

# La cicatriz verde: un proyecto vivo sobre la Sierra de San Pedro

Ricardo D. Basco y López de Lerma  
I.E.S. Francisco de Orellana - Trujillo (Cáceres)

PÁGINA 166 EN BLANCO

# Índice

---

<b>1.- Planteamiento y justificación del proyecto</b>	<b>169</b>
<b>2.- Objetivos</b>	<b>171</b>
<b>3.- Contenidos, metodología y plan de trabajo</b>	<b>174</b>
<b>4.- Medios materiales y humanos</b>	<b>185</b>
<b>5.- Temporalización</b>	<b>186</b>

---

**ANEXOS**

ANEXO I: El medio natural: La Sierra de San Pedro	189
ANEXO II: Itinerario por el Torrico de San Pedro	201
ANEXO III: Efecto de las plantas medicinales sobre la división celular	206
ANEXO IV: Estudio de la mesofauna del suelo	214
ANEXO V: Estudio microbiológico de aguas residuales procedentes de industrias corcheras	220

---

PÁGINA 168 EN BLANCO

## 1.- Planteamiento y justificación del proyecto

Con objeto de dar a conocer la biodiversidad de una forma atractiva y con presupuestos pedagógicos asequibles desde cualquier nivel formativo, pretendemos en este trabajo **abordar, de manera multidisciplinar, el estudio científico y la divulgación del conocimiento de los ecosistemas de la Sierra de San Pedro**, la formación montañosa que recorre el corazón de Extremadura, como una enorme cicatriz que uniera las dos provincias extremeñas. Estas montañas albergan los reductos vírgenes de bosque mediterráneo, donde se refugian las últimas poblaciones de lobos y lince, junto a los emblemáticos buitres y cigüeñas negras. Por otra parte, la riqueza botánica se manifiesta aquí con todo su esplendor. Y es en ella en la que queremos incidir en nuestro trabajo: las plantas, para el profano, son mucho más cercanas y fáciles de observar. Basta salir al campo en cualquier época del año, pero especialmente en primavera, para sorprenderse con la magnífica variedad florística de la Sierra de San Pedro. Sin avanzar más que este somero esbozo, nos atreveríamos a asegurar que los casi desconocidos parajes de la **Sierra de San Pedro son un privilegiado enclave de biodiversidad en el ecosistema mediterráneo**. Por ello el título que hemos elegido para este trabajo: **la cicatriz verde**.

Desde la perspectiva aparentemente dispar respecto al medio ambiente de un **biólogo molecular y profesor de Educación Secundaria**, extremeño profundamente arraigado en la zona que rodea a la Sierra de San Pedro, planteamos el **diseño de un marco de estudio y divulgación lo más amplio posible**, de manera que llegue esencialmente a niños y jóvenes. Y todo ello desde la ilusión por conocer, por dar a conocer, por valorar los paisajes de esta Extremadura que atesora una naturaleza insospechada.

Nuestro planteamiento inicial es el de un **itinerario didáctico (ver ANEXO II) interactivo y con múltiples campos de enfoque**, una visita guiada por el núcleo central de la Sierra: el Torrico de San Pedro, en el término de San Vicente de Alcántara. Pretendemos que esa visita sea el punto de partida generador de toda una gama de **actividades didácticas innovadoras en el marco de la educación ambiental**.

La localización geográfica de **San Vicente de Alcántara**, de donde procede el autor de esta propuesta educativa, motiva inicialmente el interés hacia el conocimiento del entorno natural y sociocultural de la Sierra de San Pedro. La enorme riqueza ecológica

de la zona es el primer acicate para descubrir la diversidad natural pero también cultural, histórica, social y artística de esta “comarca” extremeña. Por otra parte, es muy escasa la información existente sobre la zona, tanto referente a naturaleza como a la antropología en todas sus vertientes.

Pretendemos realizar en nuestro proyecto un **detallado trabajo de campo**, realizado en su mayor grado por los alumnos, que abarque, con el mayor rigor científico posible, el **estudio de los ecosistemas mediterráneos, desde lo “invisible” (los microorganismos que pueblan nuestros suelos) hasta la flora y fauna más representativa**. Y queremos que esta información pase a los alumnos de una forma atractiva y sugerente. Para ello, la **informática**, la **interactividad de imágenes y sonidos naturales** y la disponibilidad de los **sistemas multimedia** serán factores de extraordinaria importancia. Pero a su lado, pretendemos redescubrir el **valor del libro impreso** y, particularmente, **de la palabra**. Así, entre nuestras expectativas está la elaboración de una pequeña guía de campo y la realización de programas de radio, reuniones, exposiciones, congresos y jornadas e, incluso, talleres y teatros en la calle basados en los resultados del trabajo de campo. Pero será en las aulas donde, con la colaboración de los profesores y la implicación directa de los alumnos, el proyecto alcance una dimensión insospechada.

Nuestra pretensión es **hacer comprensible la diversidad del ecosistema mediterráneo, descubrir su valor y su belleza y, particularmente, lograr sentir, vibrar con la naturaleza misma**. Sinceramente, creemos que la única forma de transmitir el respeto por la diversidad de la vida es lograr que nos veamos parte integrante del propio ecosistema a descubrir. **Queremos, en pocas palabras, motivar el descubrimiento, dejar puertas abiertas, sugerir...**

Entre el cielo y el suelo, entre el azul y el pardo, se extiende la **mágica sinfonía de la naturaleza en la Sierra de San Pedro...**

## 2.- Objetivos

### A) OBJETIVOS GENERALES

- 1.- Obtener, mediante el **trabajo científico en el campo y en el laboratorio**, la información necesaria para comprender y valorar la biodiversidad del ecosistema mediterráneo.
- 2.- **Dar a conocer** a todos los sectores el **marco natural y sociocultural de la zona de la Sierra de San Pedro**.
- 3.- Elaborar un conjunto de **materiales interactivos**, basados en la Zona de la Sierra de San Pedro.
- 4.- **Promover el uso de las Nuevas Tecnologías** y acercarlo al aprendizaje también en la vida cotidiana, y especialmente en la tarea docente.
- 5.- Emplear **simulaciones por ordenador para analizar la realidad natural** e interpretarla.
- 6.- **Implicar al alumnado y profesorado**, particularmente de **los Centros de Enseñanza Secundaria**, de las localidades cercanas en el desarrollo del proyecto y en su empleo en el aula. Su **experiencia** es extraordinariamente valiosa para **realizar los ajustes necesarios que permitan elaborar materiales realmente útiles**.
- 7.- Fomentar **nuevos modos de disfrutar del tiempo de ocio en nuestros jóvenes**, ofreciendo alternativas de contacto con las gentes y la naturaleza.
- 8.- Facilitar la **integración de personas con necesidades educativas** especiales, tanto psíquicas como físicas, posibilitando mediante el “**entorno virtual**” el acceso a zonas naturales que de otro modo jamás podrían ser visitadas.
- 9.- **Arraigar el concepto y valor de la biodiversidad en la población**, de modo que, al proceder de **lo más cercano**, sea sentido por los habitantes como algo

suyo, implicado activamente en su cultura y en su entorno, y de este modo **facilitar las interrelaciones entre el marco natural y el urbano.**

## **B) OBJETIVOS CONCRETOS**

- 1.- **Iniciar a los alumnos en el proceso de la investigación científica y en el desarrollo de los valores asociados a la misma.**
- 2.- **Llevar a cabo el estudio de campo de la biodiversidad en la Sierra de San Pedro, particularmente la botánica, desde los hongos hasta las plantas superiores.**
- 3.- **Poner de manifiesto la enorme riqueza de la vida microbiana “invisible” que esconden nuestros bosques.**
- 4.- **Elaborar un catálogo de especies microbianas y vegetales del entorno de la Sierra de San Pedro.**
- 5.- **Elaborar un herbario fotográfico de ejemplares vegetales de la zona.**
- 6.- **Diseño de un CD interactivo** donde se refleje en imágenes y sonidos, acompañados de textos y preguntas, **la biodiversidad de la Sierra de San Pedro.**
- 7.- **Implicar a los medios de comunicación** en la transmisión a todos los públicos de la riqueza de especies presentes en el ecosistema mediterráneo. En concreto, se planteará la realización periódica de programas de radio, televisión y especiales en los diferentes periódicos.
- 8.- **Acercar las ciencias ambientales a las gentes, mediante rutas guiadas, acampadas y talleres de educación ambiental en la calle**, implicando en el desarrollo de estas actividades a las asociaciones de jóvenes de la zona.
- 9.- **Elaboración de una pequeña guía de campo para “andar por casa”.** Se trataría de un cuaderno de nuestros caminos más cercanos, de aquellas plantas y animales que se descubren sin esfuerzo, que casi se pisan sin querer, y que sin embargo son auténticos desconocidos. Pretendemos motivar valorando lo más cercano.
- 10.- **Realizar exposiciones** abiertas al público, en concreto una **“aromateca”** y una muestra de **plantas medicinales y empleadas en gastronomía de la zona.**

- 11.- **Presentación, por parte de los alumnos, de los trabajos científicos realizados**, concretamente en el **Congreso de Enseñanzas Medias de Cáceres** y el **la Reunión de Jóvenes Investigadores de Mollina (Málaga)**.
- 12.- Celebrar unas **jornadas o congreso sobre la Sierra de San Pedro**. En ello, se involucrarían asociaciones como ADENEX y las propias instituciones locales y autonómicas.

### 3.- Contenidos, metodología y plan de trabajo

1. El **estudio científico de la zona** se llevará a cabo mediante el **trabajo de campo** durante las diferentes estaciones del año, puesto que en cada época la Sierra de San Pedro y sus alrededores ofrecen un marco de especies diferentes, aunque siempre extraordinariamente rico e interesante. La proximidad de San Vicente de Alcántara al Torrico de San Pedro, auténtico corazón de la Sierra, nos permitirá utilizar esta población como punto de partida.

Esta parte del trabajo **será llevada a cabo por los alumnos estudiantes de Biología de 4º curso de ESO y 1º de Bachillerato (ver ANEXOS III, IV y V)**. La colaboración de los habitantes de las localidades cercanas a la Sierra (San Vicente de Alcántara, Salorino, Albuquerque, La Roca de la Sierra, Puebla de Obando, Valencia de Alcántara y La Codosera) servirá de inestimable ayuda en el descubrimiento de antiguos caminos y sendas perdidas en la sierra. Ello nos permitirá el acceso a zonas menos frecuentadas y, por tanto, en mejor estado de conservación.

Respecto al **estudio botánico**, pretendemos que el trabajo de campo implique en la medida de lo posible la **determinación (empleando claves taxonómicas y guías) de las plantas se realice “in situ”**, puesto que muchas de las especies están protegidas. Sólo cuando sea estrictamente necesario se recolectarán ejemplares para su detallado estudio en el laboratorio. En todos los casos se realizará **fotografía mediante cámara digital de los vegetales**, tanto general y de ecosistema como de detalles, empleando objetivos de **macrofotografía**. Esta directa digitalización de las imágenes facilitará trabajos posteriores de informatización de los datos obtenidos.

Desde el punto de vista científico, esta parte del proyecto se traducirá en un **catálogo de especies vegetales de la Sierra de San Pedro**, acompañado de imágenes digitalizadas de las mismas.

Un aspecto especialmente interesante para el desarrollo de etapas posteriores será el estudio de las **plantas medicinales (ANEXO III)** o utilizadas como condimento en la zona. Precisamente la utilidad de estas especies las hace mucho más cercanas a las gentes. Y a partir de su conocimiento, se puede llegar a valorar la diversidad biológica de la zona de estudio. Este, en concreto, ha sido uno de los temas de trabajo realizado

por uno de los equipos de alumnos del IES “Joaquín Sama” de San Vicente de Alcántara presentado en el Congreso de Enseñanzas Medias Cáceres 2000.

En cuanto a la **biología “oculta”** de los ecosistemas del bosque mediterráneo, el **análisis microbiológico**, se realizará de modo paralelo al estudio botánico de los ecosistemas. En esta parte del trabajo colaborarán los alumnos de Segundo Curso de Bachillerato. Para ello, se **tomarán muestras de suelo y de agua**, en condiciones de esterilidad, y se procesarán más tarde en el laboratorio. Se determinará el **pH**, la cantidad de **materia orgánica**, la **mesofauna del suelo** mediante el embudo de Berlesse, y los **análisis químicos** habituales en aguas. Posteriormente se llevará a cabo la siembra de alícuotas procedentes de cada muestra en **medios de cultivo selectivos**, de manera que sea posible poner de manifiesto la **diversidad microbiana** de los ecosistemas. Así, por ejemplo, será posible descubrir la presencia de **hongos y bacterias celulolíticos, amilolíticos, esporulados, fijadores de nitrógeno**, etc. Las colonias que aparezcan en cada **medio serán estudiadas mediante tinciones, observadas al microscopio** óptico y, en la medida de lo posible, determinadas taxonómicamente (mediante las adecuadas pruebas metabólicas y bioquímicas). También el **registro fotográfico, digital** si es posible, permitirá la captura de imágenes.

En este sentido de estudios microbiológicos, es destacable el trabajo de investigación que se adjunta, realizado por un equipo de alumnos del IES “Joaquín Sama”, de San Vicente de Alcántara, dedicado al **estudio de los microorganismos presentes en las aguas residuales de la industria corchera (ANEXO V)**, y por tanto, con fuertes implicaciones medioambientales referidas a un árbol emblemático, el alcornoque, y a un producto fundamental en la economía extremeña: el corcho. Este trabajo, presentado en la **Reunión de Jóvenes Investigadores de Mollina (Málaga) 1999** mereció uno de los primeros premios y una estancia de investigación en el centro del CSIC de la Universidad de Salamanca.

Particularmente interesante resultará el **estudio de las micorrizas** en el bosque mediterráneo. Estos hongos, muchos de ellos formadores de vistosas setas, asociados a las correspondientes plantas superiores, son en gran medida los artífices de la biodiversidad vegetal del bosque mediterráneo, y, por ello, garantes de la biodiversidad general de la Sierra de San Pedro.

Pretendemos, en principio, mostrar la enorme diversidad de la vida microbiana, tanto morfológica como bioquímica, dar una llamada de atención sobre la presencia y la importancia de los microorganismos en el mantenimiento de todo el ecosistema. En

ellos y, particularmente, en los hongos reside la permanencia en el tiempo de los ciclos de materia y energía en el bosque mediterráneo.

En dos épocas especialmente interesantes, la primavera y, sobre todo, el otoño, la Sierra de San Pedro se cuaja de **setas**. Es esta la manifestación más conspicua y más bella de los hongos. Intentaremos en nuestro trabajo, mediante **fotografías**, reflejar **la riqueza de especies, de formas y colores** que ofrecen nuestros campos durante las estaciones más favorables para la aparición de setas.

El estudio de la **diversidad faunística** de la zona se tratará de forma mucho más somera, limitándonos al **registro fotográfico** de aquellas especies más representativas o más aparentes. Uno de los trabajos que se adjuntan, realizado por los alumnos del IES “Joaquín Sama” de San Vicente de Alcántara, y presentado en la Reunión Científica de Cáceres 1999, se dedicó al estudio de la **mesofauna del suelo de la zona de la Sierra de San Pedro (ANEXO IV)**.

Una interesante propuesta es la de realizar un amplio **registro sonoro** de la zona. Los sonidos también son una prueba de la biodiversidad de la Sierra de San Pedro, quizás la más cercana al profano. Para ello, mediante un micrófono ambiental, se recogerá el marco sonoro de cada ecosistema, particularmente el nocturno cuando esta riqueza se manifiesta en todo su esplendor. Estos sonidos servirán en otra etapa de nuestro trabajo para ser incorporados en el CD interactivo, junto a las fotografías realizadas.

Otro innovador abordaje de la biodiversidad que pretendemos realizar es **la elaboración de una colección de aromas**. No cabe duda de que las plantas proporcionan olores al bosque, y que este es uno de los más gratos recuerdos para el profano en aspectos biológicos. Consideramos que una atractiva forma de acercarse a la naturaleza es precisamente conocer e identificar los olores y aromas de la Sierra de San Pedro. Este trabajo de recolección en el campo se complementará con la extracción de los aromas en el laboratorio y la posterior exposición en una “**aromateca**”.

2. La fase del trabajo dedicada a la **informatización**, elaboración de un CD interactivo, será llevada a cabo por los propios alumnos, asesorados por los profesores de Informática del Centro correspondiente, y siempre en términos muy básicos y asequibles a cualquier público.

En el CD figurará una **parte** meramente **descriptiva**, con texto acompañado de fotografías representativas, que pueda ser consultado de forma previa o posterior a la

utilización del juego. Esperamos que sea precisamente la participación en el juego la que motive la consulta de este material, y la que suscite dudas para su estudio, ampliación e investigación

En cualquier caso, pretenderemos que el **entorno de manejo** sea lo más **amigable** posible, y que la sencillez de manejo esté en equilibrio con la belleza o los efectos especiales. En ningún momento queremos olvidar que va destinado a usuarios de todos los niveles, y que el fácil manejo y el alto grado de interactividad son requisitos imprescindibles para su éxito en la tarea divulgativa. También queremos mantener la posibilidad de “verter” este trabajo en Internet. De esta manera los materiales serán accesibles a múltiples entornos y llegarán a ser conocidos en otras partes del mundo.

**3.** En cuanto a la tercera y última etapa de nuestro trabajo, la **divulgación** del mismo, será necesaria de manera mucho más evidente la participación del equipo de trabajo al completo y de manera coordinada. Por supuesto, en esta fase del trabajo la **interacción con los habitantes de las localidades cercanas y con el alumnado y profesorado de los centros educativos** es uno de los factores clave.

Consideramos como clave el **empleo por docentes y alumnos** de los materiales preparados en este proyecto. Esta es la única forma de llevar a cabo un proceso de evaluación de la actividad, y de corrección de los errores cometidos en su planteamiento o de realización de los ajustes necesarios para que el trabajo esté en sintonía con los destinatarios, niños y jóvenes preferentemente.

Para abordar este objetivo, se implicará en el **manejo y desarrollo de los materiales pedagógicos a los Centros de Enseñanza** de la localidad (C.P. “Pedro Vilallonga Cánovas” e I.E.S “Joaquín Sama”). El coordinador del equipo ha ejercido su tarea docente en el IES durante el curso 1999-2000, y conoce la sensibilidad del equipo de profesores hacia el tema, así como su continuidad en el desarrollo de **proyectos ambientales en la Sierra de San Pedro**, particularmente en la creación de un Aula de Educación Ambiental en la zona de Los Corchos. Por otra parte, actualmente, el coordinador se encuentra en el IES “Francisco de Orellana” (Trujillo), siendo posible de esta manera el empleo de los mismos materiales por alumnos de otras zonas diferentes a las del área de estudio, y, de este modo, la comprobación de la efectividad de los mismos. La participación del coordinador en el **Grupo de Innovación Educativa del CPR de Cáceres, así como en el Grupo de Trabajo de Ciencias de la Tierra**, ofrece un magnífico resorte para divulgar entre los docentes de enseñanza secundaria el trabajo, así como para implicar a otros especialistas en la valoración y corrección del mismo.

Respecto a la **transferencia a los medios de comunicación**, una de nuestras ideas es la elaboración periódica de un **programa de radio** (en emisoras locales, COPE, SER, etc) dedicado a la divulgación de los conocimientos adquiridos sobre la diversidad biológica de la Sierra de San Pedro. Plantearemos la actividad de forma dinámica, con intervención de los oyentes, presencia de invitados e, incluso, realización del programa desde el marco natural.

La existencia de una emisora local de **televisión** en la cercana localidad de Alburquerque nos ofrece la posibilidad de grabar algún programa documental sobre la zona, y su posterior emisión en las localidades próximas, o edición de un video sobre el tema de estudio. Por otra parte, la televisión de Badajoz, de Cáceres o de Trujillo ofrecen extraordinarias posibilidades para la divulgación en lugares más alejados que el propio centro del trabajo.

Un capítulo aparte merece el tratamiento del tema en la **prensa escrita**. Pretendemos la elaboración de un **especial dedicado a la biodiversidad** de la Sierra de San Pedro y al bosque mediterráneo en alguna de las publicaciones regionales (Diario HOY o Periódico Extremadura). Si es posible se publicará haciéndolo coincidir con algún evento importante en la zona (fiestas, acontecimientos culturales, etc).

Pretendemos que el trabajo se acompañe de un importante apoyo gráfico, basado en la elaboración de **pósters, carteles y trípticos** referentes a la naturaleza en la Sierra de San Pedro. En este sentido se encuadra también la publicación de una **pequeña guía de campo de los caminos** cercanos a las localidades. Se trataría de una publicación dedicada a mostrar de forma sencilla las plantas y animales más comunes, pero no por ello conocidos, que pueden ser encontrados de forma frecuente, sin ningún esfuerzo, dando un paseo por los alrededores. Creemos que de esta forma se motiva el conocimiento de manera más detallada, para aquellos que tengan mayor interés. Sólo puede apreciarse lo que se conoce, y la mejor forma de hacerlo es empezar a descubrir lo más cercano.

La pequeña **guía de campo de los caminos** (para “**andar por casa**”, como nos gustaría describirla) se acompañará de una publicación dedicada al **diseño y descripción de rutas por la Sierra de San Pedro**. Nuestro objetivo es que en algún momento del desarrollo del proyecto, las rutas sean efectivamente realizadas por los escolares y otras personas interesadas. De esta manera será posible poner en práctica los conocimientos adquiridos con el manejo de los materiales presentados.

Otro de nuestros grandes objetivos es la realización de unas **Jornadas dedicadas a la biodiversidad de la Sierra de San Pedro**, a celebrar durante una semana en San

Vicente de Alcántara, como centro de la comarca. El diseño previsto sería el de un **Congreso Científico**, dedicado principalmente a los estudiantes de Enseñanza Secundaria y de Universidad, pero con las puertas abiertas al público general. Los propios alumnos habrán de elaborar pequeños trabajos relacionados con el tema de estudio, que serán presentados en la reunión, bien de forma oral o en paneles. Intentaremos hacer coincidir esta reunión con el VI Congreso Científico de Enseñanzas Medias (**Premio Giner de los Ríos de Innovación Educativa**), a celebrar en Cáceres alrededor de Febrero del 2002, a cuyo Comité Organizador pertenece el coordinador del Proyecto. De esta forma será posible conjuntar esfuerzos y lograr mayor rendimiento de ambas reuniones. La implicación de los Centros Educativos es obvia. Por otra parte, la proximidad del vecino Portugal abre la posibilidad de participación internacional, en el marco de **Cooperación Transfronteriza** que ya está en marcha en la zona.

No queremos olvidar uno de los sectores económicos más importante en la zona de estudio: el **tratamiento industrial del corcho**. Desde su extracción en la sierra, a partir del alcornoque, hasta su procesamiento en la fábrica, este producto natural ofrece todo un ejemplo de interacción racional con la naturaleza. A su vez, la experiencia de conocimiento acerca del ecosistema que ofrecen los trabajadores del corcho, en particular, los “sacaores”, es inestimable. Por todo ello, el apoyo y participación de la industria corchera, y de otras industrias tradicionales de la zona, será un factor a tener muy en cuenta.

La presencia de **personajes relevantes en la divulgación y estudio de la naturaleza** será uno de los propósitos de las Jornadas, tanto procedentes del mundo de la Universidad, del Colegio de Biólogos, o de Asociaciones Ecologistas como de los medios de comunicación, arte gráfico o literatura. Se trata de informar y “enganchar” al público en la valoración y respeto de la biodiversidad.

Durante los días dedicados a las Jornadas sobre la Sierra de San Pedro, se realizarán exposiciones dedicadas a la biodiversidad en el ecosistema mediterráneo. Entre otras, y por el interés que nos suscita, llevaremos a cabo una exposición dedicada a plantas medicinales de la zona y remedios tradicionales basados en su uso, una “**aromateca**” y un **túnel de sensaciones**, en el que se encontrarán representados de forma especial aromas y los **sonidos** grabados en la naturaleza. También se expondrán fotografías tomadas por los alumnos en el medio natural. Para ello, previamente, propondremos a los Centros Educativos y a las Asociaciones, la realización de un **maratón fotográfico** centrado en la Sierra de San Pedro. Como acto adicional, se realizará la presentación en público de los materiales multimedia preparados en la ejecución del proyecto. Nuestra intención es utilizar un cañón de proyección y un ordenador, y que los asistentes tengan acceso directo al uso de estos materiales. Uno de nuestros grandes objetivos es acercar

la riqueza de la Sierra de San Pedro y el **descubrimiento de la biodiversidad a aquellas personas con impedimentos físicos o psíquicos**. Y consideramos que las nuevas tecnologías ofrecen la herramienta idónea para poner “virtualmente” en manos de aquellos que tienen “necesidades educativas especiales” cuando les queda lejos por métodos de enseñanza tradicionales.

También durante estas Jornadas, se realizarán **talleres de educación ambiental en la calle o en el campo**. En gran medida estos talleres van dedicados a los más pequeños, y pretenden, de manera lúdica e indirecta, despertar el aprecio por la naturaleza, por la enorme diversidad de la vida. La experiencia de trabajo con niños en el área del ocio y tiempo libre que tienen todos los integrantes del equipo, así como la **colaboración de Asociaciones Locales, en particular las de Jóvenes**, nos permiten abordar con garantías de éxito esta actividad. Nuestro planteamiento sería el de realizar el itinerario propuesto y hacer paradas en puntos clave donde pudieran desarrollarse algunas de las propuestas que se hacen a continuación:

### **Taller de Observación de la Naturaleza**

Enfocaremos el mismo en la **toma de notas, dibujos y fotografías** a partir del medio natural, para la elaboración final de un **pequeño cuaderno de campo**. Se intentará que los participantes lleguen a participar en el desarrollo de puestos de observación, y tengan la **experiencia de silencio y paciencia** necesarias para observar animales, particularmente aves; así como una primera toma de contacto con el manejo de guías de naturaleza.

Una parte especialmente interesante será la referente tanto al **reconocimiento de sonidos** producidos por animales, como al **registro de sonidos** en la naturaleza. Para lo primero se utilizarán cintas grabadas, y para lo segundo se dispondrá de un micrófono ambiental y una grabadora. No sólo los sonidos de animales, sino los de actividades humanas (agrícolas, ganadera y urbanas) serán de interés para los participantes.

Muy atractiva será la captación de **sonidos durante la noche**, con la celebración posterior de una velada en la que se escucharán las diferentes grabaciones y se expondrán en grupo las experiencias personales de la actividad.

Otra vertiente de este taller de naturaleza se dedicará al registro de huellas mediante moldes de escayola. Para ello los participantes habrán de localizar las huellas en bebederos y bordes de caminos, y luego tomar la impresión en escayola. Ya en el centro, harán réplicas en positivo de las huellas recogidas, y podrán ir formando una pequeña colección.

En las salidas al campo, los participantes irán **recogiendo restos de animales, plantas y rocas**, o indicadores de diferentes actividades naturales. En principio, no somos partidarios de la recolección para elaborar un insectario o un herbario, puesto que los consideramos como actividades destructivas, pero sí, de pelos, plumas, excrementos, cuernos y cuernas, egagrópilas, restos de conos, frutos, semillas y plantas utilizados por los animales para alimentarse, nidos caídos, etc; así como de la observación directa de plantas, flores y frutos, y otros indicadores de distintas actividades animales como escodaduras, descortezamientos, revolcaderos, galerías, guaridas, lechos, refugios, etc.

### **Taller de Astronomía**

La pureza del aire y ausencia de contaminación lumínica hacen de la Sierra de San Pedro un enclave privilegiado para la observación astronómica. Aprovechando alguna de las salidas nocturnas, se dedicará cierto tiempo al **conocimiento y observación** (utilizando distintos útiles como el planisferio y aparatos ópticos de observación), de la **luna** (si es visible en la época en que se realice esta actividad), las **constelaciones y los planetas** más importantes, y sus desplazamientos, aparentes o no, por la bóveda celeste. La contemplación de los mismos irá acompañada de la narración de **leyendas y mitologías** de cada elemento observado.

Ya en las instalaciones del centro, se llevará a cabo la **elaboración de un planetario**, empleando cartón piedra y pintura fluorescente. Y luego, conectando con las áreas de Lengua y Literatura, cada alumno escribirá su propia leyenda, poesía o historia dedicada a la constelación, estrella o planeta elegida. Las composiciones serán leídas en una velada nocturna.

Otros grupos de participantes se encargarán de seleccionar músicas adecuadas para acompañar la observación de las estrellas. Y motivar el silencio y la paz.

Finalmente, en una sala adecuada y mantenida en la oscuridad, se montará nuestro pequeño planetario. Allí se escucharán las músicas seleccionadas y los participantes contarán sus historias.

### **Taller de perfumes, colorantes, velas y papel reciclado**

Durante las salidas al campo, así como en las actividades de jardinería, los participantes serán informados acerca de diferentes **plantas aromáticas, medicinales y tintóreas** presentes en la zona. Especialmente interesante para ellos será la obtención de

información directamente mediante conversaciones con los habitantes de la localidad, en especial con lo más mayores.

En el Centro, se enseñará a los participantes algunas técnicas para la **extracción de sustancias aromáticas y elaboración de perfumes**. Por otra parte, conocerán las plantas que producen pigmentos y su utilidad y aprenderán a obtenerlos.

Con los productos obtenidos en esta actividad, procederán a la elaboración de **saquitos de perfume en tela rústica**, y a la fabricación de bolsos y pulseras, que luego serán **teñidos de forma natural**. También se teñirán camisetas con diferentes técnicas.

Además se pretende que el alumnado fabrique **papel reciclado** que también puede ser tintado, decorado, aromatizado, con los mismos productos. Este papel, aunque su textura no sea demasiado lisa, puede ser utilizado en otras actividades que se necesite.

Como complemento, los participantes fabricarán **máscaras** de papel o escayola **velas con cera o parafina** y las colorearán y/o perfumarán con los productos obtenidos por ellos mismos.

### **Taller de cartografía y orientación**

Se enseñará a los participantes los conceptos básicos acerca de la **Orientación**, tanto en el **manejo de planos y mapas como en el empleo de la brújula**. No olvidaremos la orientación basada sencillamente en los **indicios naturales**.

La realización de pequeños croquis, mapas esquemáticos y sencillos mapas a escala, así como maquetas de la comarca, en corcho expandido o madera, utilizando “curvas de nivel maestras”.

Esta actividad se verá complementada con la realización de un **pequeño circuito de orientación**, empleando balizas y señales con mensajes y pruebas, de modo que se convierta en una actividad lúdica.

### **El juego de los residuos**

Planteamos esta actividad como un proceso completamente lúdico que lleve a la concienciación acerca de la enorme cantidad de **residuos que generamos** y su problemática, la necesidad de **reducir, reutilizar y reciclar** (“regla de las tres erres”) o de las ventajas de la utilización de las denominadas “**energías renovables**”.

Se trata de **un juego similar a “la oca”**, pero con pruebas activas repartidas y escondidas por el entorno. Después de tirar el dado, deberán buscar el número correspondiente y, al encontrarlo, un monitor les hará una serie de **preguntas** acerca del medio ambiente y de los problemas más graves que se plantean en la actualidad: **contaminación, deforestación, lluvia ácida, agujero de la capa de ozono**, etc. Los participantes deberán desarrollar las pruebas y superarlas, buscando, en la mayor parte de los casos, soluciones personales a los problemas planteados.

Algunas de las pruebas que se oferten estarán directamente relacionadas con el reciclaje, convirtiéndose en pequeños talleres interactivos. Así, no olvidaremos la **preparación de papel reciclado, la purificación de aguas, la fabricación de cajas anidaderas y comederos, o la elaboración de juguetes a partir de desechos y basuras**.

### Taller de jardinería

Aprovechando las instalaciones del Centro y la realización del taller de aromas y colores, los participantes atenderán un **pequeño huerto o jardín y huerto vertical**. Aprenderán **las técnicas básicas de cultivo** y de tratamiento de las plantas; así como de **preparación de abonos**. Se trabajará especialmente con plantas autóctonas: jara, durillo, madroño, lentisco, encina y alcornoque, etc.

La germinación de semillas “in vitro”, los cultivos hidropónicos y la fabricación de un pequeño invernadero con madera y plástico serán el colofón a esta actividad, que se alargará durante toda el período.

### El mundo de lo pequeño

En esta actividad, queremos llamar la atención a los participantes sobre todo aquello que no ven a simple vista, despertar sus sentidos para **apreciar lo más pequeño**. De esta forma pretendemos que aprecien lo “invisible”, no sólo de la vida, sino también de los demás, la importancia de lo menos llamativo.

Continuaremos con un **viaje a ras de suelo**: la exploración de una hormiga por el entorno ya conocido desde nuestra perspectiva. Habrán de recorrer y mirar con ojos nuevos los caminos habituales. También en esta etapa se les hará sentir **“el corazón de la Tierra”**, apretando el pecho fuerte contra el suelo hasta oír sus propios latidos.

La actividad finalizará con un **examen de los microorganismos**. Para ello se empleará la lupa y el microscopio y se harán siembras en placas con medio de cultivo a

partir del suelo, del agua, de las plantas y animales y del propio cuerpo. Percibirán de este modo la extraordinaria riqueza y diversidad de la vida.

Como colofón a las Jornadas sobre la Sierra de San Pedro, planteamos la **salida al campo, si posible durante dos jornadas completas, en régimen de acampada o estancia en aulas de naturaleza**. En el entorno contamos con las instalaciones de Los Cantos, en los Baldíos de Albuquerque, del Hotel Rural en La Codosera y, muy especialmente, del Complejo Recreativo Municipal, de próxima inauguración, en la Vega del Madroñal (San Vicente de Alcántara). Para ello, contaremos con la colaboración de las Instituciones Municipales.

## 4.- Medios materiales y humanos

Para la ejecución eficaz del proyecto consideramos necesarios los siguientes **medios materiales**:

- **Cámara digital de alta resolución** (3.3 Mpixels o superior), dotada de objetivos macro y zoom, y con posibilidad de acoplamiento a un microscopio óptico; así como de filmación de imágenes.
- **Material fotográfico convencional** de carácter fungible (carretes de fotografías y diapositivas) y revelados.
- **Microscopio óptico** de calidad media, con posibilidad de adaptación de una cámara fotográfica.
- **Material de laboratorio**, incluyendo equipos para el cultivo de microorganismos y determinación preliminar de los mismos.
- **Equipo de campo**, para realizar el trabajo en la naturaleza. Incluirá **material cartográfico** de la zona y **guías de naturaleza** con claves. Además, serán imprescindibles prismáticos y otros elementos para la observación.
- **Equipo de sonido**, incluyendo un micrófono ambiental y otro direccional, para realizar grabaciones en la naturaleza.
- **Equipo informático** para el tratamiento de los datos obtenidos en el trabajo de campo. Incluirá un ordenador, un escáner con posibilidad de procesamiento de diapositivas y los programas informáticos necesarios para el manejo de los datos (programas multimedia y de vertido a la red de internet).

En la medida de lo posible, los **recursos humanos** necesarios serán aportados por los propios miembros del equipo de trabajo, incluyendo de manera muy especial y participativa al alumnado correspondiente. Resulta de enorme interés para el éxito del proyecto educativo que los alumnos lleguen a sentirlo como propio.

## 5.- Temporalización

Estimamos que el **trabajo de campo y de laboratorio habrán de ser llevados a cabo durante todo un año natural**. Pretendemos abarcar las cuatro estaciones, porque en la Sierra de San Pedro, cada época manifiesta la biodiversidad existente de una manera distinta, y es realmente necesario en el proyecto mostrar esa impresionante riqueza temporal. Por tanto, será iniciado al comienzo del curso escolar, y desarrollado de manera progresiva durante todo el período docente. Durante todo el curso, y después de recibir información acerca del método científico y de metodología de laboratorio, los alumnos irán desarrollando sus proyectos de investigación, para ser presentados en la Reunión Científica de Enseñanzas Medias de Cáceres (febrero-marzo) y en la Reunión de Jóvenes Investigadores de Mollina (septiembre).

**La fase de tratamiento informático**, en nuestras previsiones, **comenzará uno o dos meses después del inicio del trabajo de campo, y se realizará de modo simultáneo con él a partir de entonces**. Necesariamente, esta fase abarcará también uno o dos meses más que la recopilación de datos. Prevemos contar con el CD interactivo y otros materiales multimedia hacia finales del curso académico.

En cuanto a la **fase divulgativa**, se **comenzará también a la par que la de investigación**. Si bien, en este primer momento irá enfocada a la información preliminar, a base de pósters, trípticos y carteles. Alrededor de los seis meses de proyecto, cuando los datos recopilados sean suficientes, se llevarán a cabo los programas de radio, televisión y prensa escrita. Consideramos que la realización de las Jornadas sobre la Sierra de San Pedro, edición de la Guía de Caminos y del CD interactivo estarían concluidos en fechas cercanas a la finalización del curso escolar.

## ANEXOS

PÁGINA 188 EN BLANCO

## ANEXO I: El medio natural: La Sierra de San Pedro

La formación montañosa que denominamos Sierra de San Pedro puede considerarse genuinamente extremeña. Precisamente, el corazón de Extremadura, como si de una enorme cicatriz rocosa se tratase, aparece partido entre las provincias de Cáceres y Badajoz por esta sierra, prolongación de los Montes de Toledo, en el Sistema Central, que avanza hacia Portugal transformándose en la Sierra de San Mamede.

No existe como tal la comarca de la Sierra de San Pedro, aunque sería muy interesante plantear su creación administrativa, puesto que los rasgos naturales y culturales podrían así definir a toda una zona de la geografía extremeña. En nuestro trabajo, vamos encuadrar en la Sierra de San Pedro las Comarcas de la Raya, la Campiña y los Baldíos. Quedan en este amplio marco las poblaciones de San Vicente de Alcántara, Salorino, Puebla de Obando, La Roca de la Sierra, Alburquerque, Villar del Rey, Valencia de Alcántara, Membrío, Herrerueta, Aliseda y, un tanto más alejada, la fronteriza localidad de La Codosera, cuyas características medioambientales la definen de modo particularmente interesante. En nuestro trabajo, hemos considerado centro de esta “comarca” de la Sierra de San Pedro a la localidad corchera de San Vicente de Alcántara. A pesar de que el devenir histórico han dejado a la más cacereña de las poblaciones pacenses y más pacense de las antiguas villas cacereñas con un reducido término municipal, son muchos los motivos que nos han llevado a hacerlo. En primer lugar la proximidad geográfica a la Sierra de San Pedro. Precisamente, hacia su cara NE se enfrenta la villa al coloso Torrico de San Pedro, con sus 702 m de altura, auténtico baluarte de la Sierra que lleva su nombre, y en el que se mantuvo activa hasta 1524 una fortaleza de la Orden de Alcántara. Los accesos por carretera y caminos son excelentes, y la flora y fauna mediterránea se encuentran aún en estado casi virgen. Por otra parte, San Vicente ofrece al visitante una privilegiada localización entre las dos capitales extremeñas, y, al mismo tiempo, la cercanía al vecino Portugal. Además, este pueblo ha hecho base de su economía el tratamiento del corcho respetando perfectamente las características naturales de la zona.

### RASGOS GEOLÓGICOS

La Sierra de San Pedro está constituida por unas alineación de pequeñas sierras de granito (Torrico de San Pedro, Morrón de la Cierva, Morrón de la Loba, Morrón del

Cotarro, Sierra del Colorado, Sierra del Naranjal, Sierra de la Carava,...) y de pizarra, de altura media 500 metros, formadas durante el paleozoico. En las partes más altas predominan las cuarcitas y en las faldas de la sierra, las pizarras y los depósitos cuaternarios. Junto a ellos, los frecuentes berrocales graníticos. Geomorfológicamente, la Sierra se conforma como un escalón anticlinal en la penillanura extremeña, mostrando un enorme desnivel hacia la vertiente norte y una suave ladera descendiendo hasta San Vicente de Alcántara. La explotación geológica, actualmente en sus inicios, encuentra las mejores representaciones en Pizarras de Villar del Rey y en las canteras de granito situadas en las proximidades de San Vicente de Alcántara.

La temperatura media es de 16°, pero las máximas absolutas superan los 36° en verano. La primavera, prácticamente reducida a unas semanas, estalla con toda su belleza en el matorral mediterráneo de jaras y brezos que cubre las formaciones rocosas y las dehesas adyacentes. El verano se extiende con rigores extremos durante un largo periodo del año, y la sequía parece natural en estas tierras. Durante el otoño las sierras se cubren de setas, musgos y aromas de hojas secas. El invierno, con temperaturas mínimas de -1°C no suele ser demasiado riguroso, y prácticamente hay ausencia de nevadas. Respecto a la pluviosidad, las precipitaciones son de 640 mm, con máximas en invierno. Las lluvias primaverales, las otoñales, y las tormentas de verano son frecuentes.

La Sierra de San Pedro posee una red fluvial muy intrincada, pero de escaso caudal. La gran mayoría de los arroyos (regatos) tienen estiaje. Los mayores, vierten sus aguas al Salor y al Sever, en la cuenca del Tajo. Por la vertiente meridional, las aguas vierten a la cuenca del Zapatón (Guadiana). Los depósitos hidráulicos más extensos son el Embalse de la Peña del Águila (Villar del Rey) y el Pantano de Alpotrel (Valencia-San Vicente de Alcántara). A escala mucho menor, pero de gran interés por la riqueza biológica que proporcionan, se encuentran multitud de pequeños arroyos, charcas de dehesas, pozas y fuentes, que abren canales de frescor en plena sierra mediterránea.

Los suelos son fundamentalmente ácidos, con base granítica o pizarrosa, escasa cantidad de materia orgánica, muy secos y de rápido drenaje. En determinadas zonas más intrincadas de la Sierra, la umbría y el acúmulo de hojas caídas, favorece el desarrollo de humus, y el crecimiento de alcornoques.

## **VEGETACIÓN DE LA SIERRA DE SAN PEDRO**

Desde el punto de vista ecológico, la Sierra de San Pedro fue declarada Zona Especial de Protección de Aves en 1989, y Zona de Especial Conservación en 1998. Sin

riesgo de exageración, puede afirmarse que la Sierra de San Pedro representa uno de los lugares donde la actividad humana ha alterado en menor grado el bosque mediterráneo original, y en ella la vegetación y la fauna aparecen en un sorprendente esplendor.

El tapiz vegetal de la Sierra es típicamente mediterráneo, presentando sin lugar a duda una vegetación mucho más preservada y virgen que otras zonas extremeñas. Tomando como centro a San Vicente de Alcántara, podríamos diferenciar dos zonas muy claras: hacia el NO, en dirección a Portugal, la penillanura, con pastizales de suelo ácido. Hacia el NE, en dirección a Cáceres, y en el entorno de Albuquerque, Villar del Rey, Puebla de Obando y La Roca de la Sierra, está en corazón mismo de la Sierra de San Pedro. Por otra parte, el ecosistema de dehesas, especialmente ricas en alcornoques, se extiende en dirección a Badajoz. Finalmente, y de modo sorprendente, el explorador curioso, descubrirá multitud de microecosistemas insospechados: humedales, laderas atlánticas, castañares (*Castanea sativa*), robledales (melojo: *Quercus robur*), etc.

Las llanuras que bordean la Sierra son ricas en encinar y matorral mediterráneo. La encina (*Quercus ilex* y *Quercus rotundifolia*) en sus diferente variedades es la reina de las dehesas. Junto a ella, el majuelo (*Crataegus monogina*), la coscoja (*Quercus coccifera*), las jaras (*Cistus ladanifer*), la lavandula (*Lavandula stoechas*), el romero (*Rosmarinus officinalis*) y las escobas blancas y amarillas (*Cytisus multiflorus* y *Cytisus scoparius*) jalonan los prados. Un extenso pastizal de breve duración cubre el estrato herbáceo en el que predominan las especies de los géneros *Trifolium*, *Medicago*, etc. Las esparragueras (*Asparagus acutifolius*), las gamonas (*Asphodelus albus*), la sanguinaria (*Paronichia argentea*), gordolobo (*Verbascum pulverulentum*) y una gran variedad de flores (alelías (*Oxalis pes-caprae*), dedaleras (*Digitalis*) geranios silvestres (*Geranium* y *Erodium*), Convolvulus, rosales silvestres (*Rosa canina*), Borrigo (*Borrago officinalis*), amapolas (*Papaver rhoeas*),...) aparecen en primavera. Mención especial requieren las compuestas, con enorme diversidad de cardos de espectacular colorido (cardo mariano, *Silybum marianum*). Las gramíneas (trigo (*Triticum*), avena loca (*Avena sterilis*), cepillitos (*Lamarckia aurea*), *Lolium*, *Hordeum vulgare*,...) proporcionan alimento a numerosos herbívoros. En las zonas más desérticas, azotadas por el viento, los retamares son prácticamente la única vegetación de cierta altura.

En los márgenes de riberas y de charcas pueden descubrirse zarzamoras, adelfas (*Nerium oleander*), juncos (*Scirpus holoschoemus*), poleos (*Menta pulegium*), lirios (*Iris xyphium*), patita de burro (*Gynandris sisyriuchium*), narcisos (*Narcissus bulbocodium*) y helechos de diferente tipo, entre ellos el “mágico” helecho (*Pteridium aquilinum*) y el “medicinal” culantrillo de pozo (*Adiantum capillus-veneris*), y, entre los

árboles, chopos (*Populus alba*), almeces y alisos. En las zonas más húmedas, pozos y fuentes, aparecen gran variedad de musgos y hepáticas. Sobre las aguas, se encuentran algas y plantas acuáticas (ranúnculos (*Ranunculus*), lentejas de agua...).

La zona de umbría el alcornoque (*Quercus suber*) es el árbol más representativo. Junto a él, el madroño (*Arbutus unedo*), el brezo (*Erica sp*), el torvisco (*Daphne gnidium*), el lentisco (*Pistacia lentiscus*), la peonía (*Paeonia broteroi*) el rusco (*Ruscus aculeatus*)...

Al lado de la vegetación natural del bosque mediterráneo, los eucaliptos (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis* y *E. amigdalinus*) y los pinos piñoneros (*Pinus pinaster*) cubren pequeñas áreas.

La vegetación que se encuentra al borde de los caminos exhibe gran variedad de especies: alelías (*Oxalis pes-caprae*), piayos (*Rumex acetosa*), manzanilla silvestre (*Anthemis arvensis*), cachiporritas (*Microlonchus salmanticus*), amapolas (*Papaver rhoeas*), ortigas (*Urtica*), vinca (*Vinca pervinca*), pegajatos (*Galium aparine*), viboreras (***Echium plantagineum***), borraja (*Borrago officinalis*), fumarias (*Fumaria officinalis*) y multitud de gramíneas.

Las plantas medicinales o con utilidad gastronómica aparecen en todos los ecosistemas. La cultura popular y las tradiciones ancestrales han proporcionado un uso para prácticamente todas las plantas de entorno: orégano (*Origanum vulgare*), ortiga (*Urtica dioica*), poleo (*Menta pulegium*), raíz de la doncella (*Centaurea solstitialis*), cardo (*Carduus sp.*), lentisco, beleño (*Hyosciamus albus*), sanguinaria (*Paronichia argentea*), hinojo (*Foeniculum vulgare*), nueza (*Brionia dioica*), mantito (*Crataegus monogyna*), manzanilla (*Matricaria camomilla*), marrubio (*Marrubium vulgare*), viborera (*Echium plantagineum*) y hasta encina o alcornoque.

Mención aparte requieren los hongos de nuestros campos. Tanto en las zonas adeshadas como en lo más intrincado de la espesura del bosque mediterráneo, aparecen multitud de setas, en íntima relación con el estrato vegetal. Desde el punto de vista ecológico, su función como descomponedores de materia orgánica permite el reciclado del propio ecosistema. Por otra parte, su implicación simbiótica como micorrizas permite el adecuado desarrollo de árboles, arbustos y herbáceas en suelos tan secos durante gran parte del año como son los de la Sierra de San Pedro. Además, no puede ser olvidada su participación, también en simbiosis, junto a las algas, en la formación de líquenes (*Umbilicaria*, *Parmelia*,...), auténticos colonizadores del estrato rocoso y primeros creadores de suelo. Finalmente, y como un atractivo más de nuestros bosques,

se encuentra la utilidad gastronómica de las setas, actualmente en auge, pero que exige un preciso conocimiento de aquellos hongos comestibles y de los tóxicos o mortales. Algunas magníficas especies que aparecen en nuestro entorno son *Amanita caesarea*, *Tricholoma equestre*, *Boletus edulis*, *Lepiota procera*, *Agaricus campestris*, ... Y entre las no comestibles, pero llenas de vistosidad, *Amanita muscaria*, *Amanita phalloides*, *Amanita pantherina*, *Boletus satanas*,...

## FAUNA DE LA SIERRA DE SAN PEDRO

En el seno del bosque mediterráneo y en nuestras dehesas y pastizales hay una enorme variedad faunística, con animales representativos de especies en vías de extinción. Un simple paseo por los caminos de los alrededores revelará la huidiza presencia de muchos reptiles: lagartija ibérica, víbora, culebras de herradura, bastarda, de escalera, lagarto ocelado... Bajo las piedras, entre los arbustos, rondando las cabezas no dejaran de llamarnos la atención multitud de insectos diferentes, imposibles de mencionar de forma detallada: curatos, libélulas y caballitos del diablo, mariposas diurnas y nocturnas, abejas, avispas, abejorros, grillos, saltamontes... Los arácnidos y miriápodos también están representados: alacranes, argiopes, escolopendras, tarántulas...

Pero quizás las más llamativas especies del bosque mediterráneo de la Sierra de San Pedro sean las aves. Junto a las emblemáticas águila imperial, águila real, buitres negro y leonado o alimoche se encuentran especies mucho más frecuentes y no por ello de menor belleza o interés: milano, cernícalo, búho real, lechuza, mochuelo, las abundantes urracas, cigüeña blanca, poipa, cutuvía, alcaudón, cuco, avefría, tarabilla...

Las zonas de llanura están pobladas por perdices, codornices, tórtolas y palomas, alondras, trigueros y, en determinadas zonas de dehesa próxima a embalses, las grullas.

El listado de mamíferos es también muy extenso. Quizás las joyas de la Sierra de San Pedro sean los “invisibles” lobos, probablemente la última población salvaje extremeña, y lince. Tejones, zorras, jabalíes y rayones, meloncillos, turones y comadreja, ginetas, conejos y liebres, multitud de ratones campestres, topillos y topos, lirón careto, murciélagos, musaraña... pueblan el bosque, dejando como señales de su presencia las huellas en los bebederos y los excrementos y guaridas.

Uno de las grandes potenciales de la zona es la caza mayor, con frecuentes monterías en las que se han cobrado trofeos excepcionales. Venados, jabalíes, el introducido muflón,... Para el naturalista aficionado recomendamos la visita al campo en la época

de apareamiento del ciervo, la berrea (septiembre-octubre). Más avanzado el otoño será frecuente encontrarnos con las hembras y los cervatillos al borde de las carreteras mientras los machos se encuentran en la espesura.

En charcas y humedales son frecuentes los cangrejos de río, los anfibios (rana común, ranita de San Antonio, sapos, tritones, marrajos,...), reptiles (galápagos, culebra de agua), aves (anátidas, garzas y garcillas, abejaruco, martín pescador...) y mamíferos, entre ellos la preciada nutria. Bajo las aguas, tencas, truchas, carpas, barbos, los foráneos black-bass, lucio y percasol, el pequeño jaramugo, etc.

## LOS POBLADORES DE LA SIERRA DE SAN PEDRO

Son muchas las evidencias de antiguos pobladores en el entorno de la Sierra de San Pedro. Quizás las más antiguas están asociadas a **las pinturas rupestres** localizadas en abrigos rocosos a lo largo de toda la sierra. Aún no estudiadas en detalle, algunas de las representaciones más conocidas son las de Alburquerque (Cruz de San Blas), las de Azagala, en las proximidades del castillo, y las de las vecinas poblaciones portuguesas (Esperança); pero con seguridad, una exploración detallada probaría su presencia en toda la sierra.

También son muy frecuentes las **manifestaciones megalíticas** en este entorno: **dólmenes** (en concreto, en el Torrico de San Pedro o en el Alcornocón, por citar algunos muy próximos a la sierra). Hay quien sugiere la existencia de menhires e incluso cromlechs en Mayorga, Piedrabuena o Covacha.

La **época romana** mantuvo a la zona dentro de la provincia lusitana, y los hallazgos arqueológicos son muy numerosos, tanto de **villas agrícolas como nobles**, encontradas en la Torre de Albarragena o en la Terrona (San Vicente de Alcántara), así como las múltiples aras y exvotos encontrados en las localidades del entorno.

Pero quizás la huella histórica más llamativa sea la **medieval**, con la presencia de numerosos castillos y fortalezas: Alburquerque, Azagala, Mayorga, Piedrabuena, Torrico de San Pedro, la Tora,..., en su mayoría de la Orden de Alcántara. Dejando a un lado la fortaleza del Torrico, ya comentada, y actualmente en ruinas, nos centraremos ahora en las fortificaciones de Mayorga y de Piedrabuena, dehesas incorporadas al término de San Vicente de Alcántara en 1820, durante la regencia de María Cristina.

El **castillo de Mayorga** se encuentra en la actualidad en ruinas. Está situado en uno de los picos de mayor altura, entre la Sierra de la Carava y la del Castaño. Se trata de

una construcción mayoritariamente de mampostería, con la presencia de torre del homenaje y del aljibe, hoy día destruidas. Probablemente fue edificado por Diego de Castañeda y otros canteros alrededor de 1264.

El **castillo de Piedrabuena** es conocido desde 1257. Se trata de un palacete, habitado entre otros ilustres por D. Francisco Enríquez de Almansa, marqués de Valderrábano. Aún en la actualidad se encuentra habitable, en muy buen estado de conservación. La presencia de Comendadores y Grandes Maestros de la Orden de Alcántara fue una constante, destacando entre los primeros D. Manuel de la Cerda y entre los segundos D. Diego de Ybarra. La importancia de este castillo, situado en una dehesa a los pies de la Sierra de San Pedro, queda puesta de manifiesto por las visitas reales que recibió, muy especialmente la de Felipe II (recordada en la Torre Real por la presencia de unas cadenas sobre la puerta). El castillo de Piedrabuena perteneció hasta principios del siglo XX a la familia Monsalve, y actualmente está todavía en manos privadas.

En cuanto a las **edificaciones religiosas**, eran frecuentes las ermitas y pequeños monasterios dispersos en la Sierra. La gran mayoría han desaparecido (Ermita de la Magdalena, en San Vicente de Alcántara) o se encuentran en estado ruinoso, aunque mantienen la belleza pasada (Ermita de Valbón, Valencia de Alcántara). Entre las que todavía pueden admirarse está la Ermita de Nuestra Señora del Valle y de la Vega de Mayorga, adosada al cortijo. Es una obra construida en dos etapas, siendo la parte más antigua del siglo VII. La observación detallada pone de manifiesto incluso la presencia de restos romanos utilizados como canterías, lo cual hace sospechar la existencia de algún templo remoto en aquel solar. En el interior se encuentra un retablo de madera (1760), con la Virgen de la Vega, que en las últimas dataciones parece ser del siglo IX. Se trata de una imagen vestida, con pelo natural y que, según la leyenda fue encontrada parcialmente quemada enterrada bajo una encina que da bellotas en forma de Virgen. El retablo se halla rematado por las iniciales JPS (D. Juan Pascual de Sama, prebendado de la catedral de Badajoz), uno de los propietarios del cortijo. Actualmente pertenece a la familia Calderón.

Mucho menos interesante desde el punto de vista artístico es la **Ermita de la Virgen de la Cabeza**, pero no por ello menos hermosa. Según inscripción en el dintel de madera de la portada, data del siglo XVI. Es una reducida construcción, probablemente habitada en su día por un ermitaño o eremita. A su lado se encuentra una fuente de agua muy fresca. En su interior se venera a la Virgen de la Cabeza, una imagen antigua, vestida; y una pequeña imagen del Niño Jesús, así como numerosos exvotos. La festividad se realiza el lunes de Pascua, con romería y procesión alrededor de la ermita.

Dejando a un lado la nobleza, la sierra y las dehesas, albergaron a una nutrida población de agricultores, pastores y obreros, que habitaban en los típicos chozos de la zona. El aprovechamiento racional de la sierra y de la dehesa era la norma (pastoreo de cabras, montanera de cerdos, elaboración de picón, saca y aprovechamiento del corcho, etc.). Ello ha permitido el mantenimiento hasta nuestros días de espacios naturales extraordinariamente bien conservados, casi vírgenes, que aún guardan toda la riqueza del bosque mediterráneo.

## AGRICULTURA Y GANADERÍA

El sector primario constituyó necesariamente las bases económicas de los primeros habitantes de la Sierra de San Pedro. Por una parte, el aprovechamiento de los productos del bosque mediterráneo (setas, bayas, bellotas...), a modo de recolectores, y la abundante caza (conejos, liebres, perdices,...) serían parte de las actividades de subsistencia. Este aprovechamiento racional y respetuoso del monte se ha conservado hasta nuestros días y, en gran medida, ha permitido el mantenimiento del ecosistema: la recogida de leña y fabricación de carbón y cisco, la eliminación de jarales, la extracción del corcho, la montanera de cerdos, o, sencillamente, la disposición adhesionada de encinas y alcornoques son claro ejemplo de las actividades a las que nos referimos.

Con el crecimiento de la población y aparición de los primeros núcleos urbanos, el **aprovechamiento agrícola** debió llevar al desmonte, la eliminación de la vegetación autóctona en los alrededores de los pueblos para sustituirla por otro tipo de cultivos, citados en extensión: pastos, olivar, avena, cebada, trigo y centeno. Más cerca de las casas, o en el interior de los pueblos, se mantuvieron huertas de regadío, dedicadas a hortalizas y frutales y, en general, atendidas por el propietario o por “medieros”, que suelen ser personas ya jubiladas o que atienden la tierra en su tiempo libre. En cualquier caso, hay que decir que nuestras tierras son secas y poco fértiles, más apropiadas para su empleo como pastizales.

Si nos remontamos en el tiempo, siglo XVII, aparecen ya las denominaciones de “tapadas” (terreno cercado para siembra de cereales), “toriles” (terreno cercado con alcornoques y canchales), “marradas” (terreno cercado para animales, con arboleda) y “ejidos” (lugar en las afueras del pueblo dedicado al ganado menor). Las primeras ordenanzas municipales (1678) acerca de lo que debía pagarse a la Orden de Alcántara por lo sembrado y recolectado, bien en moneda (“diezmos”) o en cosecha (“primicias”) éstos hacían referencia a trigo, cebada y centeno, primicias del vino, altramuces, nueces, castañas, ajos, cebollas, aceitunas, aceite, peras, camuesas, guindas, etc. Incluso, como anécdota, se refiere el pago de Diezmos Menudos de pollos.

Respecto a las tierras, solía haber comunidad de pastos. En las huertas, el agua era sacada con grullas, y manejada en acequias. El arado era normalmente con bueyes, y en menor medida con asnos y mulos. La trilla se realizaba con caballerías y reses vacunas. Después de los cereales, los viñedos ocupaban, a diferencia de la situación actual, notables extensiones, como prueba la tradición de hacer vino en las localidades adyacentes, y los restos de tinajas y bodegas.

Los montes no solían ser quemados, y hay documentos que reseñan castigos para los que “dejaban escapar el fuego”.

Las plagas más frecuentes eran de insectos y afectaban a árboles frutales, viñas y olivos. La langosta era temida, y en sucesivas ocasiones (1636, 1902, 1918) se mencionan terribles plagas de este insecto. También fueron problemas el pulgón, el oidium, la lagarta, orugas, piojillos, etc. En la actualidad, es preocupante la “seca” de la encina y del alcornoque.

Un tratamiento aparte merece La Dehesa Boyal del Prado, así como las encomiendas de Mayorga, Piedrabuena y Azagala (Alburquerque). La primera (700 fanegas), como ya hemos comentado, pasó a pertenecer a la entonces aldea de San Vicente por un Privilegio en 1429, concedido por don Juan de Sotomayor, Gran Maestre de Alcántara. Con el paso del tiempo, sería arrendada (1588, durante el reinado de Felipe II) y dividida entre los vecinos, incluso adjudicados algunos trozos como premios patrióticos a excombatientes de la Guerra de la Independencia. En 1835, finalmente, se procede al reparto de la dehesa del Prado en 700 suertes. Cada fanega se cargó con cuatro cuartos, que se dedicarían a la construcción de una escuela pública. Las cerca de 1400 encinas que había en el siglo XIX continuaban en poder del ayuntamiento, hasta su venta a los particulares en 1859.

Otras dehesas y baldíos importantes en la zona fueron las del Soberal, Acotadillas, Valdigüelo, Herrumbrosa, Campito, La Torre, Albarragena, Sierra del Lugar (cerca del Torrico de San Pedro, que incluía lugares ya citados, como Puerto Gelices o Morrón del Cotarro), Corral del Ejido y Casas de Diego.

En cuanto a la **ganadería**, efectivamente, tuvo más importancia en la zona. No en vano es popular, aunque no hay referencias escritas, la antigua denominación de San Vicente como “de los Vaqueros”. Muy probablemente, los pastizales fueron la base de la ganadería. En la parte de dehesas y latifundios, la ganadería es extensiva, vacuna, ovina, caballar (caballos, mulas y asnos), de cerda y caprina. Las razas bovinas autóctonas son la avileña y la retinta. En fincas pequeñas, también aparecen diferentes

tipos de aves de corral, criadas normalmente en el campo, así como conejos. Los cerdos, suelen ser de pata negra, alimentados a base de bellotas.

En tiempos pasados, la ganadería fue de enorme interés en las localidades de la zona, como prueba la celebración, por ejemplo, de ferias de ganado en el ejido (rodeo) de las Charcas en San Vicente, o la dedicación de las ferias de San Miguel a esta actividad. O la Carta de Confirmación del Privilegio de la dehesa del Prado (1493) en la que se mencionan las penas que se debían pagar por pastoreo, así como al daño que hacían al arbolado durante el pastoreo. Las especies citadas son ovejas y cabras, vacas, puercos y caballos y mulas.

Tampoco es raro en nuestros campos la presencia de colmenas. Hasta muy recientemente, estaban hechas de corcho, pero en la actualidad son movilizadas. La lavándula (cantueso o tomillo), el romero y la misma encina proporcionan miel de extraordinaria calidad.

Alrededor del aprovechamiento ganadero surgieron numerosos oficios locales: guarnicionería, capadores y matarifes, queserías, herradores, esquiladores, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARNOLD, E.N. y BURTON, J.A. (1982). “Guía de campo de los reptiles y anfibios de España y Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.
- BARY, P y DAHLSTRÖM, P. (1983). “Huellas y señales de los animales de España y Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.
- DIÉGUEZ LUENGO, E. (1990). “Curiosidades de la historia de Extremadura”. CISAN. Alburquerque (Badajoz).
- DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE EXTREMADURA. Varios autores. (2000). “Espacios naturales protegidos de Extremadura”. Ed. Corporación de Medios de Extremadura S.A. Diario HOY.
- DURÁN, F. Y GIL, J.R. (1992). “Guía de las flores de Extremadura: dicotiledóneas”. Ed. Fondo Natural. Ávila.
- DURÁN, F. Y GIL, J.R. (1992). “Guía de las flores de Extremadura: monocotiledóneas”. Ed. Fondo Natural. Ávila.
- DURÁN, F. Y RODRÍGUEZ, J.L. (1995). “Guía de los árboles y arbustos de Extremadura”. Ed. Fondo Natural. Ávila.

- GIL, JR y DIE, P. (1987). “Guía de las setas de Extremadura. Vol I”. Ed. Fondo Natural. Madrid.
- GIL, JR y DIE, P. (1989). “Guía de las setas de Extremadura. Vol II”. Ed. Fondo Natural. Madrid.
- HURTADO, P. (1902. 2ª ed. 1989). “Supersticiones extremeñas”. A. Artero Hurtado Ed. Huelva.
- IPROCOR. (1997). “C.E. LIEGE.- Código internacional de prácticas taponeras”.
- JONES, D. (1985). “Guía de campo de los arácnidos de España y Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.
- JUNTA DE EXTREMADURA. Consejería de Medio Ambiente, Urbanismo y Turismo. (1998). “Normas subsidiarias de planeamiento del Municipio de San Vicente de Alcántara. (Badajoz)”.
- JUNTA DE EXTREMADURA, IPROCOR y FUNDECYT. (1998) “Manual didáctico del taponero”. Proyecto Leosuber. Mérida.
- JUNTA DE EXTREMADURA, IPROCOR y FUNDECYT. (1999) “Manual didáctico del sacador de corcho”. Proyecto Leosuber. Mérida.
- ASOCIACIÓN CULTURAL VICENTE ROLLANO. “La Sede”. San Vicente de Alcántara.
- LÓPEZ LILLO, A. Y SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, J.M. (1999). “Árboles en España. Manual de identificación”. Ediciones Mundi Prensa.
- MORILLO, C; DEL JUNCO, O y MAYOL, I. (1976). “Guía de las rapaces ibéricas”. Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- PÉREZ MARQUÉS, F. (1995). “Postales de andar extremeño”. Caja de Badajoz, ed. Badajoz.
- PÉREZ MARQUÉS, F y PÉREZ GONZÁLEZ, MC. (1996). “El alcornoque y el corcho”. Asociación Cultural Vicente Rollano. Ed.
- PETERSON, MOUNTFORT y HOLLLOM. (1987). “Guía de campo de las aves de España y Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.

- PIZARRO CALLES, ALONSO. (1988). “Plantas medicinales de Extremadura”. 2ª ed. Artes gráficas BOYSU. Mérida.
- POLUNIN, O. (1982). “Guía de campo de las flores de Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.
- RIVERA NÚÑEZ, D. Y OBÓN DE CASTRO, C. (1991). “La guía INCAFO de las plantas útiles y venenosas de la Península Ibérica y Baleares (excluidas medicinales). INCAFO. Madrid.
- RODRÍGUEZ, JL y ALARCO, F. (1989). “Guía de las rapaces de Extremadura”. Ed. Fondo Natural. Madrid.
- RODRÍGUEZ DE LA FUENTE, F. (1978). “Cuadernos de campo”. Ed. Marín. Madrid.
- ROLLANO HERNÁNDEZ, P. (1992). “El Quercus suber”. Proyecto fin de carrera. Escuela Universitaria de ITA Santa Ana. Almendralejo (Badajoz).
- SALGADO SÁNCHEZ, E. (2000). “Vivencias corcheras desde San Vicente de Alcántara”. Emilio Salgado Sánchez ed. Badajoz.
- SCHAUER T.H. y CASPARI, C. (1980). “Guía de las flores de Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.
- SERRAN, S y CICUÉNDEZ, JJ. (1986) “Guía de las huellas, marcas y señales de los animales ibéricos”. Ed. Penthálón. Madrid.
- SOSA CASTAÑO, R. (1979). “Geografía de Extremadura”. Ed. Santillana. Madrid.
- VARIOS AUTORES. (1993). “Extremadura. El último paraíso”. Coleccionable de HOY, diario de Extremadura. Ed. CMSA-Diario HOY.
- VARIOS AUTORES. (1997). “San Vicente de Alcántara. I Centenario Casino de Artesanos”. Círculo Recreativo Sanvicenteño eds.
- VIEIRA NATIVIDADE, J. (1991). “Subericultura”. Secretaria General Técnica MAPA. Madrid.
- WILKINSON, J y TWEEDIE, M. (1981). “Pequeño manual de las mariposas diurnas y nocturnas de Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.

## ANEXO II: Itinerario por el Torrico de San Pedro

### INFORMACIÓN GENERAL

El Torrico de San Pedro, con sus 702 m de altitud, es la máxima cota de la Sierra de San Pedro. El privilegiado estado de conservación de la flora y la fauna de esta formación montañosa la definen como un auténtico santuario del bosque mediterráneo en la península.

La Sierra de San Pedro es una formación montañosa que divide Extremadura, entre las dos provincias, perteneciendo a los términos de Villar del Rey, Alburquerque, San Vicente de Alcántara, en Badajoz, y Valencia de Alcántara, Salorino, Herrerueta, Santiago de Alcántara y Aliseda, en Cáceres. Las rocas principales son granitos, acompañados de cuarcitas del Ordovícico y pizarras del Silúrico. La orografía se constituye a modo de un gran escalón, con el mayor desnivel hacia la provincia de Cáceres. Se trata de pequeñas sierras alineadas, presentando la cota más alta (702 m) en el Torrico de San Pedro y la mínima en la presa de la Peña del Águila (235 m).

La vegetación de la zona es la típica del bosque y matorral mediterráneos, con abundantes alcornoques de extraordinaria calidad corchera, encinas, jaras, jaguarzos, madroños, brezos, etc. En cuanto a la fauna, sin problemas podrán observarse buitres leonados y negros, que constituyen una notable colonia de anidamiento en el pico. También son frecuentes las cigüeñas, incluidas la negra, y numerosas aves de pequeño tamaño (la Sierra de San Pedro es ZEPA desde 1989). Entre los mamíferos, es posible observar sin dificultades venados y jabalís, así como zorros, liebres y conejos. En las referencias se comenta la presencia de las últimas poblaciones de lobos y de lince. Recomendamos la observación huellas en las frecuentes charcas y bebederos y el registro sonoro al atardecer. Hacia finales del verano, la berrea de los venados es un espectáculo francamente impresionante.

En lo alto del Torrico, resulta magnífica la vista de las localidades circundantes y la perspectiva de la Sierra (Morrón de la Loba, de la Cierva, del Cotarro, etc). Allí podrán ser observados los restos de una antigua fortaleza de la Orden de Alcántara, al lado de una caseta de madera de vigía y de un vértice geodésico, y muy cerca, también un dolmen.

## ACCESOS

Para acceder al Torrico de San Pedro, recomendamos la ruta que se inicia en una desviación de la carretera comarcal (EX-324) desde San Vicente de Alcántara a Salorino. Si se llega en autobús es posible estacionarlo en la entrada del camino, al menos para la bajada de los excursionistas.

Las personas con discapacidades físicas no pueden realizar la subida. El acceso en vehículo todo-terreno sería posible hasta el cortijo situado en las proximidades de la vía férrea.

Dada la proximidad del Torrico a San Vicente de Alcántara, y aunque hay otros muchos accesos a la Sierra, recomendamos en este trabajo la entrada por la carretera EX-324, desde San Vicente de Alcántara. En el Km 12 sale un camino (indicado como Torrico de San Pedro-Sierra Lugar) que llega hasta vía férrea (unos 6 Km), en dirección a la Casa de Tronero. Hay caminos particulares que permiten alcanzar la cima, pero lo más cómodo es caminar al lado de la vía durante unos 3 Km y tomar luego un camino que nos llevará directamente al Torrico, por la solana de la sierra. La visita debe ser guiada por el profesorado, aunque probablemente pueda encontrarse algún guía de la localidad vecina buen conocedor del terreno.

## DIRECCIONES DE INTERÉS

Ayuntamiento de San Vicente de Alcántara.

Parque de España, 1. - San Vicente de Alcántara. 06500. Badajoz.

Tel. 924-410050 - Fax: 924-410078

También se puede contactar con la Dirección de Zonas de Conservación de Aves: 927-200170

## DESARROLLO DE LA VISITA

Para preparar la visita es oportuno contactar telefónicamente con la Junta de Extremadura (dirección de la Zona de Conservación) para evitar posibles problemas o alteraciones de la polluelos crianza de en épocas no recomendables.

Se puede visitar en cualquier época del año. No obstante, la mejor época de visita es la primavera, cuando el bosque se muestra en todo su esplendor. Durante la época de caza la visita no es recomendable, al igual que durante la época de nidada de las aves

(consultar previamente). Con prismáticos, pueden observarse buitres y otras aves sobrevolando el Torrico.

Es conveniente que la visita se realice por la mañana, y que se extienda hasta el atardecer. Si se desea realizar de forma más corta, considerar al menos unas seis horas para hacerla de forma tranquila y con un grupo interesado.

Antes de realizar la visita, debe hacerse una preparación de la misma, recordando especialmente la fauna y vegetación del ecosistema mediterráneo, así como la geología de la zona. También puede resultar interesante llamar la atención acerca del aprovechamiento racional de las riquezas naturales, particularmente referente a carboneras y corcho.

Durante la visita resulta interesante que los alumnos lleven cuadernos de notas, guías de naturaleza, prismáticos y cámaras de fotografía. Es conveniente los grupos que se organicen no sean demasiado numerosos, porque así la atención es más efectiva.

Resulta muy interesante la realización de un reportaje fotográfico o en video por parte de los alumnos, de manera que aprendan a observar la naturaleza de manera no destructiva.

En la carretera de San Vicente a Salorino, es interesante la parada en el Puerto de Élice, un magnífico mirador natural de la Sierra, desde donde se domina la penillanura cacereña.

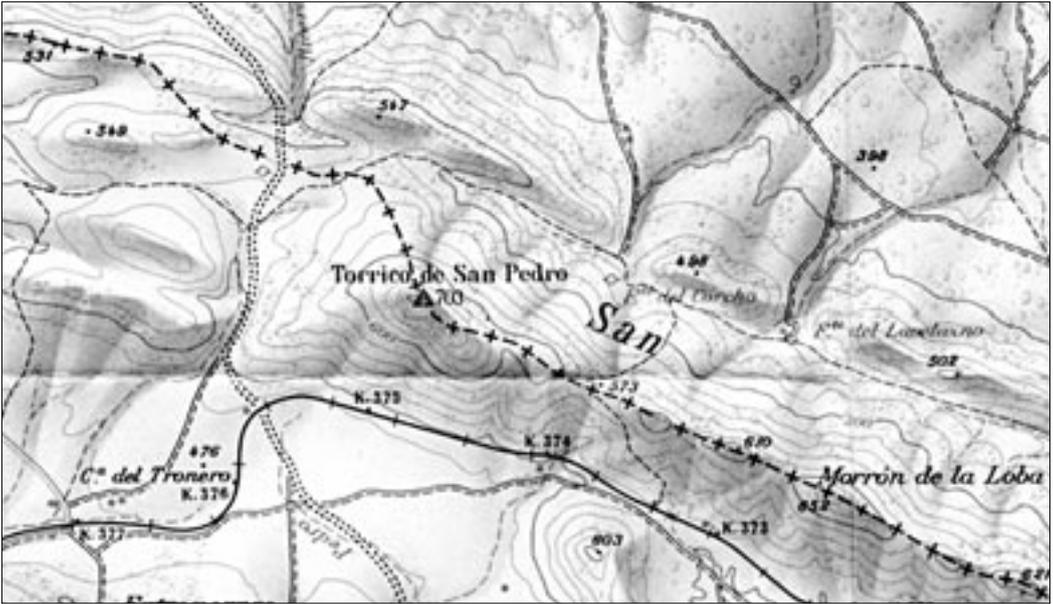
En San Vicente de Alcántara, además de la Iglesia Parroquial, Ermita de Santa Ana y algunos dólmenes de los alrededores, no puede dejar de visitarse, como complemento a la excursión, una de las muchas fábricas de corcho. En la “capital del corcho” los alumnos comprenderán el aprovechamiento racional y respetuoso del bosque mediterráneo.

También en el término de San Vicente, son visitas obligadas el castillo de Piedrabuena, todavía residencia en uso, y la dehesa de Mayorga, con los restos de una antigua fortaleza.

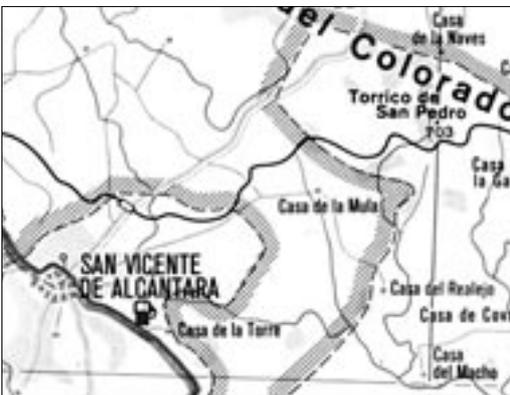
Si se dispone de tiempo, en la vecina Alburquerque, merece ser destacada la visita al barrio medieval y al bien conservado castillo.

Para una visita más provechosa, puede contactarse con los miembros de ADENEX en San Vicente de Alcántara, buenos conocedores de la zona. El Ayuntamiento de San

Vicente, en colaboración con otros municipios de la comarca y ADESCOVA han editado un pequeño pero cuidado folleto acerca de la Sierra de San Pedro. También se cuenta con los trabajos del IES “Joaquín Sama” de San Vicente y con la publicación Espacios Naturales Protegidos de Extremadura (Periódico HOY-Dirección General de Medio Ambiente).



Mapa topográfico del Torrico de San Pedro



Accesos al Torrico de San Pedro



Saca de corcho en la Sierra de San Pedro



Vista del Torrico de San Pedro y de las dehesas en su falda



Restos de una antigua fortificación



Jara pringosa (*Cistus ladanifer*)



Jabalí (*Sus scrofa*) en bebedero



Venados (*Cervus elaphus*)

## ANEXO III: Efecto de plantas medicinales sobre la división celular

La tradición popular ha seleccionado determinadas plantas que se emplean desde antiguo como remedios caseros para ciertas enfermedades. Más recientemente, la bioquímica y la farmacología han aislado los principios activos de muchas de estas plantas y han sido preparados en medicamentos. En nuestro trabajo hemos estudiado cuatro plantas medicinales frecuentes en la vegetación mediterránea, y especialmente abundantes en la zona de la Sierra de San Pedro: la raíz de la doncella (*Centaurea solstitialis*), el mantito (*Crataegus monogina*), la hierba de San Juan (*Hypericum perforatum*) y la ortiga (*Urtica dioica*). Hemos obtenido extractos de las mismas y se ha comprobado su efecto sobre la división celular, ensayando sobre bacterias, levaduras y crecimiento de raíces de cebolla.

### INTRODUCCIÓN

Las más antiguas civilizaciones conocidas, crearon, desarrollaron y transmitieron la costumbre de recurrir a las virtudes curativas de determinadas plantas. Así, basándose muchas veces en la intuición y otras en la experiencia, se seleccionaron diferentes plantas para cada enfermedad, transmitiéndose de generación en generación y llegando a constituir una auténtica botica familiar. Más tarde, los avances químicos y farmacéuticos permitieron la purificación, primero, y la síntesis en el laboratorio, más tarde, de muchos de los principios activos presentes en las plantas medicinales, y el uso directo de las mismas fue cayendo en el olvido.

Hoy, a pesar del desarrollo espectacular de la quimioterapia, la fitoterapia es todavía muy utilizada y experimenta incluso un cierto favor renovado tras el conocimiento de las consecuencias, a veces nefastas, del abuso de las drogas químicas. Por otra parte, los estudios científicos etnobotánicos en selvas amazónicas y fondos marinos han evidenciado la presencia de nuevos principios activos en vegetales desconocidos en nuestra civilización y potencialmente útiles en el tratamiento de enfermedades hasta el momento incurables como el cáncer.

La **etnobotánica** tiene su origen en la cultura popular y de las aplicaciones que cada pueblo ha hecho de las plantas de su entorno, con fines curativos o culturales. En la actualidad, y una vez superado el impacto de la farmacología, los científicos han

dirigido su punto de mira al estudio de esos recursos sanatorios de pueblos antiguos. La idea es combinar los avances tecnológicos con la sabiduría ancestral y, desde la valoración y orientación de la misma, encontrar nuevos principios activos útiles en el tratamiento de enfermedades como el cáncer o el alzheimer. Y precisamente en esta orientación es donde encuadramos nuestro trabajo. La situación del IES “Joaquín Sama” en San Vicente de Alcántara, al lado de la Sierra de San Pedro y en pleno bosque mediterráneo, lo convierten en un lugar privilegiado para recuperar el conocimiento y aprovechamiento de la naturaleza por el hombre. Nuestro interés primero estuvo en la búsqueda de principios activos que puedan afectar a la progresión del ciclo celular procariótico o eucariótico.

En nuestro trabajo hemos querido recuperar parte de la antigua tradición del empleo de plantas con fines curativos, en especial de las utilizadas en la región mediterránea, en la Sierra de San Pedro. Entre estas plantas hemos seleccionado cuatro por sus aplicaciones curativas en la zona (majuelo o mantito, *Crataegus monogina*; raíz de la doncella, *Centaurea ornata*; nueza, *Brionia dioica* y parietaria, *Parietaria officinalis*), y hemos estudiado desde la perspectiva de la biología celular, la microbiología y la bioquímica el efecto que pueden causar sobre el ciclo de división celular en bacterias, levaduras, plantas y tejidos animales. Nuestro propósito es buscar sustancias potencialmente activas en el control de la proliferación celular, bien inhibidores de la división o regeneradores tisulares.

La **raíz de la doncella** (*Centaurea ornata*) (**Figura 1**) es hierba anual de color blanco-tomentoso. Las hojas son lanceoladas. Los capítulos tienen el involucre globoso-cónico de color amarillo. Las flores son amarillas. Se encuentra en campos de cultivo, mieses, viñas, cunetas y suelos arcillosos. Florece en primavera y en verano. La **parietaria** (*Parietaria officinalis*) (**Figura 2**) es una planta herbácea vivaz que vive en las grietas de los muros, paredes y sobre rocas. Las hojas son alternas, peludas, de color verde brillante en el haz y mate en el envés. Tiene flores blancas y frutos pequeños, secos y con semillas. Florece de Mayo a Agosto. Contiene sales sulfurosas y salitres. Presenta cualidades diuréticas, expectorantes y vulnerarias. La **nueza** (*Brionia dioica*) (**Figura 3**) es una hierba vivaz, con tallos trepadores provistos de largos zarcillos enrollados en espiral. Raíz muy gruesa y voluminosa. Las hojas son verde claro. Tienen flores blanco-verdoso o amarillento. Su fruto es una baya roja. Su infusión se toma contra la laringitis, traqueitis, pleuritis, reumatismo, dolores musculares, bronquitis, neumonía y ciática. Es una planta tóxica, que aparece en setos, linderos de bosques y bordes de ríos. El **majuelo o mantito** (*Crataegus monogina*) (**Figura 4**) es un arbusto con los tallos espinosos. Las hojas son caducas, de color verde brillante. Las flores son de color blanco, muy olorosas. Los frutos son de color rojo, globulosos y contienen un hueso.

El **ciclo de división celular**, por otra parte, consta de una serie de fases sucesivas que se encuentran reguladas por múltiples controles. La alteración de los mismos conlleva perturbaciones en la proliferación celular, causando tumores o deficiencias en la regeneración de los tejidos, según se trate de estimulación o inhibición de las divisiones. Desde el punto de vista médico y aplicado, interesa encontrar sustancias que bloqueen o activen la división de las células, de manera que se pueda controlar el crecimiento tumoral o estimular la cicatrización. Nuestro proyecto enfoca este problema en la búsqueda de esas sustancias a partir de plantas tradicionalmente empleadas con fines curativos. Se trata de un amplio trabajo de investigación sistemática, que, inicialmente, hemos centrado en las cuatro plantas anteriormente descritas.

## **OBJETIVOS**

- 1.- Recuperar parte de los tradicionales conocimientos etnobotánicos de la región mediterránea, en la Sierra de San Pedro (Badajoz, Extremadura).
- 2.- Estudiar la capacidad de regulación del celular por empleo de diversas plantas medicinales.
- 3.- Caracterizar la acción inhibidora o estimuladora de la división celular por sustancias presentes en los extractos de las plantas seleccionadas.
- 4.- Iniciar un estudio acerca de la caracterización bioquímica de las sustancias implicadas en los procesos de modificación de la división celular, con vistas a su posterior empleo como potenciales anticancerígenos o regeneradores tisulares.
- 5.- Diseñar métodos de cultivo controlado de las plantas seleccionadas y con utilidad medicinal, de manera que no se produzcan excesivo impacto ambiental en su recogida masiva, así como para buscar mejoras en su crecimiento.

## **METODOLOGÍA**

La primera etapa del trabajo fue dedicada a la recopilación de información oral en la zona de estudio acerca de los remedios tradicionales más interesantes. Una vez seleccionadas las plantas con las que se decidió iniciar el estudio, fueron consultados manuales especializados en botánica y farmacología para obtener datos acerca de sus propiedades y componentes. En general, las plantas seleccionadas poseían propiedades cicatrizantes y se citaban por su contenido en taninos. Posteriormente, las plantas fueron

recolectadas en aquellas zonas donde eran más abundantes, y en la época recomendada, generalmente floración o fructificación.

La etapa experimental se inició con la obtención de extractos crudos a partir de las plantas recolectadas. Para ello se utilizó, como método general y preliminar, la extracción de sustancias en agua caliente (infusiones), puesto que es así como se utilizan las plantas que iban a ser estudiadas.

En una segunda fase, los extractos fueron ensayados, a diferentes concentraciones, sobre distinto tipo de organismos: bacterias, levaduras, vegetales y tejidos animales. Se analizó su efectividad en la inhibición de la división celular (mediante ensayos de halo en placa o estudios de crecimiento) o su capacidad estimulante de la proliferación (mediante cultivos líquidos o ensayos en plantas y animales).

Por último, hemos iniciado experimentos bioquímicos con objeto de separar las posibles sustancias activas y proceder más tarde a su purificación, caracterización y empleo con fines terapéuticos.

La recolección de las plantas se llevó a cabo, después de un trabajo de investigación bibliográfica y consulta a los habitantes de la zona, en aquellos parajes donde eran más abundantes y en la época de floración o fructificación. Una vez recolectadas, se conservaron por desecación o en congelación.

La preparación de los extractos se realizó en agua hirviendo, como si se realizaré una infusión, mediante el empleo de una cafetera tradicional (**Figuras 5 y 6**). De esta forma era posible obtener diferentes grados de concentración. Somos conscientes de que este método anula la obtención de determinadas sustancias, y deseamos ampliar nuestro estudio con el empleo de otros modos de extracción, por ejemplo con solventes orgánicos.

Los extractos obtenidos fueron tratados de diferentes modos. Por una parte, se ensayó su efecto sobre bacterias, hongos y levaduras (**Figura 7**). Los microorganismos fueron cultivados en placas de Agar Nutritivo, y discos de papel impregnados en extractos fueron depositados sobre un césped del microorganismo. La aparición de un halo más claro alrededor del disco era indicador de la capacidad antimicrobiana de la planta.

El ensayo sobre vegetales se realizó con bulbos de cebolla, incubados en agua a diferentes concentraciones del extracto. Se estudió el número y la longitud de las raíces nacidas, como indicador de la división celular. De manera más precisa, se llevó a cabo tinción de las células del ápice con orceína-acética, revelador de células en mitosis.

Respecto a los ensayos en tejidos animales, cuando fue posible (muy ocasionalmente) se estudió cicatrización de heridas en animales o humanos. Los ensayos de laboratorio se llevaron a cabo sobre embriones de pollo. Nuestra idea es trabajar, en un futuro, sobre cultivos celulares “in vitro”.

Los estudios de fraccionamiento bioquímico se realizaron en una columna de filtración en Sephadex G10 (**Figura 8**), que permite la separación de moléculas menores de 300 Da. En las fracciones se midió la cantidad de proteína (Coomassie) y de carbohidratos (Somogyi-Nelson), así como otros parámetros de interés y el efecto biológico sobre los modelos antes descritos.

En cuanto a los trabajos ambientales, las plantas y las semillas fueron cultivadas en el laboratorio, a fin de poner a punto un método eficaz de cultivo controlado. Previamente se realizó un análisis de las características del suelo autóctono de estas plantas, para mimetizar en lo posible los requerimientos de las mismas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN. CONCLUSIONES

Nuestros resultados han puesto de manifiesto, en primer lugar, que, de las plantas medicinales estudiadas, la nueza (*Brionia dioica*) muestra un mayor efecto inhibitorio de la proliferación celular, tanto sobre bacterias como en tejidos animales. Teniendo presente la toxicidad de esta planta, los experimentos habrán de ir dirigidos hacia la caracterización del efecto encontrado. Quizás no se trate de una acción específica sobre el ciclo celular, sino de un efecto tóxico de muerte celular incontrolada. En cualquier caso, interesará conocer cuál es la sustancia implicada y las posibles aplicaciones de la misma.

Otra planta particularmente interesante fue la raíz de la doncella (*Centaurea ornata*). En la Sierra de San Pedro hay una larga tradición de empleo de la misma como cicatrizante y curativo de úlceras, siendo muy llamativos los resultados en el tratamiento de animales, particularmente bestias de laboreo. En humanos su consumo es bastante popular en la cicatrización de heridas y úlceras estomacales. El ensayo acerca de su efecto sobre el ciclo celular mostró, efectivamente, la capacidad estimulante de la misma sobre la proliferación, tanto de bacterias como de levaduras. Los experimentos con tejidos animales, en concreto con embriones de pollo, están actualmente en proceso de desarrollo, así como los de análisis de aparición de raíces en cebolla y observación de mitosis.

Los estudios de tipo bioquímico se realizaron mediante columnas de cromatografía de filtración (Sephadex G-10) de los extractos obtenidos, a fin de separar los compuestos basándonos en su peso molecular. Adicionalmente, se midió la cantidad de

proteína y carbohidratos, para tener una primera aproximación en la caracterización química de las sustancias separadas. Puesto que sólo hemos empleado el método de preparación de extractos con agua hirviendo, es probable algunas sustancias de interés, especialmente, en las plantas que no han mostrado ningún efecto, no hayan sido extraídas. Por ello, en futuros experimentos procederemos a la extracción mediante otras estrategias: maceración en agua o alcohol, tratamiento con disolventes orgánicos, etc.

La última etapa de nuestro trabajo se ha centrado en los estudios de campo y laboratorio, a fin de determinar las mejores condiciones de cultivo de la Raíz de la doncella en condiciones controladas. Al tratarse de una planta vivaz, su recolección implica arrancar las raíces, y, por tanto, se elimina la posibilidad de regeneración del vegetal. Dada la popularidad de consumo que está alcanzando en la zona, la esquilmación de la planta no es un aspecto demasiado improbable. Para llegar a conocer las necesidades de cultivo, hemos realizado un estudio del suelo en el que crece: pH, materia orgánica, humedad, etc. y se ha intentado reproducir en invernadero. Los resultados aún son muy preliminares.

Nuestros resultados preliminares, presentados en el centro escolar, han sido de notable interés, y han motivado la preocupación por recuperar las antiguas tradiciones sanatorias de esta zona de bosque mediterráneo. En nuestros planes futuros está la de desarrollar un ensayo biológico sencillo que permita la búsqueda amplia de plantas mediterráneas que contengan principios activos de interés en el control de la proliferación celular.

## BIBLIOGRAFÍA

- COLLINS, C.M. (1969). “Métodos microbiológicos”. (4ª Ed). Ed. ACRIBIA. Zaragoza.
- MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M. y PARKER, J. (1997). “Brock. Biología de los microorganismos”. (8ª Ed). Prentice Hall. Madrid.
- MURRAY, P.R.; KOBAYASHI, G.S.; PFALLER, M.A y ROSENTAL, K.S. (1997). “Microbiología Médica”. (2ª Ed.). Ed. Harcourt Brace España. Madrid.
- PUMAROLA, A.; RODRÍGUEZ-TORRES, A.; GARCÍA-RODRÍGUEZ, J.A. y PIÉDROLA-ANGULO, G. (1985). “Microbiología y Parastología médicas”. (1ª Ed). SALVAT Editores. Barcelona.
- SCHAUER, TH y CASPARI, C. (1980). “Guía de las flores de Europa”. Ed. OMEGA. Barcelona.

## LEYENDA DE LAS FIGURAS



**Figura 1.-** Raíz de la doncella  
(*Centaurea ornata*)



**Figura 2.-** Parietaria (*Parietaria officinalis*)



**Figura 3.-** Nueza (*Brionia dioica*)



**Figura 4.-** Majuelo o mantito  
(*Crataegus monogina*)



**Figura 5 y 6.-** Etapas del proceso de obtención de extractos.



**Figura 7.-** Siembra de los microorganismos  
en el ensayo de inhibición.



**Figura 8.-** Columna de Sephadex G-10.

## ANEXO IV: Estudio de la mesofauna del suelo

### RESUMEN

Los suelos son auténticos ecosistemas en miniatura donde es posible encontrar una gran variedad de flora y fauna, además de un enorme número de microorganismos, que desarrollan allí su actividad. Por otra parte, la riqueza biológica de un suelo viene determinada por las características físico-químicas del mismo. Con objeto de relacionar estos aspectos con los puramente biológicos, nuestro trabajo se ha centrado particularmente en la diversidad de pequeños invertebrados habitantes en diferentes tipos de suelos. Para ellos hemos realizado un montaje, que consta de un embudo donde se deposita la muestra de suelo, una bombilla para suministrar luz, y un bote con etanol al 70% para la recogida de los organismos con fototaxis negativa. Esta técnica nos ha permitido el recuento de organismos en diversos suelos (áridos, húmedos, agrícolas, urbanos, etc.) y el análisis de la influencia de diversos factores (pH, temperatura, insolación tratamiento con abonos o pesticidas, etc.) sobre la riqueza y diversidad microfaunística de los mismos.

**Palabras clave:** Edafología. Invertebrados., Factores bióticos y abióticos.

### INTRODUCCIÓN

El **suelo** es una formación natural de superficie blanda y de espesor variable, que resulta de la transformación de la roca madre subyacente, bajo el efecto de los procesos físicos, químicos y biológicos al contacto con la atmósfera y los seres vivos. Se trata, por tanto, de una auténtica interfase biosfera-litosfera.

La **Microbiota** comprende las algas del suelo, las bacterias, los hongos y los protozoos. La microbiota heterótrofa es el eslabón principal entre los residuos vegetales y los animales del suelo.

La **Mesobiota**, incluye Nematodos, pequeños gusanos oligoquetos, larvas de insectos y microartrópodos; en particular, ácaros. Los organismos característicos son fáciles de extraer del suelo por medio de un dispositivo conocido como el embudo de Berlese. En este aparato, los organismos están forzados a moverse hacia abajo a través

de un núcleo de tierra, por medio del calor y de la luz, hasta que caen en un frasco de líquido preservativo (etanol 70%). Sin embargo, el embudo de Berlese no muestra todos los componentes de la Mesobiota igualmente bien. Así, los Nematodos, que suelen ser abundantes, solo se dejan extraer muy poco por el tratamiento de la luz y el calor.

La Macrobiota incluye las raíces de las plantas, los insectos mayores, las lombrices y otros organismos.

Respecto a las **características físicas** del suelo, la **profundidad o espesor** es especialmente interesante (en los suelos poco potentes suele estar alrededor de los 30 centímetros). Las **propiedades hídricas** se refieren a la cantidad de agua que posee el suelo, y determina en gran medida la diversidad biológica del mismo.

En cuanto a las **características químicas**, la **acidez (pH)** reviste especial importancia. Según el grado de acidez, los suelos se clasifican en básicos (pH mayor 7), neutros (pH=7), y ácidos (pH menor que 6). El tipo de roca sobre la que se asienta el suelo y la vegetación condicionan el grado de acidez del suelo, que a la vez determinará una mayor o menor solubilidad de otros componentes.

Finalmente, la **materia orgánica** es el contenido en restos vegetales y animales que existen en el suelo. Durante su enterramiento, la materia orgánica sufre un proceso de putrefacción y descomposición en carbono y nitrógeno, que formará una mezcla coloidal compleja denominada humus.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los materiales utilizados se indican a continuación:

- Peso.
- Lupa Binocular.
- Papel Indicador de pH.
- Palas.
- Bolsas.
- Embudo de vidrio.
- Bombilla (25W).
- Tela de malla de 5 mm.
- Soportes.
- Placas de Petri.
- Cables.
- Cámara fotográfica.
- Porta.
- Horno.
- Pinzas.
- Etanol.
- Termómetro.

Con objeto de estudiar suelos de diversa naturaleza, elegimos cuatro localizaciones diferentes: suelo de huerta, de aguas residuales, de dehesa y de fábrica.

Para obtener las muestras, escarbábamos hasta una profundidad de unos 30 cm, y recogíamos de esta forma unos 250 gr de suelo. Después de extraer la muestra, medíamos directamente la temperatura de la tierra con un termómetro.

Ya en el laboratorio, las muestras eran procesadas de la siguiente forma:

- a) **Determinación de la humedad.** Se depositaban 3 gr de suelo en una placa de vidrio, y se secaban en el horno. Posteriormente, se pesaba la muestra de nuevo. La variación de peso indicaba la cantidad de humedad perdida (**Figura 7**).
- b) **Determinación del pH.** Se tomaba un poco de suelo y se disolvía en H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Después de 15 minutos en agitación, se medía el pH mediante un papel indicador de pH.
- c) **Determinación de la materia orgánica.** Se depositaban 3 gr de suelo en una placa de vidrio, y se secaban en el horno. Posteriormente se pesaba. Para eliminar la materia orgánica, se le añadía H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y se mantenía durante 15 minutos. Posteriormente, se secaba de nuevo en el horno y, una vez seca la muestra, se procedía a pesarla de nuevo. La variación de peso nos indicaba la cantidad de materia orgánica.
- d) **Estudio biológico de la Mesobiota.** Se colocaba una muestra de cada suelo (aproximadamente de unos 2 cm de espesor) sobre una malla de 5 mm de anchura de red, dispuesta en un embudo de vidrio. Debajo se colocaba un bote con etanol al 70%. Luego, se encendía una bombilla de 25 W durante 8 horas, y pasado este tiempo, se recogían los organismos depositados en el etanol. Mediante una lupa binocular y con ayuda de claves de determinación adecuadas, se procedía al reconocimiento y recuento de los diferentes organismos recogidos (**Figuras 8 y 9**).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de realizar los experimentos siguiendo los protocolos anteriormente descritos, los resultados se muestran en las **Figuras 1, 2, 3 y 4**.

Como puede apreciarse, en el suelo de huerta (**Figura 2**) se encuentra gran riqueza en organismos, mientras que el suelo procedente de la fábrica (**Figura 3**) presenta la mayor escasez. Con objeto de contrastar estos resultados, comparamos la acidez y la

humedad de los dos suelos (**Figuras 5 y 6**). Ambos son bastante húmedos; sin embargo, mientras que el suelo de huerta tiene un pH de 6.5, el de fábrica es más ácido (pH: 5,5). Por tanto, el pH parece ser especialmente importante para la vida de estos organismos de la Mesobiota del suelo.

Cualitativamente, en el **suelo de huerta**, el mayor número de organismos corresponde a los Nematodos y la menor cantidad a los Arácnidos. Afidos, larvas de insectos, huevos y Trípidos se encuentran en cantidades intermedias.

En el **suelo de aguas residuales** el mayor número de organismos corresponde a los Proturos, seguido por Belba. El mínimo corresponde a los Áfidos, Sminturus y las larvas de Melanotus aparecen en menor proporción (3 ejemplares de cada tipo).

En el **suelo de fábrica**, Trípidos y Ascas representan los organismos mayoritarios; mientras que Anajapyx, Proturos y Nematodos resultan minoritarios.

Finalmente, el **suelo de dehesa** presenta un gran número de Ascas, en cantidad intermedia aparecen los Nematodos y el menor número de organismos corresponde a otros artrópodos: Geophilus, Áfidos, Dípteros y Belba.

En definitiva, nuestros resultados permiten concluir que Áfidos y Nematodos son característicos de suelos agrícolas, mientras que los Proturos y las Ascas parecen soportar condiciones de contaminación (aguas residuales). Respecto a los Trípidos, se encuentran en elevada cantidad cuando el pH es más bajo (5.5, suelo de fábrica de corcho, donde se vierten aguas derivadas de la caldera).

Por último, parece claro que el pH óptimo para la Mesobiota del suelo se encuentra en torno a 6.5, y la humedad alrededor del 12% (**Figuras 5 y 6**), debiendo tenderse a alcanzar estas condiciones cuando se pretenda una corrección de los suelos que mantenga la diversidad biológica.

## BIBLIOGRAFÍA

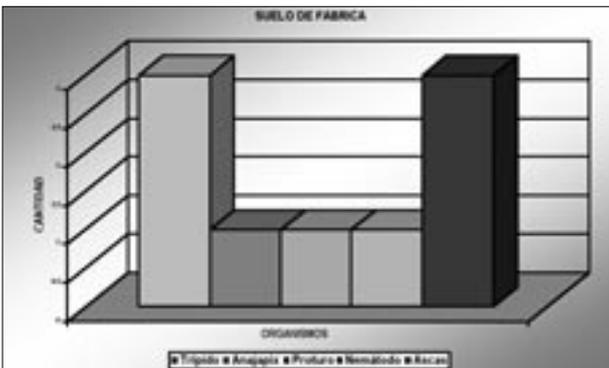
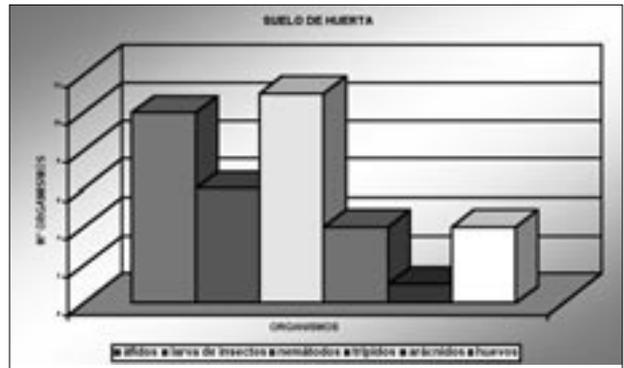
- ODUM, E.P. (1985). "Ecología". Ed Interamericana. México.

## LEYENDA DE LAS FIGURAS

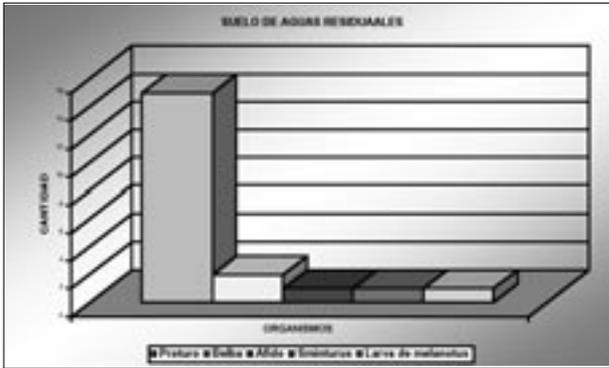


**Figura 1.-** Cantidad de diversos organismos de la Mesobiota de un suelo de dehesa.

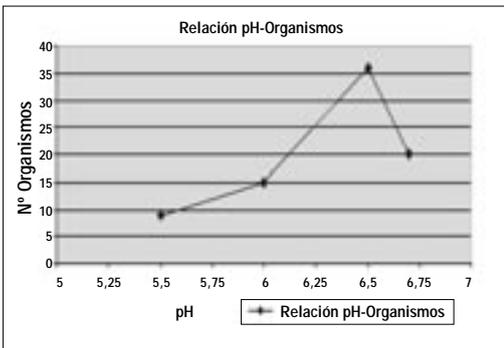
**Figura 2.-** Cantidad de diversos organismos de la Mesobiota de un suelo de huerta.



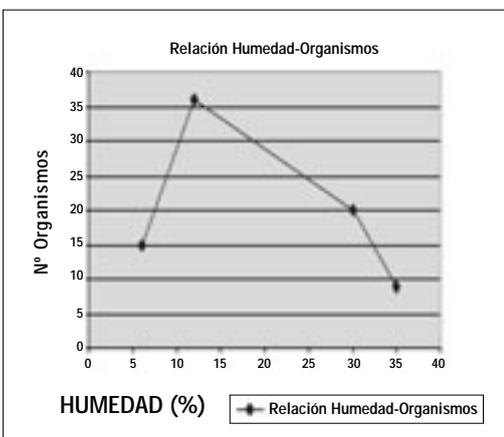
**Figura 3.-** Cantidad de diferentes organismos de la Mesobiota de un suelo de fábrica de corcho.



**Figura 4.-** Cantidad de diferentes organismos de la Mesobiota de un suelo de aguas residuales.



**Figura 5.-** Relación entre el pH y la cantidad de organismos de la Mesobiota de diferentes suelos.



**Figura 6.-** Relación entre la humedad de un suelo y la cantidad de organismos de la Mesobiota del mismo.



**Figura 7.-** Embudo de Berlesse.

## ANEXO V: Estudio microbiológico de aguas residuales procedentes de industrias corcheras

### INTRODUCCIÓN

La corteza del alcornoque (*Quercus suber*) es un material biológico de propiedades excepcionales denominado corcho. Su carácter inerte y aislante, elasticidad, impermeabilidad, resistencia al deterioro y fácil manipulación lo convierten en materia prima insustituible para la industria vitivinícola, de aislantes térmicos y acústicos, calzado e incluso nuevos materiales textiles.

La mayores extensiones de bosque mediterráneo de alcornocal se asientan en el suroeste español, en la región extremeña. Y también aquí florece una industria de transformación del corcho que tiene su capitalidad mundial en San Vicente de Alcántara (Badajoz), donde se concentran más de cincuenta industrias corcheras. Precisamente por estar nuestro centro, el IES “Joaquín Sama” enclavado en esta localidad, decidimos centrar nuestro trabajo de investigación en temas medioambientales relacionados con la industria de procesamiento del corcho.

Desde el punto de vista biológico, el corcho está constituido por células muertas. En otras palabras, se trata de paredes celulares vacías cuyo componente mayoritario es la celulosa. Este material se encuentra complementado por la presencia de lignina, ceras y, particularmente, suberina, que confiere muchas de las peculiares propiedades del corcho. Y, junto a estos compuestos, una importante cantidad de taninos, fenoles y polifenoles que actúan como sustancias antimicrobianas y protectoras para el vegetal.

Durante el procesamiento industrial del corcho, una de las primeras etapas es la cocción de las pilas de corcho (fardos) extraídos del alcornoque (saca) en agua hirviendo durante una hora. En este proceso, el corcho adquiere plasticidad imprescindible para su posterior manejo, al tiempo que pierde la mayor parte de la flora microbiana propia y un alto porcentaje de taninos y polifenoles. Queda así preparado para una posterior colonización microbiana durante su almacenamiento en las bodegas.

Uno de los principales problemas medioambientales de la industria corchera son las aguas residuales de la caldera. Actualmente, estos residuos líquidos son vertidos

directamente al exterior. En el agua va una enorme cantidad de sustancias antibacterianas que “desinfectan” los terrenos por los que atraviesan, pudiendo llegar a eliminar parte de la flora microbiana beneficiosa del suelo como las bacterias nitrificantes.

El objetivo fundamental de nuestro trabajo es el diseño de un depurador biológico de aguas residuales de la industria corchera, basado fundamentalmente en el empleo de microorganismos del ambiente capaces de degradar los compuestos presentes en el agua, particularmente taninos y polifenoles. Para su realización, es necesario el aislamiento de tales microorganismos a partir de diferentes fuentes (suelo, alcornoque, agua de la caldera, etc.) y, al mismo tiempo, una primera evaluación del impacto medioambiental de las aguas residuales sobre la flora y la micro y mesobiota de los suelos afectados por los vertidos.

Hay una amplia bibliografía sobre trabajos realizados con microorganismos del suelo, tanto hongos como bacterias; así como relacionados con la depuración de aguas residuales empleando métodos biológicos. Sin embargo, hasta el momento, muy poco ha sido realizado acerca de la eliminación de los residuos, tanto líquidos como sólidos, procedentes de la industria corchera. Desde nuestra perspectiva, se conjuntan el enfoque microbiológico y el ambiental para lograr una tecnología blanda, pero altamente especializada, de purificación de aguas; y se perfilan aspectos potencialmente útiles para el aprovechamiento de las aguas residuales derivadas de la cocción del corcho.

## **OBJETIVOS**

- 1.- Realizar un estudio preliminar de la flora microbiana presente en el corcho en diferentes etapas de su procesamiento industrial, y, en particular, en las aguas de cocción.
- 2.- Aislar y caracterizar algunos de los microorganismos capaces de crecer en las aguas residuales procedentes de la cocción del corcho.
- 3.- Realizar una primera evaluación del impacto ambiental ocasionado por el vertido de aguas residuales derivadas de la cocción del corcho sobre la flora microbiana del suelo, vegetación y mesofauna.
- 4.- Diseñar una planta depuradora de aguas basada en el empleo de algunas cepas de los microorganismos aislados y en metodologías de bajo coste energético, con la finalidad del reciclado de las mismas en la propia industria corchera.

## METODOLOGÍA

Las aguas procedentes de la cocción del corcho fueron recogidas en botes estériles y en las máximas condiciones de asepsia. Se tomaron muestras a diferentes tiempos durante el período de cocción, así como después de ser vertidas al exterior. En el caso de las muestras de suelos o corteza de alcornoque, también se recogieron en botes estériles y extremando los cuidados para evitar contaminaciones.

Las técnicas microbiológicas fueron las habituales de siembra en placa por extensión y por agotamiento, y de cultivo en medio líquido. Los medios de cultivo utilizados fueron Nutrien Agar y Nutrient Broth (DIFCO) o placas preparadas con agua de caldera autoclavada y suplementada con agar, agar y glucosa o Nutrient Agar. La incubación se realizó a 28°C en una estufa microbiológica.

Con objeto de aislar microorganismos capaces de crecer directamente en aguas procedentes de la caldera de cocción, se prepararon placas con este agua, suplementada con agar bacteriológico (DIFCO), y en ocasiones con adición de glucosa (0.2 o 2%) o de Nutrient Agar (DIFCO), autoclavadas a 121°C durante 15 minutos. En otros casos, la siembra se realizó en los mismos medios pero sin adición de agar, de modo que el cultivo fue en condiciones líquidas.

La incubación de los cultivos se realizó en un estufa a 28°C durante el tiempo necesario para la aparición de colonias o visibles o turbidez aparente.

La tinción de los microorganismos se realizó siguiendo el protocolo habitual del método de Gram, y en otros casos, el de tinción de esporas con verde malaquita. Las preparaciones fueron observadas al microscopio óptico con 40X y 100X (objetivo de inmersión).

Las cepas microbianas aisladas se mantuvieron en placas de NA, en el frigorífico a 4°C. En otros casos se almacenaron en glicerina estéril al 50% y a -20°C.

Los ensayos de actividad antimicrobiana del agua de cocción se hicieron sobre microorganismos aislados a partir de la piel humana, o de diferentes suelos. Para ello se prepararon discos estériles de papel de filtro impregnados en agua de caldera, también esterilizada en autoclave, procedente de las sucesivas muestras recogidas. Se midió de esta forma el halo de inhibición el torno al disco de papel de filtro en placas de NA sembradas en césped con la cepa microbiana correspondiente, siguiendo técnicas habituales en la elaboración de antibiogramas.

Las mediciones de pH y los correspondientes ajustes, se hicieron con tiras indicadoras o utilizando un pH-metro electrónico.

Respecto a los estudios de impacto medioambiental, se analizó la germinación de diferentes semillas de mono y dicotiledóneas en el laboratorio, regadas con agua normal o con agua procedente de la caldera. Los estudios sobre la mesobiota del suelo se realizaron con un embudo de Tullgren.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN. CONCLUSIONES

El estudio de la flora microbiana presente en el agua de la caldera recogida durante la cocción del corcho y cultivada en placas de Nutrient Agar, puso de manifiesto la presencia de diferentes microorganismos tanto Gram-positivos (fundamentalmente *Micrococcus* y *Bacillus esporulados*) como Gram-negativos (en particular, *Pseudomonas*), así como cierto número de hongos y de levaduras. Sin embargo, el ensayo de crecimiento de estos microorganismos a elevada temperatura (80°C) o en placas de agua de la caldera reveló la incapacidad de los mismos para crecer. Este resultado nos indujo a pensar que se trataba de microorganismos residuales procedentes del corcho, y no de verdadera flora capaz de crecer en aguas residuales.

En una etapa posterior, procedimos al aislamiento de microorganismos procedentes del suelo, de corteza de alcornoque (**Figura 1**) o de agua de la cocción (**Figura 2**), en placas preparadas con agua de la caldera (**Figura 4**). En este caso sí fue posible aislar (**Figura 6**), al menos, dos hongos diferentes, probablemente especies de *Aspergillus*, y dos cepas de levadura capaces de crecer en esta agua residual. Con ellos se llevaron a cabo estudios posteriores de cultivo en medio líquido a diferentes temperaturas, a fin de conocer su dinámica de crecimiento para aplicaciones biotecnológicas posteriores.

En cuanto a la flora microbiana de las aguas vertidas al exterior (**Figura 5**), merece ser destacado el notable aumento en la cantidad y diversidad de microorganismos que fueron aislados. Con objeto de buscar explicaciones a esta observación, se realizaron medidas de pH en el agua antes y después de su vertido, encontrándose un llamativo cambio en la acidez, que pasa de 4.5 en la caldera a 7.5 en el suelo. Una posible explicación es la pérdida por filtración en el suelo de una gran parte de taninos y fenoles que acidifican el agua y actúan como antimicrobianos.

Respecto a los ensayos de impacto medioambiental (**Figura 7**), el agua de cocción del corcho afectó de manera significativa a la germinación de dicotiledóneas y de monocotiledóneas (en ambos casos la inhibición del crecimiento estuvo alrededor de un

31% en la emisión de la radícula y cerca de un 60% en relación con el crecimiento del coleóptilo). Probablemente a este efecto se debe la ausencia de hierba en las conducciones de los vertidos. También fue posible apreciar notables diferencias entre la diversidad microbiana y de mesobiota entre suelos sin vertidos y suelos que recibían las aguas residuales.

Desde el punto de vista aplicado, proponemos un diseño de planta depuradora de aguas basada en sucesivos filtros de arena y, posteriormente, una zona de lodos activados con la presencia de los microorganismos aislados capaces de degradar los compuestos antimicrobianos. En una segunda fase de tratamiento biológico, y ya corregido el bajo pH de las aguas, se haría un tratamiento convencional con los microorganismos habituales en plantas de purificación, para pasar finalmente a los tratamientos químicos y de cloración tradicionales. El objetivo final es evitar tecnologías de alto coste y promover el reciclado de agua en sucesivas cocciones en la misma industria.

## BIBLIOGRAFÍA

- COLL FRESNO, P. M. (1993). “Caracterización bioquímica y genética de la actividad fenoloxidásica del basidiomiceto PM1 (CECT 2971)”. Tesis doctoral. Universidad de Salamanca.
- COLLINS, C.M. (1969). “Métodos microbiológicos”. (4ª Ed). Ed. ACRIBIA. Zaragoza.
- DAVIS, B.D.; DULBECCO, R.; EISEN, H.N. y GINSBERG, H.S. (1984). “Tratado de Microbiología”. (3ª Ed). SALVAT Editores. Barcelona.
- MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M. y PARKER, J. (1997). “Brock. Biología de los microorganismos”. (8ª Ed). Prentice Hall. Madrid.
- NOGGLE, G. R. Y FRITZ, G. J. (1983). “Introductory plant physiology”. (2ª Ed). Prentice Hall. London.
- STANIER, R.Y.; ADELBERG, E.A. e INGRAHAM, J.L. (1984). “Microbiología”. (4ª Ed.) Ed. REVERTÉ. Madrid.
- BARNETT, H.L.y HUNTER, B.B. (1972). “Illustrated genera of imperfect Fungi”. (3ª Ed). Burgess Publishing Company. Minneapolis.

- GAHAN, P.B. (1984). "Plant histochemistry and cytohistochemistry". Academic Press. London.

## LEYENDA DE LAS FIGURAS



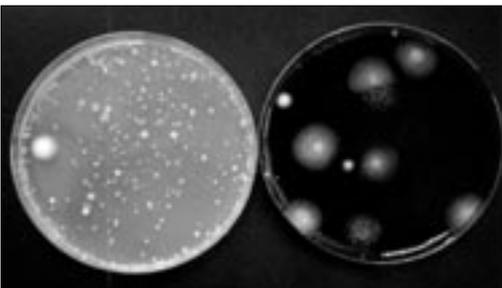
**Figuras 1.-** Aspecto del corcho antes de la saca del alcornoque.



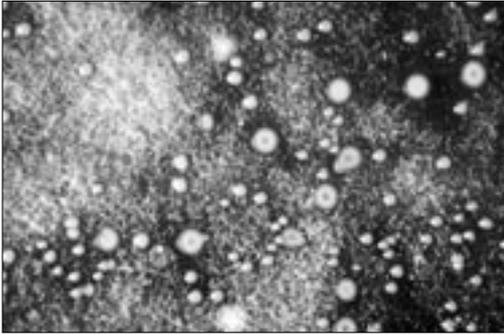
**Figura 2.-** Cocción de un fardo de corcho en una caldera industrial.



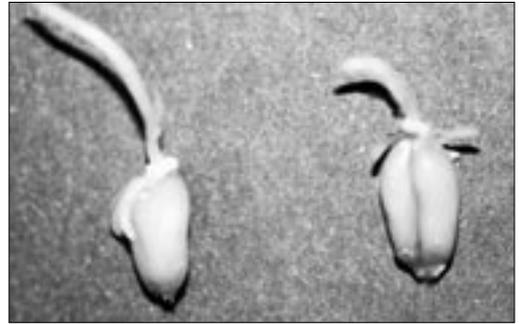
**Figura 3.-** Aspecto de la conducción externa de vertido de aguas residuales procedentes de la cocción del corcho.



**Figura 4.-** Placas de Nutrient Agar y de agua de caldera preparadas para el estudio de la flora microbiana durante el procesamiento industrial del corcho.



**Figura 6.-** Microorganismos aislados en placa capaces de crecer en aguas residuales derivadas de la cocción del corcho.



**Figura 7.-** Efecto de las aguas residuales de la cocción del corcho sobre la germinación y crecimiento de mono y dicotiledóneas.

