

**Consejería de Medio Ambiente**

**PICOVER  
1998-2002**

# **Ciencia y Restauración del Río Guadiamar**

**Corredor Verde  
del Guadiamar**



JUNTA DE ANDALUCIA



Este libro sobre los Resultados del Programa de Investigación del Corredor Verde del Guadiamar ha sido elaborado por la Secretaría General Técnica de la Consejería de Medio Ambiente bajo la dirección, primero, de D. Juan Jesús Jiménez, y, después, de D. Manuel Requena, y la coordinación de D. Javier Serrano y D. José M<sup>a</sup> Arenas.

El equipo científico-técnico de coordinación y edición del libro ha estado formado por D. José M<sup>a</sup> Arenas, Dña. Francisca R. Martínez Faraco y D. Antonio Mora (Oficina Técnica del Corredor Verde del Guadiamar) y D. Carlos Montes (Universidad Autónoma de Madrid) y D. Francisco Borja (Universidad de Huelva) como coordinadores científicos del Programa.

Edita: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

ISBN: 84-95785-35-8

Depósito legal: S.583-2003

Diseño y Maquetación: Forma-Animada. S.L.

Imprime: KADMOS

# ÍNDICE

## PARTE 1: INICIATIVA CIENTÍFICO-TÉCNICA DEL PICOVER

Carlos Montes, José María Arenas y Francisco Borja

<b>1. EL PROYECTO CORREDOR VERDE DEL GUADIAMA</b>	14
1.1. El vertido minero de Aznalcóllar. Origen y justificación del Proyecto del Corredor Verde del Guadiamar.	14
1.2. El Proyecto Corredor Verde. Hacia una gestión integrada de la cuenca del Guadiamar.	14
1.3. Un Plan de Acción denominado La Estrategia del Corredor Verde del Guadiamar.	17
1.4. El papel del conocimiento científico en el diseño y desarrollo del Proyecto.	18
<b>2. ORGANIZACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PICOVER</b>	21
2.1. Origen y evolución	21
2.2. Señas de identidad	22
2.3. Objetivos y alcance	24
2.4. Los investigadores. Un equipo multidisciplinar	25
2.5. Estructura del Proyecto	26
2.6. Fases y presupuesto	27
2.7. Gestión adaptable y Programa de Seguimiento	28
<b>3. LINEAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DEL PICOVER</b>	30
3.1. Línea de investigación 1: seguimiento, vigilancia, control y remediación de la contaminación generada por el vertido minero	31
3.2. Línea de investigación 2: diseño del corredor ecológico del Guadiamar	34
3.3. Línea de investigación 3: restauración ecológica de los ecosistemas del río Guadiamar y su llanura aluvial	34
3.4. Línea de investigación 4: integración de los sistemas naturales y humanos de la cuenca del Guadiamar	36
<b>4. DIFUSIÓN DEL PICOVER</b>	37

## PARTE 2: LEVANTAMIENTO Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL

José Manuel Moreira, Alberto Gil e Inmaculada Olías

### 5. INTEGRACIÓN DEL PICOVER EN LA RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA 37

## PARTE 3: RESULTADOS DE LOS CONVENIOS DE INVESTIGACIÓN

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 1: SEGUIMIENTO, VIGILANCIA, CONTROL Y REMEDIACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DEL VERTIDO MINERO DE AZNALCÓLLAR 51

- **Estudio de la contaminación del suelo y técnicas de tratamiento de inmovilización de metales en la cuenca del Guadiamar.** J. Aguilar, R. Bellver, C. Dorronsoro, E. Fernández, J. Fernández, I. García, A. Iriarte, F. Martín, I. Ortiz y M. Simón. 52
- **Bases científicas del proyecto de recuperación de suelos contaminados de la cuenca del río Guadiamar: caracterización y evolución del proceso contaminante.** F. Macías, R. Calvo de Anta, E. García-Amador y R. Bodenlle 60
- **Evaluación del efecto del vertido tóxico sobre la calidad del agua y los sedimentos de los ríos Agrio y Guadiamar** J. Toja, E. Alcalá, G. Martín, C. Solà, M. Plans, M. Burgos, A. Plazuelo y N. Prat. 78
- **Efecto del vertido tóxico en las comunidades de plancton y perifiton del río Guadiamar.** J. Toja, E. Alcalá, M.D. Burgos, G. Martín, A. Plazuelo, T. de Schutter, N. Prat, M. Plans y C. Solà. 94
- **Los macroinvertebrados de los ríos Agrio y Guadiamar: evolución de la comunidad, concentración de metales y toxicidad.** C. Solà, M. Plans y N. Prat. 110
- **Efectos del vertido minero de Aznalcóllar sobre las poblaciones de cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) del río Guadiamar y Entremuros.** M. Otero, Y. Díaz, J.M. Martínez, A. Baltanás, R. Montoso y C. Montes. 126
- **Elementos traza en plantas superiores afectadas por el vertido tóxico de Aznalcóllar.** P. Madejón, J.M. Murillo, T. Marañón, F. Cabrera y R. López. 138
- **Evaluación de los efectos del vertido tóxico de las minas de Aznalcóllar sobre la comunidad de anfibios del río Guadiamar.** M. Tejedo y R. Reques. 156
- **Efecto del vertido tóxico de las minas de Aznalcóllar sobre la fauna piscícola del río Guadiamar.** T. Saldaña, P. Guarnido, C. Arribas, C.G. Utrilla, D. García-González, D. Fletcher, J.A. Carmona y C. Fernández-Delgado. 170
- **Seguimiento del efecto del vertido tóxico sobre la fauna piscícola del estuario del Guadalquivir.** C. Fernández-Delgado, D. García-González, P. Guarnido, F. Baldó, A.M. Arias y P. Drake. 182

• <b>Efecto del vertido tóxico (accidente minero de Aznalcóllar) sobre los niveles de metales en diferentes órganos de peces del río Guadamar.</b> R. Moreno-Rojas, M.J. Gordillo-Otero, A. Sánchez-Palenzuela, C. Arribas, T. Saldaña y C. Fernández-Delgado.	196
• <b>Niveles de metales pesados y arsénico en las aves de Doñana y su Entorno tras el vertido de las minas de Aznalcóllar. Efecto a nivel de individuo e impacto en las poblaciones.</b> R. Baos., J. Blas, F. Hiraldo, G. Gómez, B. Jiménez, M.J. González, V. Benito, D. Velez y R. Montoro.	210
• <b>Aplicación de biomarcadores bioquímicos al seguimiento de los efectos biológicos del vertido de Aznalcóllar en el ratón moruno (<i>Mus spretus</i>).</b> J. Ruiz-Laguna, D. Bonilla, J. Ballesteros, J. López-Barea y S. Moreno.	226
• <b>Metales pesados y Arsénico en heces de nutria (<i>Lutra lutra</i>) del río Guadamar tras el vertido tóxico.</b> M. Delibes, B. Jiménez, J.C. Rivilla, S. Alís, M.J. González.	236
• <b>Resistencia bacteriana a metales y toxicidad como bioindicadores de la restauración de los suelos contaminados.</b> A. de Vicente, F. Olea, J.C. Codina, E. Arrebola, F.M. Cazorla y A. Pérez-García.	244
• <b>Biogeoquímica y ecología de suelos.</b> J.A. Carreira de la Fuente, R. García-Ruiz, J.M. Martín-García y M.B. Hinojosa.	250
• <b>Aplicación de procesos microbianos para la inmovilización de metales pesados presentes en suelos contaminados.</b> D. Cantero, J.M. Gómez y G. Cabrera.	258
• <b>Diversidad microbiana en los suelos de la cuenca del Guadamar contaminados por lodos piriticos.</b> V. Gallego, S. Martín, M.T. García y A. Ventosa.	262
• <b>Seguimiento y fitorremediación de los suelos afectados por el vertido de las minas de Aznalcóllar.</b> A. De Haro, M.P. Bernal, E. Fereres, M.A. Soriano, M. Del Río, R. Font, A. Roig, D.J. Walter y R. Clemente.	266
• <b>Estudios orientados al desarrollo de técnicas de descontaminación metálica, mediante fitoextracción inducida y continua, de los suelos afectados por el vertido de las minas de Aznalcóllar.</b> E. Alcántara, R. Barra, M. Benlloch, A. Ginhas, J.V. Jorrín, A. Lora, M.A. Ojeda, A. Pujadas, R. Requejo, J. Romera, J. Ruso, E.D. Sancho, S. Shilev y M. Tena.	284
• <b>Contaminación por metales pesados del estuario del Guadalquivir: efectos del accidente minero de Aznalcóllar sobre el medio físico y los organismos marinos.</b> I. Sáenz, I. Riba, J. Blasco, J.M. Forja, T.A. DelValls y A. Gómez-Parra.	294
<b>LINEA DE INVESTIGACIÓN 2: DISEÑO DEL CORREDOR ECOLÓGICO DEL GUADAMAR</b>	311
• <b>Caracterización de la estructura y funcionalidad de los elementos lineales del paisaje en la cuenca del río Guadamar.</b> J.V. de Lucio, C. Martínez y P. Sastre.	312
<b>LINEA DE INVESTIGACIÓN 3: RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS ECOSISTEMAS DEL CAUCE Y LA LLANURA ALUVIAL DEL GUADAMAR</b>	325
• <b>Estudio hidrológico - hidráulico de la cuenca del Guadamar.</b> M. Sánchez-Juny, M. Berenguer, C. Corral, E. Bladé, D. Sempere y J. Dolz.	326

- **Estudio de la micoflora (hongos superiores) de la cuenca del Guadamar.** A. Ortega. 326
- **Vegetación de la cuenca del río Guadamar: bases para su conservación y restauración.** B. Cabezudo, A.V. Pérez-Latorre, P. Navas, D. Navas y Y. Gil. 352
- **Avance sobre las comunidades de briófitos en la cuenca del río Guadamar.** J. Guerra, M.J. Cano, M.T. Gallego y R.M. Ros. 370
- **Balance provisional del estado de la nematofauna en la cuenca del río Guadamar y del proceso de restauración de la comunidad edáfica en las zonas afectadas por el vertido tóxico.** R. Peña, D. Jiménez-Guirado, G. Liébanas, R. Murillo, J. Abolafia y P. Guerrero. 378
- **Caracterización de las comunidades de hormigas de la cuenca del río Guadamar.** J. Reyes, G. Luque, J. Fernández-Haeger y D. Jordano. 386
- **Caracterización de las comunidades de mariposas de la cuenca del río Guadamar.** J. Fernández-Haeger, G. Luque, J. Reyes y D. Jordano. 396
- **Caracterización y seguimiento de la fauna de coleópteros edáficos del Corredor Verde (cuenca del río Guadamar).** A.M. Cárdenas. 406
- **Caracterización, restauración y conservación de las comunidades animales de la cuenca del río Guadamar: seguimiento del proceso de recolonización de aves y reptiles.** D. Ontiveros, J.R. Fernández-Cardenete y J.M. Pleguezuelos. 416
- **Seguimiento fitosanitario de las zonas de repoblación forestal de la cuenca del río Guadamar (2000/01).** M. González-Ruiz, P. Gázquez-Alcoba, E. Serrano-Ferrón y R. González-Ruiz. 426
- **Fauna piscícola de la cuenca del río Guadamar: estado de conservación, problemática y directrices de restauración.** C. Fernández-Delgado, C. Arribas, P. Guarnido, D. García de Jalón y C. Granada. 438
- **Riqueza de mesomamíferos en la cuenca del Guadamar: resultados preliminares.** A. Rodríguez y M. Delibes. 446
- **LINEA DE INVESTIGACIÓN 4: INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS NATURALES Y HUMANOS. LA CUENCA DEL GUADIAMAR** 459
- **El sistema de asentamientos y la organización funcional del espacio en la cuenca del Guadamar.** J.M. Feria, A. Doctor, J. Chaves y V.M. López. 460
- **Mapa de reconocimiento territorial del Corredor Verde. Análisis y diagnóstico de la actividad agraria y del aprovechamiento del monte en la cuenca del Guadamar.** M.J. Prados, F.J. García, A. Doctor, V. López y J.M. Camarillo. 472
- **Análisis de los paisajes del Guadamar y de su evolución reciente como fundamento del diagnóstico territorial de su cuenca.** Y. Jiménez-Olivencia, A. Paniza y J. Gómez-Zotano. 482
- **Patrimonio arqueológico e histórico-artístico.** P. Sáez, J.L. Escacena, S. Ordóñez, E. García-Vargas, S. García-Dils de la Vega, R. Izquierdo, A. Vahí y G. Fernández-Troncoso. 494

• <b>Territorio y patrimonio etnológico en la cuenca del Guadiamar.</b> E. Aguilar y S. Amaya.	516
• <b>Investigación participativa para el Desarrollo Sostenible en el Corredor Verde del río Guadiamar.</b> J. Escalera	528
• <b>Análisis socioeconómico y Desarrollo Sostenible en los municipios de la cuenca del Guadiamar.</b> F. Carrasco, I. Contreras, C. Correa, E. Fedriani, J. M. González-Limón, F.M. Guerrero, M.A. Hinojosa, M.C. Lima, M. Lozano, M. C. Melgar, J.A. Ordaz, V. Pérez-Chamorro, E. Romero, J. M. Rueda, C. Usabiaga y E. Velázquez.	538
• <b>Niveles de metales pesados en la población andaluza: comparación con la población de la zona de influencia del accidente minero de Aznalcóllar (estudio piloto).</b> E. Villanueva, A. Pla, A. Hernández, F. Gil, L.F. Capitán, R. Avidad, M. Gutiérrez-Bedmar, M. Carnero, E. Gómez , A. García-Rodríguez, A. Mariscal, J. Gómez-Aracena, J.L. Martínez-Vidal, M.D. Gil, F. Camino y J. Fernández-Crehuet.	554
<b>PARTE 4: SITUACIÓN ACTUAL DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN LA ZONA AFECTADA POR EL VERTIDO DE LAS MINAS DE AZNALCÓLLAR</b>	566

## AVANCE SOBRE LAS COMUNIDADES DE BRIÓFITOS EN LA CUENCA DEL RÍO GUADIAMAR

J. Guerra, M.J. Cano, M.T. Gallego, R.M. Ros

Departamento de Biología Vegetal, Área de Botánica, Facultad de Biología, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia, 30100 Murcia

### RESUMEN

Se realiza una síntesis sobre 16 comunidades de briófitos detectadas en la cuenca del Río Guadiamar, sobre ellas se aportan inventarios significativos, se describen de forma sintética y se incluyen en sus respectivas clases fitosociológicas. Tomando como base este estudio se podrá identificar el estado actual de este tipo de comunidades en las zonas afectadas por el vertido tóxico.

### Palabras clave

Briófitos, comunidades, Río Guadiamar.

### ABSTRACT

*A synopsis of the sixteen communities of bryophytes recognised in the Guadiamar river basin is carried out. Significant relevés and short descriptions of each community are provided. Also, they are included in their respective phytosociological classes. The aim of this study is to identify the current state of these communities in the area damaged by the mud flows.*

### Keywords

*Bryophytes, communities, Guadiamar river.*

### INTRODUCCION

El vertido de lodos y aguas ácidas de las minas de Aznalcóllar (Sevilla) por rotura de una presa de contención en una empresa minera, generó en 1998 un impacto ecológico y socioeconómico de gran envergadura, lo cual provocó que la administración del Estado español y la de la Junta de Andalucía, promovieran un plan de acción científico y técnico que sirviera para restaurar la funcionalidad ecológica perdida y cambiar la imagen negativa asociada al accidente minero. Con ello se pretendía que el nombre del río Guadiamar se identificara con el ámbito donde, a pesar de la gravedad del desastre ecológico se ha sabido reaccionar a tiempo, poniendo en marcha un proyecto de

restauración ecológica basado en amplios conocimientos, lo más profundos posible, sobre los ecosistemas de la zona. Nuestros trabajos, en este marco, están encaminados a conocer las comunidades briofíticas de la cuenca del río Guadiamar y el impacto sufrido por las mismas en la zona baja de la cuenca (desde Aznalcóllar hacia el sur). Estos estudios están enmarcados en el Programa de Investigación del Corredor Verde del Guadiamar (PICOVER) (cf. Junta de Andalucía, 2000).

### El medio físico

La cuenca del río Guadiamar, afluente del río Guadalquivir, presenta dos zonas netamente

diferenciadas, Sierra Morena en el sector norte que constituye la cabecera de la cuenca del río y sus afluentes Agrio y Frailes, está formada mayoritariamente por rocas metamórficas e ígneas (pizarras, micaesquistos, granitos, dioritas, etc.) que confieren a este sector de la cuenca un marcado carácter impermeable. Hacia el sur, a partir de Aznalcóllar, el valle del Guadalquivir se desarrolla sobre materiales detríticos del Mioceno Superior Andaluciense-Tortoniense (relleno de la cuenca miocena); progresivamente más recientes y permeables hacia el sur, aparecen elementos de colmatación (arenas-limos) que forman las marismas del Bajo Guadalquivir.

El clima es de tipo mediterráneo, muy acentuado en el valle del Guadalquivir y más atenuado en Sierra Morena, pero algo continentalizado en este caso. Existen dos pisos bioclimáticos: termomediterráneo en la planicie del valle del Guadalquivir, que se interna en Sierra Morena hasta una altitud de 400 m; y el mesomediterráneo que aparece por encima de 400 m en altiplanicies abiertas hacia el norte y en valles umbríos. En cuanto al ombroclima, la zona baja de marismas presenta un ombroclima seco (P=500-600 mm), la zona media de la cuenca tiene un ombroclima subhúmedo (P=600-700 mm) y en Sierra Morena, parte alta de la cuenca, el ombroclima predominante es subhúmedo (P=700-900), aunque se roza el ombroclima húmedo en las zonas más altas de los montes de Aznalcóllar y Escacena.

### Vegetación

Haremos referencia a los distintos tipos de vegetación potencial, utilizando el concepto de serie de vegetación (conjunto de comunidades que se suceden en una tesela o espacio ecológicamente homogéneo) y que presenta un solo tipo de vegetación climática en equilibrio con las condiciones del medio.

En el piso termomediterráneo con ombroclima seco-subhúmedo, sobre sustratos ácidos, se encuentran encinares (*Myrto-Querceto rotundifoliae* S.) que en general aparecen adheridos para aprovechamiento ganadero. Cuando el sustrato se torna de naturaleza básica la serie dominante corresponde también a un encinar (*Smilaci mauritanici-Querceto*

*rotundifoliae* S.), en ambos casos la orla de estas formaciones corresponde a un lentiscar (*Asparago-Rhamnetum oleoides*), cuya degradación da lugar a jarales (*Ulici eriocladi-Cistetum ladaniferi*). También en el piso termomediterráneo, sobre sustratos ácidos, pero bajo ombroclima subhúmedo, la serie predominante es un alcornocal (*Myrto-Querceto suberis* S.) con una orla de madroños y lentiscos (*Phyllireo-Arbutetum unedi pistacietosum*) y jaral-brezal (*Ulici-Cistetum ladaniferi*) como etapa de sustitución.

En el piso mesomediterráneo con ombroclima seco-subhúmedo la vegetación corresponde a un encinar con piruétanos (*Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae* S.) que puede llevar alcornocales (*Quercus suber* L.) en vaguadas húmedas y zonas de umbría. Cuando el ombroclima se torna subhúmedo-húmedo, en el piso mesomediterráneo y también sobre sustrato ácido la vegetación es un alcornocal (*Sanquisorbo-Querceto suberis* S.), con una orla arbustiva de *Phyllireo Arbutetum unedi* y leguminosas arbustivas (*Adenocarpus telonensis* (Loisel.) DC., *Cytisus scoparius* (L.) Link). Las etapas de degradación de este alcornocal pueden ser un jaral-brezal (*Erico-Cistetum populifolii*) o un brezal enano (*Ulici-Ericetum umbellatae*).

Las serie edafohigrófilas relevantes corresponden a saucedas (*Saliceto pedicellatae* S.) y choperas (*Crataego-Populetum albae* S.) que se suelen enriquecer con olmos (*Ulmus minor* Mill.) y fresnos (*Fraxinus angustifolia* Vahl). Sobre cauces con depósitos aluviales aparecen tamujares (*Pyro-Securinegeto tinctoriae* S.) y adelfares (*Rubo-Nerieto oleandri* S.) en los cauces con caudal sólo en épocas de lluvia. Todos los datos de vegetación que se citan en este apartado están extraídos de Cabezudo & Pérez Latorre (2000) y Rivas-Martínez (1987).

### MÉTODOS

Para el estudio de la vegetación y flora briofítica del territorio se han prospectado 41 localidades (Tabla 1, Mapa 1), seleccionadas de tal forma que comprendieran todos los tipos de vegetación potencial presentes en la zona. La mayoría están establecidas a lo largo de la

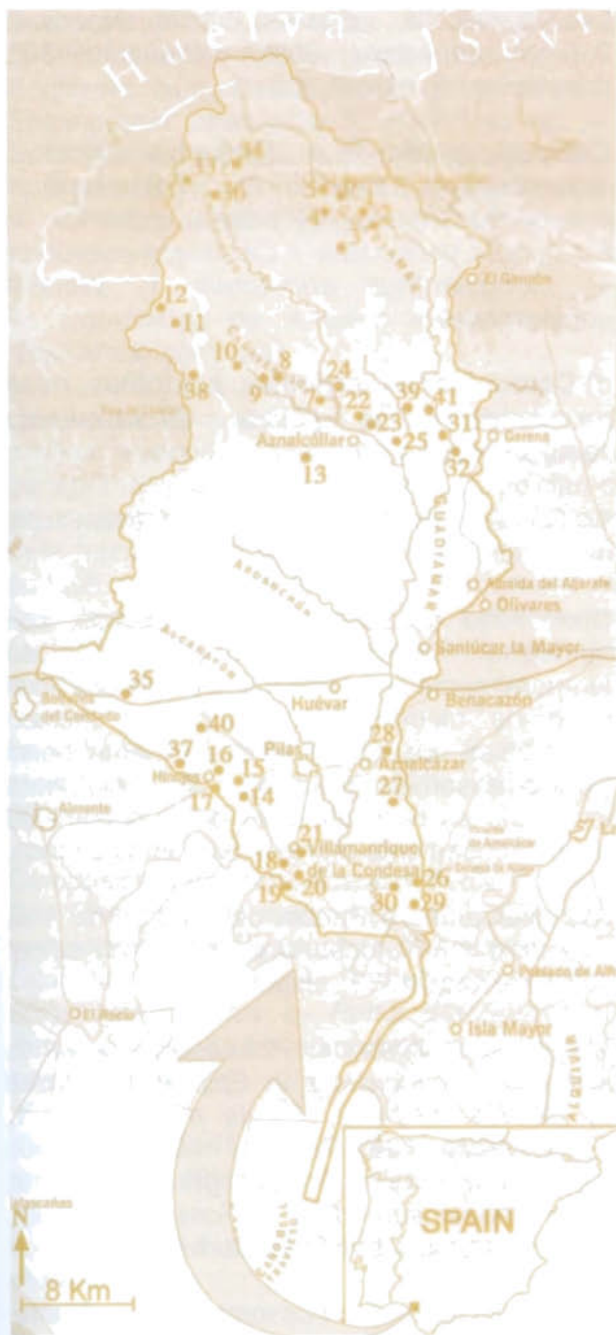
cuenca del río Guadiamar y de sus afluentes principales, ya que como se ha indicado nos interesa conocer, fundamentalmente, la flora y vegetación briofítica de los hábitats más o menos ligados a las corrientes de agua, que en definitiva han sido los afectados por el impacto ambiental del desastre minero. Por otra parte,

las zonas de planicies están profusamente cultivadas y salvo excepciones no es fácil encontrar comunidades de briófitos. Para el levantamiento de inventarios se ha seguido el método fitosociológico de Bran-Blanquet (1979).

Loc. nº	Localidad	Altitud msm	Vegetación	UTM
1	El Molino, cabecera del río Guadiamar	300	M-Qs & M-Qr	29SQB4471
2	El Azulejo, cabecera del río Guadiamar	300	M-Qs & M-Qr	29SQB4469
3	Cerca de la finca la Navarra	300	M-Qs, Mqr & P-St	29SQB4069
4	Cerca de El Castillo de las Guardas	400	M-Qs & P-Au	29SQB3869
5	Carretera Las Arenas-El Castillo de las Guardas	400	M-Qr	29SQB3971
6	La Saucedá	430	M-Qs & P-Au	29SQB3972
7	Aznalcóllar. Cerro de la Andrea	200	S-Qs & M-Q	29SQB3759
8	Aznalcóllar. Juncaleros	260	M-Qr	29SQB3660
9	Aznalcóllar. Cerro del Pulpito	280	M-Qr	29SQB3561
10	Aznalcóllar. Puente del Gago	330	M-Qr & M-Qs	29SQB3363
11	Sierra de las Piletas. El Álamo	400	M-Qs & U-CI	29SQB2868
12	Cerca de El Álamo	400	M-Qs & U-CI	29SQB2768
13	Carretera Aznalcóllar-Escacena	130	S-Qs	29SQB3655
14	Cerca de Villamanrique de la Condesa	40	M-Qs	29SQB3825
15	Hinojos. Cerca de El Tinajón	40	M-Qr	29SQB3726
16	Hinojos. Cerca de Casa Contino	60	M-Qr	29SQB3627
17	Cerca de Hinojos	90	M-Qr	29SQB3330
18	Villamanrique. Dehesa del Boyal	20	M-Qr	29SQB4023
19	Villamanrique. Dehesa del Boyal	20	M-Qr	29SQB4022
20	Villamanrique. Dehesa del Boyal	20	M-Qr	29SQB4122
21	Villamanrique. Los Torreones	30	M-Qs	29SQB4224
22	Aznalcóllar. Cerca de la Cruz Gorda	160	M-Qs & U-CI	29SQB4059
23	Aznalcóllar. La Cruz Gorda	150	M-Qs & U-CI	29SQB4062
24	Aznalcóllar. Dehesa del Perro	170	M-Qs & U-CI	29SQB4058
25	Sanlúcar la Mayor. Dehesa de las Coladas	110	M-Qs & S-Qr	29SQB4557
26	Puebla del Río. Dehesa de Abajo	30	M-Qr & C-Pa	29SQB5021
27	Aznalcázar. Cerca de la Tiesa	50	S-Qr & A-Ro	29SQB4529
28	Carretera Aznalcázar-La Puebla del Río	50	S-Qr & A-Ro	29SQB4631
29	La Puebla del Río. Loma Alta	50	S-Qr	29SQB5125
30	Aznalcázar. Dehesa de las Hermosillas	50	S-Qr	29SQB5133
31	Corredor de la Plata. Cerca de Gerena	80	M-Qr & S-Qr	29SQB4660
32	Gerena. Molino Antón	110	M-Qr & S-Qr	29SQB4758
33	Carretera El Castillo de las Guardas-Nerva	470	P-Qr & S-Qs	29SQB2875
34	Carretera El Castillo de las Guardas-Nerva	420	P-Qr	29SQB3476
35	Chucena. Cerro de las Palomas	100	M-Qs & U-CI	29SQB2836
36	Nerva. Alto del Frontón	460	M-Qs & P-Qr	29SQB2975
37	Hinojos. Cerro de los Pinos	100	S-Qr	29SQB2931
38	Escacena del Campo. Cabezada de Zao	400	M-Qs	29SQB2961
39	Gerena. Meseta del los Quijos	205	M-Qs	29SQB4761
40	Hinojos. Arroyo del Algarve	100	M-Qs	29SQB2834
41	Gerena. Cerca del río Guadiamar	180	S-Qs & A-Ro	29SQB4659

**Tabla 1.** Datos relativos a las localidades estudiadas para el estudio florístico y fitosociológico. M-Qs=Myrto-Quercetum suberis, M-Qr=Myrto-Quercetum rotundifoliae, S-Qs= Sanguisorbo-Quercetum suberis, P-St=Pyro-Securinegeto tinctoriae, U-CI=Ulicino-Cistetum ladaniferi, C-Pa=Crataego-Populetum albae, A-Ro=Asparago-Rhamnetum oleoides, S-Qr=Smilaci-Quercetum rotundifoliae, P-Au=Phyllireo-Arbutetum unedi.

**Table 1.** Data about localities studied for the floristic and phytosociological studies. M-Qs=Myrto-Quercetum suberis, M-Qr=Myrto-Quercetum rotundifoliae, S-Qs= Sanguisorbo-Quercetum suberis, P-St=Pyro-Securinegeto tinctoriae, U-CI=Ulicino-Cistetum ladaniferi, C-Pa=Crataego-Populetum albae, A-Ro=Asparago-Rhamnetum oleoides, S-Qr=Smilaci-Quercetum rotundifoliae, P-Au=Phyllireo-Arbutetum unedi.



Mapa 1. Cuenca del río Guadiamar y situación de las localidades estudiadas.

Mape 1. Guadiamar river basin and situation of localities studied.

La nomenclatura de los táxones se ha realizado siguiendo mayoritariamente a Corley *et al.* (1981) para los musgos y a Grolle & Long (2000) para hepáticas y antoceros.

El catálogo de comunidades que aquí se aporta puede considerarse provisional, dado que el territorio queda parcialmente por prospectar. No obstante se encuentra muy bien

estudiada la flora briofítica que en la actualidad comprende un conjunto de 123 taxones (Guerra *et al.* 2002), de los cuales se recogen sólo los citados en este trabajo, en un anexo final.

## RESULTADOS

### a) Comunidades briofíticas terrícolas basófilas o indiferentes (Clase *Barbuletea unguiculatae*).

#### 1.- Comunidad de *Aloina aloides*-*Crossidium crassinerve*

Comunidad terrícola que se desarrolla sobre acumulaciones de suelos básicos, esqueléticos, en los escasos afloramientos calizos del territorio. Su distribución es por tanto puntual en la zona. En general aparece en hábitat ligeramente nitrificados, por lo que son frecuentes algunas especies de distribución cosmopolita. El siguiente inventario representa la estructura florística de la misma.

Loc.: Aznalcóllar, Juncalejos, superficie: 1m<sup>2</sup>, cobertura: 50%, inclinación: 75°, orientación: SE, altitud: 260.

Composición florística: *Aloina aloides* 1, *Crossidium crassinerve* 1, *Timmiella barbulooides* 1, *Tortula muralis* +, *Tortula cuñeifolia* 1, *Didymodon acutus* 1, *Didymodon fallax* +, *Didymodon trifarius* 1, *Bryum torquescens* 1, *Barbula unguiculata* 1, *Dicranella howei* 1, *Gymnostomum calcareum*.

#### 2.- Comunidad de *Riccia sorocarpa*-*Riccia lamellosae*

Comunidad de suelos básicos, pisoteados y expuestos en bordes de caminos o lugares visitados por el ganado. Es una comunidad poco frecuente en la zona, ya que no abundan los terrenos calizos.

Loc.: Sanlúcar La Mayor, Dehesa de las Coladas, superficie: 0,5 m<sup>2</sup>, cobertura: 50%, inclinación: 0°, orientación: (-), altitud: 300.

Composición florística: *Riccia sorocarpa* 1, *Riccia lamellosa* 2, *Didymodon luridus* 1, *Trichostomum brachydontium* 1, *Bryum caespiticium* 1.

3.- Comunidad de *Gymnostomum luisieri*-*Tortula muralis*

Comunidad terri-saxícola, que se presenta en pequeños acúmulos terrosos en fisuras de muros artificiales, naturales y rocas en situaciones con cierta exposición. El siguiente inventario es representativo de la comunidad.

Loc.: El Castillo de las Guardas, superficie: 0,6 m<sup>2</sup>, cobertura: 70%, inclinación: 80°, orientación: S, altitud: 400.

Composición florística: *Tortula muralis* 1, *Gymnostomum luisieri* 2, *Didymodon luridus* +, *Didymodon acutus* 1, *Bryum caespiticium* +, *Barbula unguiculata* +, *Lunularia cruciata* +, *Fossombronia caespitififormis* +.

**b) Comunidades briofíticas terrícolas acidófilas con briocaméfitos (Clase *Ceratodonto-Polytrichetea piliferi*).**

4.- Comunidad de *Polytrichum juniperinum*-*Ceratodon purpureus*

Asociación de briocaméfitos que se desarrolla en suelos ácidos, generalmente procedentes de pizarras, granitos, etc., en lugares generalmente elevados (mesomediterráneo) y microbiotopos abiertos (taludes, base de troncos, etc.). La composición florística se presenta en el siguiente inventario.

Loc.: Aznalcóllar, cerro del Pulpito, superficie: 0,5 m<sup>2</sup>, cobertura: 60%, inclinación: 45°, orientación: N, altitud: 280.

Composición florística: *Polytrichum juniperinum* 2, *Ceratodon purpureus* 2, *Ditrichum subulatum* 2, *Bryum torquescens* +, *Scleropodium tourettii* +, *Didymodon fallax* 1, *Gongylanthus ericetorum* 1, *Pleuroidium subulatum* +, *Cladonia* sp. 1.

5.- Comunidad de *Bartramia stricta*-*Scleropodium tourettii*

Comunidad de briocaméfitos, incluye incluso musgos pleurocárpicos (*Scleropodium tourettii*) que se desarrolla en suelos ácidos, generalmente con cierta materia orgánica, en lugares umbríos y protegidos. Normalmente en el seno de formaciones boscosas (encinares, alcornocales, etc.) o matorrales densos. El siguiente inventario es representativo de la comunidad.

Loc.: Aznalcóllar, cerro del Pulpito, superficie: 0,4 m<sup>2</sup>, cobertura: 80%, inclinación: 80°, orientación: S, altitud: 300.

Composición florística: *Bartramia stricta* 3, *Scleropodium tourettii* 2, *Trichostomum brachydontium* 1, *Fissidens viridulus* 1, Selaginella denticulata + *Ceratodon purpureus* +, *Gongylanthus ericetorum* 1, *Weissia controversa* 1.

**c) Comunidades terrícolas, acidófilas, ricas en brioterófitos (Clase *Dicranelletea heteromallae*)**

6. Comunidad de *Phaeoceros laevis*-*Riccia macrocarpa*

Comunidad de suelos franco-arenosos, con humedad edáfica elevada, incluso temporalmente encharcados que aparece en el seno de alcornocales, pinares e incluso jaguarzales, de zonas altitudinalmente bajas (termo-mesomediterráneo). El siguiente inventario es representativo de la comunidad más extensamente representada en la cuenca.

Loc.: cercanías a Puebla del Río, Loma Alta, superficie: 1 m<sup>2</sup>, cobertura: 90%, inclinación: 10°, Orientación: SE, altitud: 50.

Composición florística: *Phaeoceros laevis* 2, *Anthoceros caucasicus* 2, *Epipterigium tozeri* 1, *Isoetes histrix* 2, *Riccia macrocarpa* 1, *Ephemerum sessile* +, *Gongylanthus ericetorum*, 1, *Riccia gougetiana* 2, *Pleurochaete squarrosa* 1, *Fossombronia* sp. 1, *Trichostomum brachydontium* 1.

7.- Comunidad de *Fossombronia echinata*-*Phaeoceros bulbiculosus*

Asociación de suelos arenoso-arcillosos, generalmente en pequeños taludes húmedos, más raramente en depresiones con cierta humedad edáfica. Comunidad muy frecuente en todo el territorio en el piso mesomediterráneo, a veces en el tránsito termo-mesomediterráneo. Generalmente en el seno de alcornocales. El siguiente inventario representa la composición florística de la comunidad.

Loc.: cerca de El Álamo, superficie: 1 m<sup>2</sup>, cobertura: 90%, inclinación: 40°, orientación: NE, altitud: 400.

Composición florística: *Phaeoceros bulbiculosus* 2, *Fossombronia echinata* 1, *Aschisma carniolicum*, *Riccia gougetiana* 1, *Entosthodon attenuatus* 1, *Philonotis* sp. +, *Scleropodium tourettii* +, *Fissidens algarvicus* +, *Bryum donianum* +, *Pleuridium acuminatum* +, *Trichostomum crispulum* +, *Bryum torquescens* +.

8.- Comunidad de *Acaulon mediterraneum*-*Cheilothea chloropus*

Comunidad de suelos con alto contenido en arcillas, a veces arenoso-arcillosos, en lugares generalmente abiertos y soleados, como claros de matorrales, alcornocales, etc. Suele ser muy frecuente en el piso mesomediterráneo, aunque aparece de forma esporádica en el termomediterráneo. El inventario siguiente es representativo de la estructura de la comunidad.

Loc.: El Molino, cabecera del río Guadiamar, superficie: 1 m<sup>2</sup>, cobertura: 60%, inclinación: 20°, orientación: S, altitud: 300.

Composición florística: *Acaulon mediterraneum* 2, *Cheilothea chloropus* 1, *Phascum cuspidatum* 1, *Pleurochaete squarrosa* 1, *Ditrichum subulatum*, 1, *Barbula convoluta* 1, *Didymodon luridus* +, *Pottia starckeana* 1, *Riccia nigrella* 1, *Fossombronia* sp. 1, *Riccia gougetiana* +.

**d) Comunidades saxícolas basófilas o indiferentes (Clase *Grimmieta anodontis*).**

9.- Comunidad de *Grimmia pulvinata*-*Tortula muralis*

Comunidad de rocas calizas y muros, muy poco frecuente en la zona dada la escasez de sustratos de esta naturaleza. Es igualmente pobre en especies.

Loc.: Villamanrique de la Condesa, Los Torreones, superficie: 0,3 m<sup>2</sup>, cobertura: 40%, inclinación: 50°, orientación: S, altitud: 30.

Composición florística: *Grimmia pulvinata* 1, *Tortula muralis* 1, *Barbula convoluta* +, *Didymodon luridus* 1.

**e) Comunidades saxícolas acidófilas en lugares expuestos (Clase *Racomitrietea heterostichi*)**

10.- Comunidad de *Grimmia lisae*-*Grimmia laevigata*

Asociación de briófitos que coloniza rocas ácidas descubiertas en lugares soleados y expuestos. En el territorio aparece en zonas altitudinalmente elevadas, correspondientes al piso mesomediterráneo. El siguiente inventario es característico de la comunidad.

Loc.: cercanías al Castillo de las Guardas, superficie: 1,6 m<sup>2</sup>, cobertura: 90%, inclinación: 30°, orientación: NO, altitud: 400.

Composición florística: *Grimmia laevigata* 3, *Grimmia lisae* 2, *Pleurochaete squarrosa* 1, *Bryum caespiticium* +, *Oxymitra incrassata* +.

**f) Comunidades saxícolas acidófilas en lugares protegidos (Clase *Neckeretea complanatae*)**

11.- Comunidad de *Pterogonium gracile*-*Frullania tamarisci*

Comunidad propia de rocas ácidas sombrías en el seno de formaciones forestales densas. El biotopo es poco frecuente, tan sólo pueden encontrarse en la zona norte del territorio. El siguiente inventario es representativo de la comunidad.

Loc.: Escacena del Campo, Cabezada de Zao, superficie: 0,5 m<sup>2</sup>, cobertura: 60%, inclinación: 30°, orientación: N, altitud: 30.

Composición florística: *Pterogonium gracile* 2, *Frullania tamarisci* 1, *Hypnum cupressiforme* 1.

12.- Comunidad de *Scorpiurium deflexifolium*

Comunidad de difícil ubicación fitosociológica, sin embargo es relativamente frecuente la parte media y alta de la cuenca del río Guadiamar. Coloniza rocas ácidas muy sombrías, e incluso sometidas a salpicaduras en las cercanías de los cursos de agua. Tiene un cierto comportamiento terri-saxícola.

Loc.: cercanías a El Álamo, superficie: 1 m<sup>2</sup>, cobertura: 80%, inclinación: 30°, orientación: NE, altitud: 400.

Composición florística: *Scorpiurium deflexifolium* 1, *Lunularia cruciata* +, *Bryum donianum* 1, *Didymodon vinealis* +, *Amblystegium riparium* +.

Corley MFV, Crudwell AC, Düll R, Hill MO & Smith AJE (1981) Mosses of Europe; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal of Bryology* 11: 609-689.

Guerra J, Cano MJ, Gallego MT, Ros RM & Jiménez JA (2002) Bryophyte diversity in the Guadiamar river basin (SW Spain). *Anales de Biología*. 24:97-106

Grolle R & Long DG (2000).. An annotated check-list of the Hepaticae and Anthocerotae of Europe. *Journal of Bryology* 22: 103-140.

Junta de Andalucía. (2000). Programa de Investigación del Corredor Verde del Guadiamar. Consejería de Medio Ambiente, Sevilla.

Rivas Martínez S. (1987). Memoria y mapa de las series de vegetación de España. ICONA, Madrid.

Restauración Ecológica del Río Guadiamar