of Vegetation Science*, 12: 153-166.
- Pausas, JG. 1999. Mediterranean vegetation dynamics: modelling problems and functional types. *Plant Ecology*, 144: 27-39.
- Peet RK. 1978. Forest vegetation of the Colorado Front Range: patterns of species diversity. *Vegetatio*, 37: 65-78.

- Peinado y Martínez Parras, 1984. Sobre la clase *Pegano-Salsoletea*: *Helichryso-Santolinetalia* ord. Nov. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 40 (2): 437-444.
- Peinado, M; Alcaraz, F y Martínez Parras, JM. 1992. *Vegetation of Southeastern Spain. Flora et Vegetatio Mundi*. J. Cramer. Berlin-Stuttgart. 487 pp.
- Peinado, M; Martínez Parras, JM y Bartolomé, C. 1986. *Revisión de la Clase Pegano-Salsoletea en España*. Multicopias repartidas por intercambio en las VI Jornadas de Fitosociología. Barcelona.
- Pennings, SC y Callaway, RM. 1992. Salt marsh plant zonation: The relative importance of competition and physical factors. *Ecology*, 73(2): 681-690.
- Peña, JA. 1985. La depresión de Guadix-Baza. *Estudios geológicos*, 41: 33-46.
- Peña Llopis, J. 2006. *Sistemas de Información Geográfica Aplicados a la Gestión del Territorio*. Editorial Club Universitario. Alicante.
- Peñas, J. 1997. *Estudio fitocenológico y biogeográfico de la Sierra de los Filabres (Andalucía Oriental, España). Análisis de la diversidad de los matorrales*. Tesis doctoral. Universidad de Granada (Inédita). 604 pp.
- Pérez Pujalte, 1980. *Mapa de suelos y vegetación 1:200.000 de la provincia de Granada y memoria explicativa*. CSIC. Granada.
- Pérez Pujalte, A; Martín, JM; Torres, M; Fernández, A; Burgos, R; Perez, T; Oyonarte, C; Diaz, JL. 1990. *Mapa de Suelos de Orce a escala 1:100.000. P. LUCDEME*. Revisatlas. Madrid. 162 pp.
- Phipps, M, Baudry, J y Burel, F. 1986. Ordre topo écologique dans un espace rural les niches paysagiques. *C.R. Acad. Sc. Paris T.*, 302 Série 3, 20: 691-696.
- Pickett, STA. 1982. Population patterns through twenty years of old field succession. *Vegetatio*, 49: 45-59
- Picolo, R. Crecimiento y comportamiento de la biomasa aérea en *Medicago arborea* y *Atriplex nummularia*: respuesta al riego. *Options Méditerranéennes- Série Séminaires*, 3: 351-356.
- Pielou, EC. 1961. Segregation and symmetry in two-species populations as studied by nearest neighbor relationships. *Journal of Ecology*, 49: 255-269.
- Piernik, A. 2005. Vegetation-environment relations on inland saline habitats in Central Poland. *Phytocoenologia*, 35 (1): 19-37.
- Pieterse, NM; Verkroost, AWM; Wassen, M; Olde Venterink, H y Kwakernaak, C. 2002. A decision support system for restoration planning of stream valley ecosystems. *Landscape Ecology*, 17: 69-81.
- Pineda, FD y Montalvo, J. 1995. Dehesa systems in the Western Mediterranean. En: Halladay, P y Gilmour, DI (eds.), *Biological diversity outside protected areas: overview of traditional agroecosystems*, pp: 107-122. UICN, *Forest Conservation Programme, Gland*.
- Pineda, FD; Nicolás, JP; Pou, A y Galiano, EF. 1981. Ecological succession in oligotrophic pastures of central Spain. *Vegetatio*, 44: 165-176.
- Pineda, FD; Nicolás, JP; Ruiz, M; Peco, B y González Bernáldez, F. 1995. Succession, diversité et amplitude de niche dans les pâturages du Centre de la Péninsule Ibérique. *Vegetatio*, 47: 267-277.
- Pinto Correia, T. 1993. Landscape monitoring and management in European rural areas: danish and portuguese case studies of landscape patterns and dynamics. *Geographica Hafniensia* 1 (Inst. Geo. Univ. Copenhagen).

- Podani, J. 1994. *Multivariate analysis in ecology and systematics. A methodological guide to the Syntax 5.0 package*. Ecological computation series (ECS), vol. 6. SPB. Academic Publishing bv. The Hague, The Netherlands.
- Pons, A y Quezel, P. 1985. The history of the flora and vegetation and past and present human disturbance in the Mediterranean region. En: Gomez Campo, C. (ed.), *Plant Conservation in the Mediterranean area*, pp: 25-43. Ed. W. Junk Publishers. Bordrecht. 269 pp.
- Porta, J; López-Acevedo, M y Roquero, C. 2003. *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 929 pp.
- Prach, K; Bartha, S; Joyce, ChB; Pysek, P; van Diggelen, R y Wiegleb, G. 2001. The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science*, 4: 111-114.
- Prasad, VK; Badarinath, KVS y Eaturu, A. 2008. Biophysical and anthropogenic controls of forest fires in the Deccan Plateau, India. *Journal of Environmental Management*, 86: 1-13.
- Prasad, VK; Badarinathb, KVS y Eaturuc, A. 2008. Biophysical and anthropogenic controls of forest fires in the Deccan Plateau, India. *Journal of Environmental Management*, 86: 1-13.
- Pugnaire FI; Luque, MT; Armas C y Gutiérrez L. 2006. Colonization processes in semi-arid Mediterranean old-fields. *Journal of Arid Environments*, 65: 591-603.
- Pugnaire, FI y Luque, MT. 2001. Changes in plant interactions along a gradient of environmental stress. *Oikos*, 93: 42-49.
- Pugnaire, FI; Armas, C y Valladares, F. 2004. Soil as a mediator in plant-plant interactions in a semi-arid community. *Journal of Vegetation Science*, 15: 85-92.
- Pugnaire, FI; Haase, P y Puigdefábregas, J. 1996. Facilitation between higher plant species in a semiarid environment. *Ecology*, 77: 1420-1426.
- Puigdefábregas, J. 1992. Mitos y perspectivas sobre la desertificación. *Ecosistemas*, 3: 18-22.
- Puigdefábregas, J y Mendizábal, T. 1998. Perspectives on desertification: western Mediterranean. *Journal of Arid Environments*, 39: 209-224.
- Puigdefábregas, J. 1995. Desertification: stress beyond resilience, exploring a unifying process structure. *Ambio*, 24:311-313.
- Puigdefábregas, J. 1996. El papel de la vegetación en la conservación del suelo en ambientes semiáridos. En: Lasanta, T y García Ruiz, JM (eds.), *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*, pp: 77-87. Instituto de Estudios Riojanos. Sociedad Española de Geomorfología. Logroño. 211 pp.
- Puigdefábregas, J. 1998. Ecological impacts of global change on drylands and their implications for the desertification. *Land Degradation & Development*, 9: 393-406.
- Puigdefábregas, J; Alonso, JM; Delgado, L; Domingo, F; Cueto, M; Gutiérrez, L; Lázaro, R; Nicolau, JM; Sánchez, G; Solé, A; Torrentó, JR; Vidal, S; Aguilera, C; Brenner, AJ; Clark, SC y Incoll, LD. 1996. The Rambla Honda field site: interactions of soil and vegetation along a catena in semi-arid SE Spain. En: Thornes, JB y Brandt, J (eds.), *Mediterranean Desertification and Land Use*, pp: 137-168. Wiley, New York. 572 pp.

- Pujol JA, Calvo JF y Ramírez-Díaz, L. 2000. Recovery of germination from different osmotic conditions by four halophytes from southeastern Spain. *Annals of Botany*, 85: 279-286.
- Radeloff, VC; Pidgeon, AM y Hostert, P. 1999. Habitat and population modelling of roe deer using an interactive geographic information system. *Ecological Modelling*, 114: 287-304.
- Ramos, MC y Martínez-Casasnovas, JA. 2006. Impact of land levelling on soil moisture and runoff variability in vineyards under different rainfall distributions in a Mediterranean climate and its influence on crop productivity. *Journal of Hydrology*, 321:131-146.
- Raunkjaer, C. 1934. *The life forms of plants and statistical plant geography*. Clarendon Press. Oxford.
- Redondo S, Rubio-Casal AE, Castillo JM, Luque CJ, Álvarez AA, Luque T, Figueroa ME. 2004. Influences of salinity and light on germination of three *Sarcocornia* taxa with contrasted habitats. *Aquatic Botany*, 78 (3): 255-264.
- Reimann, C y Breckle, SW. 1995. Salt tolerance and ion relations of *Salsola kali* L: differences between ssp. *tragus* L. Nyman and ssp. *ruthenica* Iljin Soo. *New Phytologist*, 130: 37-45.
- Reimann, C y Breckle, SW. 1993. Sodium relations in Chenopodiaceae: a comparative approach. *Plant, Cell and Environment*, 16: 323-328.
- Rey Benayas, JM; Bullock, JM y Newton, AC. 2008. Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, doi: 10.1880-070057
- Reynolds, JF. 2001. Desertification. En: Levin, S (ed), *Encyclopaedia of Biodiversity*, Vol. 2 pp: 61-78. Academic Press, New York, USA. 4700 pp
- Rice, B y Westoby, M. 1983. Species richness in vascular vegetation of the West Head, New South Wales. *Australian Journal of Ecology*, 8: 163-8.
- Rice, EL. 1974. *Allelopathy*. Academic Press, New York, 353 pp.
- Richards, LA (Ed.) 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. US Salinity Lab., US Department of Agriculture Handbook 60. California, USA.
- Ríos, S; Correal, E y Robledo, A. 1989. Palatability of the main fodder and pasture species presente in SE Spain: I. Woody species (tree and shrubs). *XVIth International Grassland Congress*, pp: 1531-1532. Niza
- Rivas Goday, S. 1941. Contribución al estudio de la vegetación y flora de la provincia de Granada. (Excursión botánica a Sierra de Baza y Zújar. Abril 1935). *Anales de la Real Academia de Farmacia*, 7: 58-129.
- Rivas Goday, S. 1969. Flora serpentínica española. Nota primera: edafismos endémicos del Reino de Granada. *Anales de la Real Academia de Farmacia*, 35(3): 297-304.
- Rivas-Martínez, S. 1987. *Mapa de series de vegetación de España. Escala 1:400.000*. ICONA, Serie Técnica. Madrid. 268 pp+ 30 mapas.
- Rivas-Martínez, S. 1996. Clasificación Bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis*, 11:1-119.
- Rivas-Martínez, S; Asensi, A; Díez, B; Molero, J y Valle, F. 1997. Biogeographical synthesis of Andalusia (southern Spain). *Journal of Biogeography*, 24: 915-928.

- Rivas-Martínez, S; Díaz, TE; Fernández-González, F; Izco, J; Loidi, J; Lousa, M y Penas, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotánica*, 15: 5-922.
- Rivas-Martínez, S; Fernández-González, F; Loidi, J; Lousa, M y Penas, A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to Association level. *Itinera Geobotánica*, 14: 5-341.
- Rivas-Martínez, S y Penas, A. (coords). 2003. *Atlas y Manual de los Hábitats de España*. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Rivas-Martínez, S; Penas, A y Díaz, TE. 2004. *Bioclimatic Map of Europe. Bioclimates*. Servicio de Publicación de la Universidad de León. León.
- Rivera, D y Obón, C. 1991. *La Guía de INCAFO de las plantas útiles y venenosas de la península Ibérica y Baleares (excluidas medicinales)*. INCAFO. Madrid. 1257 pp.
- Roberts, BA y Proctor, J. 1992 (eds). *The ecology of areas with serpentinized rocks. A world view*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- Robledo, A; Aoussant, M, Correal, E y Ríos, S. 1995. Utilización de *Atriplex nummularia* como complemento forrajero de la albaida (*Anthyllis cytisoides*). *Actas de la XXXV Reunión Científica de la S.E.E.P.* pp: 189-192. Tenerife.
- Robles AB. 1990. *Evaluación de la oferta forrajera y capacidad sustentadora de un agrosistema semiárido en el Sudeste Ibérico*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Robles, AB; González Rebollar, JL; Passera, CB y Boza, J. 2001. Pastos de zonas áridas y semiáridas del sureste ibérico. *Archivos de Zootecnia*, 50: 501-515.
- Robles, AB y González-Rebollar, JL. 2006. Pastos áridos y ganado del sudeste de España. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 17: 309-313.
- Rodríguez Ariza, MO, Valle, F y Esquivel, JA. 1996. The vegetation from the Guadix-Baza (Granada, Spain) during the Copper and Bronze ages based on Anthracology. *Archeologia e Calcolatori*, 7: 537-558.
- Rodríguez Rojo, MP y Sánchez Mata, D. 2004. Mediterranean hay meadow communities: diversity and dynamics in mountain areas throughout the Iberian Central Range (Spain). *Biodiversity and Conservation*, 13: 2361-2380.
- Rojo Serrano, L. 1996. Criterios para la restauración de tierras marginales desde la perspectiva de la administración, En: Lasanta, T y García Ruiz, JM (eds.), *Erosión y recuperación de tierras en áreas marginales*, pp: 205-211. Instituto de Estudios Riojanos y Sociedad Española de Geomorfología. Logroño. 211 pp.
- Romero Díaz, MA. 1982. *Huéscar: El medio natural y la vida humana*. Diputación Provincial de Granada. Granada. 281 pp.
- Romero Díaz, MA. 1989. *Las cuencas de los ríos Castril y Guardal (Cabecera del Guadalquivir)*. Estudio Geomorfológico. Excmo. Ayuntamiento de Huéscar (Granada) y Universidad de Murcia. 285 pp.
- Romero Díaz, MA. 2003. Influencia de la litología en las consecuencias del abandono de tierras de cultivo en medios mediterráneos semiáridos. *Papeles de Geografía*, 38: 151-165.
- Rosenzweig ML y Abramsky Z. 1993. How are diversity and productivity related? En: Ricklefs, RE y Schluters, D (eds.), *Species diversity in ecological communities*.

- Historical and geographical perspectives*, pp: 52-65. The Univ of Chicago Press. Chicago. 414 pp.
- Rowe, JS y Sheard, JW. 1981. Ecological land classification: a survey approach. *Environmental Management*, 5: 451-464.
- Rubio, A y Escudero, A. 2000. Small-scale spatial soil-plant relationship in semi-arid gypsum environments. *Plant and Soil*, 220: 139-150.
- Ruecker, G; Schad, P; Alcubilla, MM y Ferrer, C. 1998. Natural regeneration of degraded soils and site changes on abandoned agricultural terraces in mediterranean Spain. *Land Degradation & Development*, 9: 179-188.
- Ruiz, M y Groome, H. 1986. *Spanish agriculture in the ECC: A process of marginalization and ecological disaster?* En: FFSPN Rencontres Internationales de Toulouse, pp: 465-461. Agriculture-Environment.
- Ruiz, M. 1985. Impacto ecológico de la entrada en la CEE. *Quercus*, 21: 4-5.
- Ruiz-Flaño, P; García-Ruiz, JM y Ortigosa, L. 1992. Geomorphological evolution of abandoned fields. A case study in the Central Pyrenees. *Catena*, 19: 301-308.
- Russell, EW. 1978. *Soil Conditions and Plant Growth*, Longman, London. pp 849.
- Russell, GD; Hawkins, CP y O'Neill, MP. 1997. The role of GIS in selecting sites for riparian restoration based on hydrology and land use. *Restoration Ecology*, 5: 56-68.
- Sáenz, C y Gómez, C. 2000. *Mieles Españolas. Características e identificación mediante el análisis del polen*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 164 pp.
- Salazar C, Torres, JA, Marchal FM y Cano E. 2002. La vegetación edafohigrófila del distrito Guadiciano-Bastetano (Granada-Jaén, España). *Lazaroa*, 23: 45-64.
- Salazar, C. 1996. *Estudio Fitosociológico de la vegetación riparia andaluza (Provincia Bética): Cuenca del Guadiana Menor*. Tesis doctoral. Universidad de Jaén.
- Salazar, C; Algarra, JA; Cañadas, E y Torres, JA. 2002a. Tres plantas de interés corológico en Andalucía Oriental. *Acta Botanica Malacitana*, 27: 309-313.
- Salazar, C; García Fuentes, A y Valle, F. 2001. Flora vascular y fitocenosis endémicas, raras y amenazadas en los ríos y humedales de la cuenca del Guadiana Menor (SE España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 96: 99-116.
- Salazar, C; Torres, JA; Marchal, FM y Cano, E. 2002b. La vegetación edafohigrófila del distrito Guadiciano-Bastetano (Granada-Jaén, España). *Lazaroa*, 23: 45-64.
- Salinity Laboratory Staff, 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook 60*. US Department of Agriculture, Washington, DC.
- San Miguel, A (coord.). 2004. *Tipificación, Cartografía y Evaluación de los Pastos de la Comunidad de Madrid*. (Inédito)
- Sancha, JL; Alegre, J; Guerrero, A y Yebenes, L. 1993. Caracterización nutritiva de arbustos forrajeros: II. Digestibilidad e ingestión. *XVIII Jornadas Científicas de la S.E.O.C. Albacete (España)*.
- Sánchez López, MD. 1995. *La reconstrucción natural de la vegetación leñosa en zonas agrícolas abandonadas*. Instituto de Estudios Albacetenses, Diputación de Albacete. 207 pp.
- Sánchez-Macías, JI; Rodríguez, F; Calero, P y Díaz, J. 2006. *Desarrollo agroindustrial de biocombustibles en Castilla y León*. Consejo Económico y Social de Castilla

- y León. 195 pp. Edición electrónica disponible en:
www.cescyl.es/publicaciones/coleccion.php.
- Sancho, J; Bosque, J y Moreno Sanz, F. 1993. Crisis and performance of the traditional lands agromediterranean in the central region of Spain. *Landscape and Urban Planning*, 23: 155-166.
- Sans, FX y Masalles, RM. 1988. Fenología de las primeras etapas de la sucesión secundaria tras el abandono de los cultivos en la comarca Les Garrigues (Cataluña interior). *Lazaroa*, 10:169-179
- Sanz, B. 1995. *Estudio de la vegetación actual en la Hoya de Baza y su relación con la lluvia polínica*. Memoria de licenciatura. Universidad de Granada. 218 pp.
- Sanz, B; Valle, F; Jalut, G; Guaquelin, T e Iglesias, M. 1996. Relación entre vegetación actual y lluvia polínica en la Hoya de Baza (Granada, España). *Monografías de Flora y Vegetación Béticas*, 9: 97-122.
- Schaffers, AP. 2002. Soil, biomass, and management of seminatural vegetation. Part II. Factors controlling species diversity. *Plant Ecology*, 158: 247-268.
- Schelesinger, WH; Reynolds, JF; Cunningham, GL; Huenneke, LF; Jarrell, WM; Virginia, RA. y Whitford W.G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science*, 247:1043-1048.
- Semwal, RL; Nautiyal, S; Sen, KK; Rana, U; Maikhuri, RK; Rao, KS y Saxena, KG. 2004. Patterns and ecological implications of agricultural land-use changes: a case study from central Himalaya, India. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102: 81-92.
- Serag, MS y Khedr, AA. 2001. Vegetation-environment relationships along El-Salam Canal, Egypt. *Environmetrics*, 12: 219-232.
- Serra, P; Saurí, D y Pons, X. 2005. Metodología para el análisis de las transformaciones paisajísticas de áreas rurales mediterráneas. Evolución, causas y consecuencias en el caso del Alto Ampurdán (Noreste de Cataluña). *Anales de Geografía*, 25: 259-278.
- SIEA (Servicio de Información y Evaluación Ambiental. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía). 2007. Evolución de los usos y coberturas vegetales del suelo en Andalucía de 1956 a la actualidad. *Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales*. 13 al 17 de mayo de 2007. Sevilla.
- Shannon, CE y Weaver, W. 1963. *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press. Urbana.
- Shapiro, SS y Wilk, MB. 1965. An analysis of variance test for normality, *Biometrika*, 52: 591-611.
- Sharma, SK y Shankar, V. 1991. Classification and ordination of vegetation of the Kailana catchments in the Indian Thar Desert ii. Woody Vegetation. *Tropical Ecology*, 32: 269-286.
- Shaukat, SS; Khan, D y Qadir, SA. 1981. On the vegetation dynamics of calcareous hills around Karachi. *Pakistan Journal of Botany*, 13: 17-37.
- Sheldon, J; Balick, M y Laird, S. 1997. *Medicinal plants: ¿can utilization and conservation coexist?* New York Botanical Garden. Nueva York, EEUU. 104 pp.
- Shepherd, KA; Macfarlane, TD y Colmer, TD. 2005. Morphology, anatomy and histochemistry of *Salicornioideae* (*Chenopodiaceae*) fruits and seeds. *Annals of Botany*, 95: 917-933.

- Sheppard, JS, Wills, BJ y Begg, JS. 1991. *Atriplex* species for land restoration and forage production in New Zealand. *Proceedings IVth International Rangeland Congress*, pp: 577-580.
- Short DC y Colmer, TD. 1999. Salt tolerance in the halophyte *Halosarcia pergranulata* subsp. *pergranulata*. *Annals of Botany*, 83: 207-213.
- Shrestha, P y Dhillon, S. 2003. Medicinal plant diversity and use in the highlands of Dolakha district, Nepal. *Journal of Ethnopharmacology*, 86: 81-96.
- Sierra, C; Ortega, E; Quitantes, J; Lozano, FJ y Martínez, FJ. 1990. *Mapa de Suelos de Baza a escala 1:100.000. P. LUCDEME*. Revisatlas. Madrid. 160 pp
- Silva, P. 1992. Percepción del paisaje. *Aisthesis*, 25-26: 97-99.
- Silvertown, JW y Wilson, JB. 1994. Community structure in a desert perennial community. *Ecology*, 75: 409-417.
- Simón, M. 1978. *Estudio de los suelos salinos en la provincia de Granada*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Smit, R y Olf, H. 1998. Woody species colonisation in relation to habitat productivity. *Plant Ecology*, 139: 2003-2009.
- Snaydon, RW. 1962. Microdistribution of *Trifolium repens* L. and its relation to soil factors. *Journal of Ecology*, 50: 133-143.
- Soil Conservation Service. 1972. *Soil Survey laboratory*. Methods and procedures for collecting soil samples. Soil Survey Report, 1. U.S.D.A. Washington DC. USA.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil survey manual*. U.S. Department of Agriculture Handbook, num 18. US Government Printing Office. Washington, D.C. 503 pp.
- Soriano, J y Ortells, V. 2001. Las roturaciones de tierras forestales en el siglo XVIII frente al abandono agrícola actual: El monte Pereroles de Morella (Castelló). *Estudios Agrosociales y Pesqueros*, 191: 61-79.
- Stampfli, A y Zeiter, M. 1999. Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reversed by mowing. A case study from the southern Alps. *Journal of Vegetation Science*, 10: 151-164.
- Stenger, R; Priesack, E y Beese, F. 2002. Spatial variation of nitrate-N and related soil properties at the plot-scale. *Geoderma*, 105: 259-275.
- Stevenson, FJ. 1986. *Cycles of Soil*. Wiley y Sons, New York.
- Suárez, F; Sainz, H; Santos, T y González, F. 1991. *Las Estepas Ibéricas*. MOPT. Madrid. 160 pp.
- Tatoni, T y Roche, P. 1994. Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence. *Journal of Vegetation Science*, 5: 295-302.
- Tejedor, FJ. 1999. *Análisis de la Varianza. Cuadernos de Estadística 3*. Editorial Hespérides. Editorial La Muralla, S.A. Madrid. 132 pp.
- Ter Braak, CJF y Prentice, IC. 1988. A theory of gradient analysis. *Advances in Ecological Researches*, 18: 271-317.
- Ter Braak, CJF y Smilauer, P. 1998. *CANOCO Reference Manual and User's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4)*. Microcomputer Power, Ithaca, NY, 349.
- Ter Braak, CJF y Verdonschot, PFM. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences*, 57: 255-289.
- Ter Braak, CJF. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology*, 67 (5): 1167-1179.

- Ter Braak, CJF. 1987. The analysis of vegetation-environmental relationships by Canonical Correspondence Analysis. *Vegetatio*, 69: 69-77.
- Terradas, J. 2001. *Ecología de la vegetación*. Editorial Omega. Barcelona. 703 pp.
- Thompson, S; Larcom, A y Lee, JT. 1999. Restoring and enhancing rare and threatened habitats under agri-environment agreements: A case study of the Chiltern Hills Area of Outstanding Natural Beauty (AONB), UK. *Land Use Policy*, 16(2): 93-105.
- Thompson, WA; Vertinsky, I; Schreier, H y Blackwell, BA. 2000. Using forest fire hazard modelling in multiple use forest management planning. *Forest Ecology and Management*, 134:163-176.
- Tilman, D y Kareiva, P. (eds). 1997. *Spatial Ecology: The Role of Space in Population Dynamics and Interspecific Interactions*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- Tilman, D. 1988. *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Torres, E; Iriondo, JM; Escudero, A y Pérez, C. 2003. Analysis of within-population spatial genetic structure in *Antirrhinum microphyllum* (Scrophulariaceae). *American Journal of Botany*, 90: 1688-1695.
- Torres, JA. 1997. *Estudio de la vegetación de las sierras de Pandera y Alta Coloma*. Tesis Doctoral. Universidad de Jaén. Inédita. 665 pp
- Toth, T; Matsumoto, S; Mao, R y Yin, Y. 1995 Precision of predicting soil salinity based on vegetation categories of abandoned lands. *Soil Science*, 160: 218-31.
- Tutin, TG, Heywood, VH, Burges, NA, Moore, DM, Valentine, DH, Walters, SM y Webb, DA. (eds) 1972. *Flora Europaea. Vol. III. Diapensiaceae to Myoporaceae*. Cambridge University Press. 370 pp.
- Tutin, TG, Heywood, VH, Burges, NA, Moore, DM, Valentine, DH, Walters, SM y Webb, DA. (eds) 1976. *Flora Europaea. Vol. IV. Plantaginaceae to Compositae (and Rubiaceae)*. Cambridge University Press. 505 pp.
- Tutin, TG, Heywood, VH, Burges, NA, Moore, DM, Valentine, DH, Walters, SM y Webb, D.A. (eds) 1980. *Flora Europaea. Vol. V. Alismataceae to Orchidaceae (Monocotyledones)*. Cambridge University Press. 439 pp.
- Tutin, TG, Heywood, VH., Burges, NA., Moore, DM., Valentine, DH., Walters, SM. y Webb, DA. (eds). 1968. *Flora Europaea. Vol. II. Rosaceae to Umbelliferae*. Cambridge University Press. 455 pp.
- Tutin, TG, Heywood, VH; Burges, NA; Valentine, DH; Walters, SM y Webb, DA (eds) (1964). *Flora Europaea. Vol. I. Lycopodiaceae to Platanaceae*. Cambridge University Press. 464 pp.
- Unger, P. 1971. Soil profile gravel layers: II. Effect on growth and water use by a hybrid forage sorghum. *Soil Science Society of America Proceeding*, 35: 980-983.
- USDA, 1971. *World demand prospects for grain in 1980 with emphasis on trade by the less developed countries*. *Foreign Agricultural Economic Report*, 75. Washington. DC.
- Valdés Franzi, A; González Beserán, JJ y Molina Cantós, R. 1993. *Flora y Vegetación de los saladares de Cordobilla y Agramón (SE de Albacete)*. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete. 158 pp.

- Valdés, B; Rejdali, A; Achhal el Kadmiri, A; Jury, J.L y Montserrat, JM. (eds). 2002. *Catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc, incluant des clés d'identification*. Servicio de Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid.
- Valdés, B; Talavera, S y Galiano, EF. 1987. *Flora vascular de Andalucía Occidental*. Vols. 1-3. Ed. Ketres. Barcelona.
- Valiente-Banuet, A; Bolongaro-Crevenna, A; Briones, O; Ezcurra, E; Rosas, M; Nuez, H; Barnard, G y Vázquez, E. 1991. Spatial relationships between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 2: 15–20.
- Valladares, MA. 1993. Effects of the EC policy implementation on natural Spanish habitats. *The Science of the Total Environment*, 129: 71-82.
- Valle, F (coord). 2003. *Mapa de Series de Vegetación de Andalucía*. Editorial Rueda. Madrid. 131 pp.
- Valle, F. (coord.) 2004. *Datos botánicos aplicados a la Gestión del Medio Natural Andalucía II: Series de vegetación*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 347 pp.
- Valle, F. 1985. Mapa de series de vegetación de Sierra Nevada (España). *Ecología Mediterránea*, 11(2/3): 183-199.
- Valle, F. 1992. La desertificación en la provincia e Jaén. *Alsur*, 3: 84-89.
- Valle, F; Navarro, FB y Jiménez, MN. (coords.) 2004. *Datos botánicos aplicados a la Gestión del Medio Natural Andalucía I: Bioclimatología y Biogeografía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla. 353 pp.
- Valle, F y Salazar, C. 1997. Vegetation restoration patterns in desertified areas of Southeastern Iberian Peninsula. *Lagascalia*, 19 (1-2): 777-782.
- Valle, F y Salazar, C. (coords.) 2004. *Series de vegetación. Edafohigrófila de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla. 179 pp.
- Valle, F; Mota, JF y Gómez Mercado, F. 1987a. Dinámica de la vegetación en el sureste de la Península Ibérica. *Colloques phytosociologiques*, 15: 753-771.
- Valle, F; Mota, JF y Gómez Mercado, F. 1987b Las comunidades del orden *Helichryso-Santolinetalia* Peinado y Martínez Parras 1984, en la provincia corológica Bética. *Acta Botánica Malacitana*, 12: 213-222.
- Vallejo, R; Aronson, J; Pausas, JG y Cortina, J. 2006. Mediterranean woodlands. En: van Andel, J y Aronson, J, *Restoration ecology: The new frontier*, pp: 193-207. Blackwell Science. Oxford, UK. 336 pp.
- Van Andel, TH; Runnels, CN y Pope, KO. 1986. Five thousand years of land use and abuse in the Southern Argolid Greece, *Hesperia*, 55: 103-128.
- Van Andel, J; Bakker, JP y Grootjans, AP. 1993. Mechanisms of vegetation succession: a review of concepts and perspectives. *Acta Botanica Neerlandica*, 42: 413-4333.
- Varela-Ortega, C y Sumpsi, JM. 2002. Repercusiones ambientales de la política agraria europea, En: Pineda, FD; de Miguel, JM; Casado, MA y Montalvo, J (eds.), *La diversidad biológica en España*, pp: 125-149. Pearson Educación, S.A. Madrid. 412 pp.

- Vázquez, FM y Devesa, JA. 1996. Revisión del género *Stipa* L. y *Nassella* Desv. (*Poaceae*) en la península Ibérica e Islas Baleares. *Acta Botánica Malacitana*, 21: 125-189.
- Veenendal, EM; Ernst, WHO y Modise, GS. 1996. Effect of seasonal rainfall pattern on seedling emergence and establishment of grasses in a savanna in south-eastern Botswana. *Journal of Arid Environment*, 32: 305-317.
- Vega-García, C y Chuvieco, E. 2006. Applying local measures of spatial heterogeneity to Landsat-TM images for predicting wildfire occurrence in Mediterranean landscapes. *Landscape Ecology*, 21: 594-605.
- Veitch, N; Webb, NR y Wyatt, BK. 1995. The application of Geographic Information Systems and remotely sensed data to the conservation of heathland fragments. *Biological Conservation*, 72: 91-97.
- Vera, F y Romero, J. 1994. Impacto ambiental de la actividad agraria. *Agricultura y Sociedad*, 71: 153-183.
- Vera, JA. 1969. Características estratigráficas de la serie de Baza. (Depresión de Guadix-Baza, Cordilleras Béticas). *Acta Geológica Hispánica*, IV, 1: 14-17.
- Vera, JA. 1970. Facies del Plioceno de la Depresión de Guadix-Baza. *Cuadernos Geológicos*, 1:23-25.
- Vera, J.A. 1982. *Mapa y memoria explicativa de la hoja 78 (Baza) del mapa geológico de España, escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente*. I.G.M.E. Madrid. 21pp + 1 mapa.
- Villar Pérez, L y Benito Alonso, JL. 2001. *Memoria del mapa de vegetación actual del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido: Escala 1: 25.000*. Organismo Autónomo Parques Nacionales.
- Vince, SW y A. Snow, A. 1984. Plant zonation in an Alaskan salt marsh: I. Distribution, abundance and environmental factors. *Journal of Ecology*, 72: 651-667.
- Voliotis, D. 1982. Relations of the climate to the latitudinal situation and altitudinal zonation. *Ecología Mediterránea*, 8: 165-176.
- Waide, RB; Willig, MR; Steiner, CF; Mittelbach, G; Gough, L; Dodson, SI; Juday, GP y Parmenter, RR. 1999. The relationship between productivity and species richness. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30: 257-300.
- Waisel, Y. 1972. *Biology of holophytes*. Academic Press. New York. 395 pp.
- Waite, S. 2000. *Statistical ecology in practice. A guide to analysing environmental and ecological field data*. Prentice hall, Harlow, England.
- Waldhardt, R; Simmering, D y Albrecht, H. 2003. Floristic diversity at the habitat scale in agricultural landscapes of Central Europe-summary, conclusions and perspectives. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98: 79-85.
- Wallinga, J; Groeneveld, RMW y Lotz, LAP. 1998. Measures that describe weed spatial patterns at different levels of resolution and their applications for patch spraying of weeds. *Weed Research*, 38: 351-359.
- Walter, H. 1977. *Zonas de vegetación y clima*. Ediciones Omega. Barcelona. 245 pp.
- Wang, XY y Redmann, RE. 1996. Adaptation to salinity in *Hordeum jubatum* L. populations studied using reciprocal transplants. *Vegetation*, 123: 65-71.
- Ward, JH. 1963. Hierarchical grouping to optimise an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58:236-244.

- Westhoff, V y van der Maarel, 1978. The Braun-Blanquet approach. En: Whittaker, RH (ed.), *Classification of plant communities*, pp: 289-399. W. Junk, The Hague, NL. 408 pp.
- Whisenant, SG. 1999. *Repairing Damaged Wildlands*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 324 pp.
- Whittaker, CW; Anderson, MS y Reitemeier, RF. 1959. *Liming soils: an aid to better farming*. *USDA Farmers Bulletin*, 2124. US Govt. Printing Office, Washington, DC.
- Whittaker, RH. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147: 250-260.
- Wills, BJ y Sheppard, JS. 1986. Shrub species suitable for revegetation and forage production in dryland regions of New Zealand. *New Zealand Agricultural Science*, 20(3): 138-140.
- Yaalon, D. 1997. Soils in the mediterranean region: what makes them different? *Catena*, 28: 157-169.
- Yeaton, RI y Manzanares, AR. 1986. Organization of vegetation and mosaics in the *Acacia schaffneri* and *Opuntia streptacantha* association southern Chihuahuan Desert, Mexico. *Journal of Ecology*, 74: 211-218.
- Yeo, AR. 1983. Salinity resistance: physiology and prices. *Physiologia Plantarum*, 58: 214-222.
- Young, A. 1976. *Tropical Soil and Soil Survey*. Cambridge Geographical Studies, 9. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Young, TP. 2000. Restoration ecology and conservation biology. *Biological Conservation*, 92: 73-83.
- Zamora, R; García Fayos, P y Gómez Aparicio, L. 2004. Las interacciones planta-planta y planta animal en el contexto de la sucesión ecológica. En: Valladares, F (ed.), *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, pp: 371-393. Ministerio de Medio Ambiente, EGRAF, S. A., Madrid. 587 pp.
- Zid E y Boukhris M. 1977. Some aspects of salt tolerance of *Atriplex halimus* L.: Multiplication, growth, mineral composition. *Oecologia Plantarum*, 12: 351-362
- Zobel, M; Otsus, M; Liira, J; Moora, M y Mols, T. 2000. Is small-scale species richness limited by seed availability or microsite availability? *Ecology*, 81: 3274-3282.
- Zobel, M; van der Maarel, E y Dupré, C. 1998. Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. *Applied Vegetation Science*, 1: 55-66.
- Zohary, M. 1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East*, 2 Vols. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, Germany.