

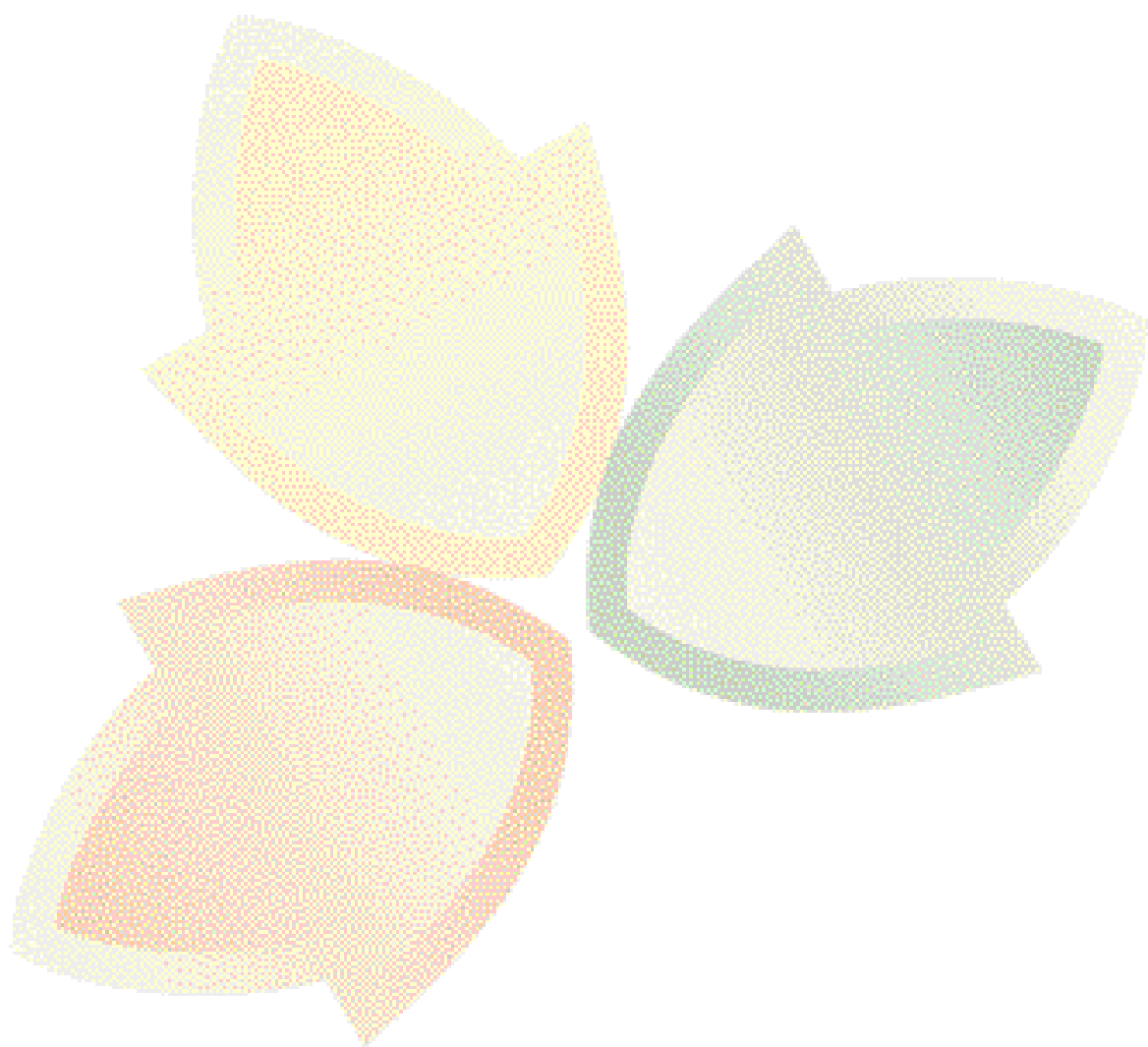
UNIDAD DIDÁCTICA
TÚ LA LLEVAS



RED DE JARDINES
BOTÁNICOS



Tú l a l l e v a s



EDITA: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

DEPÓSITO LEGAL:

COORDINADORAS: Carmen Rodríguez Hiraldo, Natalia Gutiérrez Luna

AUTORES: Jesús Vilches Arenas, con la colaboración del Equipo de la
Red de Jardines Botánicos en Espacios Naturales de
Andalucía

ISBN: 84 - 95785 - 72 - 2

DISEÑO Y MAQUETACIÓN: AM GRAPHIS

ILUSTRACIONES: Jiménez & Rosch

IMPRESIÓN: EGONDI Artes Gráficas, S.A.

PRESENTACIÓN	8
ORIENTACIONES CURRICULARES	10
• <i>¿A quién va dirigida?</i>	10
• <i>Objetivos</i>	10
• <i>Contenidos</i>	12
• Conceptos	12
• Procedimientos	12
• Actitudes	13
• <i>Metodología</i>	13
• <i>Evaluación</i>	15
ACTIVIDADES	19
• <i>Trabajo previo a la visita</i>	22
• Actividad nº 1. Lluvia de ideas	22
• Actividad nº 2. El debate	24
• <i>Visita al jardín botánico</i>	26
• Actividad nº 3. ¿Me llevas?	26
• Actividad nº 4. La flor nos dice cómo lo hace	28



• Actividad nº 5. Persiguiendo mariposas	30
• Actividad nº 6. El ventilador	32
• Actividad nº 7. El paseo. Tú la llevas	34
• Actividad nº 8. La carrera de semillas	36
• Actividad nº 9. La despensa de la Naturaleza	38
• Actividad nº 10. Los frutos del monte mediterráneo	40
• <i>Trabajo posterior a la visita</i>	44
• Actividad nº 11. Jugando a ser insectos	44
• Actividad nº 12. Interferencias	46
• Actividad nº 13. Cuéntalo por ahí	48
DOSSIER INFORMATIVO	49
• <i>Polinización</i>	50
• <i>Dispersión de frutos y semillas</i>	55
ANEXOS	65
PARA SABER MÁS	93
BIBLIOGRAFÍA	97



PRESENTACIÓN

E

El fin último de toda especie es reproducirse. El resto de las facetas de la vida (incluso la propia supervivencia) parece estar supeditado al éxito reproductivo. Un libro ya clásico, "El gen egoísta", desarrolla esta idea: los genes tienen su propio instinto de supervivencia que fuerza a los individuos a realizar una serie de acciones para conseguirla.

Siguiendo este mandato de la Naturaleza, cada especie intenta ocupar el máximo espacio dentro de sus posibilidades. ¿Qué hacen las plantas para conseguirlo?, ¿cómo logran solventar el problema de su inmovilidad?

Las especies menos evolucionadas se reproducen de forma vegetativa (de forma asexual). Un gran avance para la supervivencia de las especies fue la reproducción sexual. En los casos más sencillos se produce una liberación de los gametos (las células reproductivas masculinas y femeninas) en el medio y queda en manos de agentes de transporte (llamados también vectores) abióticos el éxito de la reproducción o, lo que es lo mismo, en manos del azar. A medida que avanzamos en la escala evolutiva, esta forma de hacer llegar los gametos masculinos a la parte femenina (que ahora es estática) se va haciendo más eficaz mediante el empleo de vectores especializados, lo que permite un importante ahorro de energía que el individuo puede dedicar a otras facetas de su vida.

En las plantas esta primera fase se llama polinización (que es el viaje que realiza el polen hasta el ovario de la flor) y podría compararse, en los animales, al viaje que realizan los espermatozoides hasta el óvulo femenino para fecundarlo.

Una segunda fase de la reproducción consiste en la maduración y dispersión de la descendencia. En los animales (en muchos casos) se produce cuando los individuos están adecuadamente formados; en las plantas siempre se produce en la fase embrionaria: es decir, en forma de semillas que es el único momento en que el individuo puede "moverse".

Todas estas estrategias puestas en marcha por la Naturaleza a lo largo de la evolución son un magnífico recurso para comprender las relaciones



de las plantas con otros componentes del medio, tanto bióticos como abióticos, relaciones que ponen de manifiesto fenómenos de convergencia evolutiva entre las diferentes especies de plantas y de mutualismo entre las plantas y los animales.

Con esta unidad didáctica pretendemos poner de manifiesto la forma en que los distintos grupos de plantas han solucionado el problema de la inmovilidad y se han adaptado para aprovechar los recursos que el medio ha puesto a su alcance para lograr reproducirse con éxito.

La semejanza entre animales y plantas puede ser aprovechada para acercar más el mundo vegetal a los y las participantes en las actividades, generando relaciones de afinidad que puedan derivarse en actitudes de cariño y respeto hacia las plantas y el entorno natural en general.

La necesidad de "los otros" en el sentido más amplio de la palabra para poder tener éxito reproductivo (éxito como especie) nos debe permitir desarrollar conceptos tan importantes como el de sistema y valorar la contribución de cada parte a la continuidad de un ente de orden superior como es el ecosistema que, de alguna forma, se "comporta" como un organismo pluriespecífico. En este sentido, cada especie y cada elemento del ecosistema pueden entenderse como órganos que contribuyen a la vida de ese organismo y son absolutamente necesarios para su pervivencia.

Comprobar cómo esta cooperación es efectiva y favorece a las diferentes especies que participan en ella debe permitirnos igualmente promover actitudes de colaboración y respeto hacia los demás, así como el compromiso de la participación individual en la vida colectiva.



curriculares

ORIENTACIONES

¿A quién va dirigida?

La Unidad didáctica "Tú la llevas", va dirigida al alumnado de Educación Primaria y de Educación Secundaria Obligatoria y al profesorado que imparte estas etapas educativas. Sin embargo, sus actividades pueden ser adaptadas a otros niveles y circunstancias educativas particulares.

Para el alumnado se plantea como una herramienta motivadora para el descubrimiento y el aprecio de los valores florísticos de Andalucía. Reconocer en la flora que lo rodea estrategias y comportamientos que podrían tildarse de "inteligentes" (similares en muchos casos a los que emplean los animales) en lo que se refiere a la reproducción es una forma de motivación para la profundización en los conocimientos que van adquiriendo. Comprender cómo se necesitan las diferentes partes que componen un sistema (un bosque, un pastizal) es un elemento para promover la responsabilidad en su conservación de forma que podamos fomentar actitudes positivas de cara a la participación escolar en la conservación de este patrimonio.

"Tú la llevas" se ofrece al profesorado como un recurso educativo adaptable a los diferentes proyectos curriculares de cada centro. También pretende ser un recurso para la atención a la diversidad de intereses y aptitudes que presentan los escolares de cada nivel educativo, al poder individualizar el trabajo del alumnado según sus motivaciones y necesidades o usarse en grupos de Diversificación Curricular donde la globalización de los contenidos del curriculum permite más fácilmente el trabajo interdisciplinar.

Objetivos

La finalidad básica de la Red de Jardines Botánicos es contribuir a la conservación de la flora andaluza. En consonancia con ésta se expresan a continuación los **objetivos generales** que se plantean con el desarrollo de esta unidad didáctica y, por extensión, de los programas de Educación



Ambiental que se realizan en ellos. Posteriormente se expresan sus **objetivos específicos**:

Objetivos general es:

- Promover un acercamiento a los valores naturales florísticos de nuestra comunidad.
- Facilitar la comprensión de la dependencia de unas especies respecto a otras.
- Favorecer la comprensión de la relación existente entre las distintas especies y la problemática que actualmente presenta ésta ante determinadas acciones humanas.
- Impulsar el reconocimiento de las causas de esta problemática y sus consecuencias de cara a la vida de las personas en el Planeta, fomentando el análisis crítico, el debate democrático y el consenso en la búsqueda de soluciones.
- Suscitar la concienciación y sensibilización acerca de los problemas ambientales actuales y generar actitudes solidarias, comprometidas y activas en la defensa del Medio Ambiente.

Objetivos específicos:

"Tú la llevas" pretende contribuir al desarrollo de las capacidades siguientes en el alumnado. Se indican qué objetivos pueden conseguirse en Educación Primaria (1^{aria}) y en Educación Secundaria Obligatoria (2^{aria}):

- Conocer los conceptos de polinización y dispersión (1^{aria} y 2^{aria}).
- Conocer las formas de polinización y dispersión de los diferentes grupos de plantas de la flora andaluza (1^{aria} y 2^{aria}).
- Descubrir los diferentes vectores dispersantes que emplean las plantas para la polinización y la dispersión (1^{aria} y 2^{aria}).
- Conocer las diferentes formas que adoptan los frutos y semillas en función del agente dispersante (1^{aria} y 2^{aria}).
- Mostrar y valorar las relaciones de las plantas con otros componentes del ecosistema, tanto bióticos como abióticos (2^{aria}).
- Conocer las ventajas que, para los y las participantes, supone esta relación (1^{aria} y 2^{aria}).
- Conocer los beneficios ecológicos que reporta esta relación y su importancia de cara a la vida en el Planeta (1^{aria} y 2^{aria}).
- Valorar la importancia de la polinización y la dispersión para la conservación de la flora (2^{aria}).
- Introducir el concepto de sistema (2^{aria}).
- Mostrar cómo la desaparición de una especie puede afectar a otras desequilibrando el sistema (2^{aria}).



- Participar en la planificación y realización en equipo de actividades de observación e investigación del medio natural siendo receptivos y tolerantes ante opiniones diferentes y debatiendo y consensuando los resultados (1^{aria} y 2^{aria}).
- Utilizar diferentes fuentes de información y elaborar informes escritos y gráficos (1^{aria} y 2^{aria}).
- Realizar campañas de información, sensibilización o actuación en el entorno inmediato (centro escolar, barrio, localidad) (1^{aria} y 2^{aria}).

Contenidos

Al igual que con los objetivos, se indica qué contenidos son adecuados a cada nivel educativo.

Conceptos

- Polinización y dispersión de frutos y semillas (1^{aria} y 2^{aria}).
- Formas de polinización y dispersión (1^{aria} y 2^{aria}).
- Vectores empleados en la polinización y dispersión (1^{aria} y 2^{aria}).
- Estrategias y adaptaciones para la polinización y la dispersión (1^{aria} y 2^{aria}).
- Evolución y formas de polinización y dispersión. Ventajas y recompensas (2^{aria}).
- Consecuencias ecológicas de las diferentes formas de polinización y dispersión (2^{aria}).
- Ventajas de la polinización y dispersión dirigidas (2^{aria}).
- Papel de los animales en el mantenimiento del monte mediterráneo (2^{aria}).

Procedimientos

- Manejo de diferentes técnicas de observación de la Naturaleza (1^{aria} y 2^{aria}).
- Uso de técnicas de recogida y tratamiento de datos de diferentes fuentes (1^{aria} y 2^{aria}).
- Manejo de técnicas de laboratorio y vivero (1^{aria} y 2^{aria}).
- Manejo de diferentes técnicas de expresión y comunicación (1^{aria} y 2^{aria}).
- Diseño y elaboración de una campaña de información, sensibilización y/o actuación en el centro, barrio o localidad sobre la flora del entorno o una problemática asociada a ella (1^{aria} y 2^{aria}).
- Elaboración de esquemas conceptuales (2^{aria}).



Actitudes

- Respeto hacia los diversos tipos de plantas y animales reconociendo el valor ecológico de las distintas especies de cara a la vida en el Planeta (1^{aria} y 2^{aria}).
- Ahorro de energía (1^{aria} y 2^{aria}).
- El equilibrio como valor (2^{aria}).
- Adquirir conciencia de la importancia de las plantas en nuestra vida y de los efectos de nuestras acciones, individuales o colectivas, sobre ellas y otras formas de vida, modificando comportamientos personales que generen un impacto negativo en el medio y adquiriendo actitudes y hábitos que ayuden a su conservación y mejora (1^{aria} y 2^{aria}).
- Respetar los diferentes puntos de vista en el trabajo en grupo valorando las aportaciones individuales y desarrollando actitudes de colaboración, tolerantes, democráticas y no sexistas (1^{aria} y 2^{aria}).
- Desarrollar hábitos de rigor en la toma de datos, análisis de la información y elaboración de conclusiones (1^{aria} y 2^{aria}).
- Colaborar activamente en el respeto y conservación del medio natural participando en campañas de información, sensibilización o conservación de la flora local o el medio natural en general (1^{aria} y 2^{aria}).

Metodología

El material que se ofrece aquí no es un libro de texto cerrado y debe por tanto adaptarse a las necesidades del grupo de alumnas y alumnos al que vaya dirigido y al contexto donde se ubique el Centro. Permite también su adaptación a las preferencias e inquietudes del profesorado que lo vaya a realizar.

Se trata de un conjunto de actividades que desarrollan la temática de la polinización y la dispersión y que pueden desarrollarse asociadas a una visita a un Jardín Botánico. Vienen secuenciadas según la siguiente temporalización:

- **Trabajo previo a la visita.** Se presenta una serie de actividades que sirve para exponer el tema, explorar las ideas previas del grupo al respecto y preparar la visita al Jardín Botánico (véanse las actividades "cero" del Programa de Educación Ambiental: Educación Primaria y Secundaria). Es una fase básicamente motivadora que se desarrolla en el aula. Alguna de las actividades también puede plantearse como primer contacto entre los y las participantes y los monitores y monitoras.



- **Visita al Jardín Botánico.** Estas actividades, que se engloban en la visita a un Jardín Botánico, incitan a la observación e investigación del mundo vegetal cercano, al estudio de las diferentes estrategias empleadas por las plantas para asegurar el éxito de su reproducción, a un acercamiento a los impactos que ciertas acciones humanas pueden causar y a las medidas de conservación que se pueden adoptar para minimizar esta problemática. Es una fase de conocimiento y sensibilización acerca de la temática a niveles globales.
- **Trabajo posterior a la visita.** Mediante la investigación de nuestro entorno y la actuación, se plantean actividades que, en conjunto, suponen un trabajo de profundización para concienciar al alumnado sobre la problemática que tiene hoy día la diversidad vegetal y la importancia de su conservación para que finalmente busquen soluciones y desarrollen una actuación de información/sensibilización en su entorno social o de mejora y conservación de su entorno.

Algunas actividades tienen un desarrollo que supera estas etapas, teniendo alguna fase que se inicia antes o se continúa después de la visita al jardín.

Con esta organización se pretende desarrollar la siguiente secuencia de aprendizaje: **conocer** las formas de reproducción de las plantas y la dependencia de otros elementos de los ecosistemas en que viven, **sensibilizar** sobre su importancia de cara a la vida en el Planeta (incluida la humana), **concienciar** sobre la problemática que generan ciertas acciones humanas sobre los ecosistemas y la necesidad de desarrollar actitudes de protección y conservación hacia el mundo vegetal para, finalmente, **actuar** de manera local sobre una cuestión relacionada.

En líneas generales se proponen las siguientes pautas metodológicas:

- Partir de las ideas y conceptos que tiene el alumnado con respecto al tema.
- Trabajar los contenidos de una manera dinámica, amena y motivadora; combinando las actividades individuales con las de grupo, las que requieren atención y tranquilidad con las que conllevan movimiento y participación, las que hacen manejar conceptos y las que potencian la imaginación y el uso de los sentidos. Así podemos facilitar y amenizar el aprendizaje. El uso de espacios diferentes como el aula, el Jardín Botánico, el laboratorio y espacios del entorno inmediato como los pasillos del Centro o el barrio persigue esta misma finalidad a la vez que contextualiza y hace más cercanos los contenidos al alumnado.



- Propiciar un ambiente comunicativo, distendido y participativo que permita valorar en cada momento los intereses del grupo y facilitar la motivación al aprendizaje. Esta motivación es básica en la consecución de la secuencia pretendida.
- El trabajo interdisciplinar facilita la globalización de contenidos y el aprendizaje. Si trabajamos esta unidad desde un área en concreto no olvidemos que podemos globalizar contenidos a la vez que llevamos adelante nuestra programación de área. Esta tarea se hace más fácil si la temática se trabaja desde varias áreas a la vez. El trabajo con grupos de Diversificación Curricular, al trabajar los contenidos desde varios ámbitos, hace más asequible la interdisciplinariedad y globalización de contenidos.

Por la propia naturaleza de los hechos y mecanismos que queremos poner de manifiesto, cuyos resultados no son visibles en el momento, se hace necesaria una labor de ilustración continua de lo que está ocurriendo para que el alumnado pueda captar el proceso completo. También es recomendable utilizar la fórmula de "¿qué pasaría si...?" para hacer comprender la relevancia y consecuencias de ciertas acciones naturales o humanas sobre dichos fenómenos y así poder favorecer el cambio en las actitudes de los participantes. Por otra parte, nos parece un recurso metodológico interesante recurrir a comparaciones con el reino animal para explicar los mecanismos implicados en la reproducción y que los alumnos y alumnas los vean más próximos a ellos mismos, lo que puede crear sentimientos de afinidad hacia el mundo vegetal.

Otro recurso que se puede emplear como motivación es recordar que uno de los objetivos de su trabajo será mostrar a los demás compañeros y compañeras del centro lo que han aprendido y transmitirles todo lo que les han enseñado las plantas. Es importante resaltar la importancia de esta labor de difusión que ellos van a realizar.

Evaluación

La evaluación es un elemento clave en el proceso de enseñanza–aprendizaje que, por una parte, ayuda a valorar las capacidades desarrolladas por el alumnado y, por otra, nos indica los cambios que debemos introducir en cualquiera de los elementos del proceso. A continuación se mencionan de manera genérica los criterios de evaluación propuestos para la evaluación de la unidad "Tú la llevas".



Estos criterios de evaluación surgen de la relación de objetivos específicos para la unidad y se agrupan en torno a epígrafes relacionados con ellos.

Educación Primaria:

Sobre la capacidad de interesarse y plantearse problemas del mundo vegetal.

- Dispone de conocimientos básicos acerca de las formas de polinización y dispersión de las plantas y comprende los beneficios que reportan y los daños que se les pueden infligir.

Sobre la participación y trabajo en equipo.

- Se implica en los trabajos individuales y colectivos en clase, en el jardín y en el laboratorio.
- Trabaja en equipo escuchando, participando en los debates, argumentando sus puntos de vista y respetando los puntos de vista de los demás sin discriminaciones por razón de sexo.

Sobre la capacidad de comprensión, expresión y comunicación de ideas, sentimientos y vivencias.

- Utiliza diferentes maneras de expresión: lengua escrita, expresión corporal y expresión plástica.
- Comunica con claridad los resultados de una observación, entrevista o investigación.

Educación Secundaria Obligatoria:

Sobre la adquisición de conceptos y actitudes relacionados con el mundo vegetal.

- Posee un bagaje conceptual que le permite clasificar las formas de dispersión y polinización y los vectores que las realizan y comprender los beneficios directos de éstos debido a su papel ecológico.
- Comprende la fragilidad de las plantas a la actuación humana y manifiesta actitudes de respeto hacia ellas y al medio natural en general, valorándolo y contribuyendo activamente a su defensa y mejora.
- Conoce las diferentes adaptaciones de las plantas de cara a su éxito reproductivo y reconoce su posición evolutiva y las consecuencias ecológicas de estas adaptaciones, tanto para las plantas como para los vectores.

Sobre el planteamiento y resolución de problemas.

- Formula problemas relacionados con el mundo vegetal (desaparición de especies, incendios, desertización, cambio climático...) y aborda posibles soluciones en su entorno inmediato llevándolas a cabo.



- Manifiesta curiosidad e interés exploratorio por el mundo de las plantas y el medio natural en general.
- **Sobre la búsqueda de información, expresión y comunicación.**
 - Utiliza diferentes fuentes de información (libros, internet, observación de la Naturaleza).
 - Extrae información de gráficas y tablas sencillas.
 - Comunica con claridad los resultados de una observación, entrevista o investigación.
 - Utiliza diferentes maneras de expresión: lengua escrita, expresión corporal y expresión plástica.
- **Sobre la participación y el trabajo en equipo.**
 - Se implica en los trabajos individuales y colectivos en el aula, en el jardín y en el laboratorio.
 - Trabaja en equipo escuchando, participando en los debates, argumentando sus puntos de vista y respetando los puntos de vista de los demás sin discriminaciones por razón de sexo.



ACTIVIDADES

TRABAJO PREVIO A LA VISITA

- Actividad nº 1. Lluvia de ideas
- Actividad nº 2. El debate

VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO

- Actividad nº 3. ¿Me llevas?
- Actividad nº 4. La flor nos dice cómo lo hace
- Actividad nº 5. Persiguiendo mariposas
- Actividad nº 6. El ventilador
- Actividad nº 7. El paseo. Tú la llevas
- Actividad nº 8. La carrera de semillas
- Actividad nº 9. La despensa de la Naturaleza
- Actividad nº 10: Los frutos y el monte mediterráneo

TRABAJO POSTERIOR A LA VISITA

- Actividad nº 11. Jugando a ser insectos
- Actividad nº 12. Interferencias
- Actividad nº 13. Cuéntalo por ahí



ACTIVIDADES

TRABAJO PREVIO A LA VISITA

- Actividad nº 1. Lluvia de ideas
- Actividad nº 2. El debate

VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO

- Actividad nº 3. ¿Me llevas?
- Actividad nº 4. La flor nos dice cómo lo hace
- Actividad nº 5. Persiguiendo mariposas
- Actividad nº 6. El ventilador
- Actividad nº 7. El paseo. Tú la llevas
- Actividad nº 8. La carrera de semillas
- Actividad nº 9. La despena de la Naturaleza
- Actividad nº 10: Los frutos y el monte mediterráneo

TRABAJO POSTERIOR A LA VISITA

- Actividad nº 11. Jugando a ser insectos
- Actividad nº 12. Interferencias
- Actividad nº 13. Cuéntalo por ahí



A

continuación se exponen algunos ejemplos de actividades que desarrollan la temática de la polinización y la dispersión de frutos y semillas. La elección final de las actividades que se realizarán queda en manos del profesorado, así como la posibilidad de modificar el contenido de cualquiera de ellas en función de los intereses del grupo.

Durante el recorrido previo por el jardín, la interpretación de los contenidos hará hincapié en el tema de la unidad didáctica, sirviendo este contacto para conocer los puntos de interés y para romper el hielo antes de iniciar otras actividades.





U.D. TÚ LA LLEVAS (Esquema temporal)

TRABAJO PREVIO A LA VISITA:

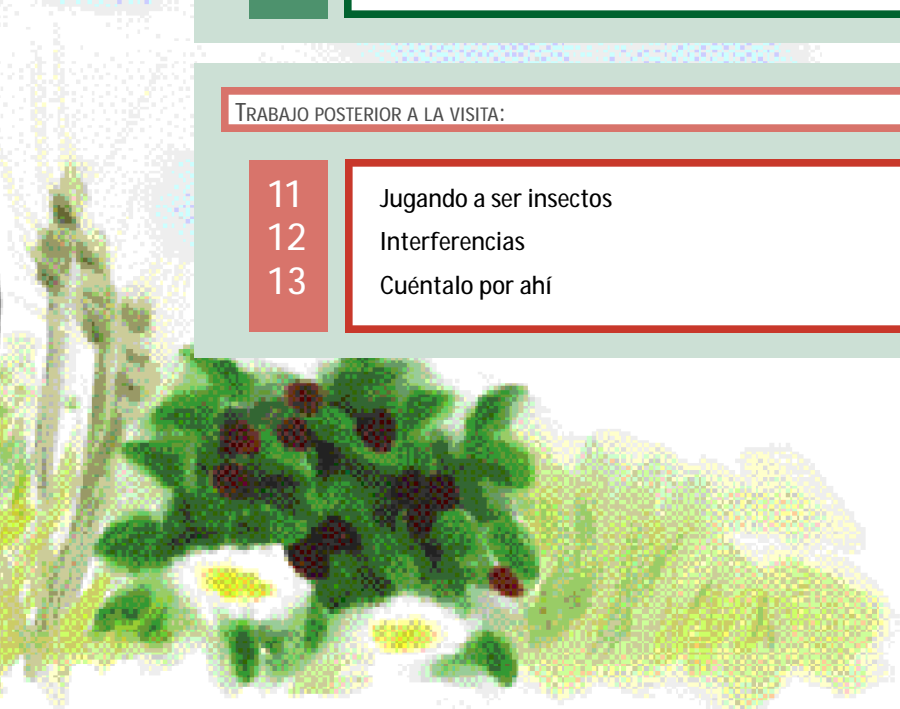
- 1 Lluvia de ideas
- 2 El debate

VISITA AL JARDÍN BOTÁNICO:

- 3 ¿Me llevas?
- 4 La flor nos dice cómo lo hace
- 5 Persiguiendo mariposas
- 6 El ventilador
- 7 El paseo. Tú la llevas
- 8 La carrera de semillas
- 9 La despensa de la Naturaleza
- 10 Los frutos y el monte mediterráneo

TRABAJO POSTERIOR A LA VISITA:

- 11 Jugando a ser insectos
- 12 Interferencias
- 13 Cuéntalo por ahí





Trabajo previo a la visita

ACTIVIDAD N° 1

Educación 1ª y 2ª

La lluvia de ideas

La utilidad de las flores y los frutos para los seres humanos es muy distinta de la que tiene para la propia planta que los produce. Vamos a sondear al alumnado sobre las utilidades de flores y frutos y sobre la relación entre ellos.

OBJETIVOS

1. Establecer las relaciones existentes entre flores y frutos.
2. Conocer la finalidad natural de ambos elementos vegetales.
3. Conocer las semejanzas y diferencias entre la reproducción vegetal y la reproducción animal.

MATERIAL NECESARIO

- Pizarra y tizas o papel mural y rotuladores de colores
- Cuaderno de campo

DESARROLLO

Se les preguntará acerca de las utilidades de flores y frutos para las personas. Aportar algún ejemplo y pedir que se den otros puede ser una forma de llevar a cabo esta actividad. Se emplearán ejemplos de la vida cotidiana (pimientos, castañas, naranjas, nueces) que permitan, además, ver la diferencia entre frutos y semillas, no siempre evidente.

A continuación se les pedirá que imaginen para qué servirían si no los utilizaran las personas.

Posteriormente se les puede preguntar por el beneficio que obtienen las plantas al producirlos o qué le ocurre a una planta si se le recolectan las flores de forma sistemática.

Es necesario trabajar sobre las semejanzas que existen entre la reproducción vegetal y la animal como elemento de comparación y de proximidad entre especies.



Es importante que no se minusvalore ninguna opinión durante el periodo de exposición.

RESULTADO

Al final puede hacerse un resumen de todas las ideas aportadas.

Se les pedirá que organicen todas las ideas en un cuadro viendo las utilidades para las personas, los animales y las propias plantas.

EVALUACIÓN

En esta actividad hay que valorar:

1. El grado de participación y el tipo de aportaciones en función del origen del grupo (medio urbano o rural).
2. El grado de organización de los ejemplos.





El debate

Podemos pensar que la polinización de las plantas no está relacionada con nuestra vida cotidiana. Nada más lejos de la realidad: muchos de los productos vegetales que consumimos los tenemos gracias a la participación de los insectos, sin los cuales no se habrían polinizado las flores y, como consecuencia, las plantas no habrían podido producir los frutos (tomates, pepinos, berenjenas, calabacines... y todas las frutas).

Sólo hay que observar un naranjo en flor: las abejas están continuamente sobre el azahar: de este trabajo nacerán las naranjas que nos comeremos.

En un huerto esto se repite prácticamente en todas las especies.

En la actualidad, tomates, pimientos, berenjenas y demás hortalizas se producen mayoritariamente en invernaderos.

Parecen productos sintéticos: ingeniería genética, control exhaustivo del riego, del abono, empleo de herbicidas y todo tipo de sustancias químicas. Sin embargo, de nada serviría todo esto si no participaran también diversas especies de insectos, como los abejorros, que son los encargados de la polinización. Existe toda una industria de cría de estos animales cuyo destino son los invernaderos de producción industrial. Se introducen en ellos con el único fin de que polinicen las flores para que puedan llegar, más tarde, a nuestra mesa en forma de frutos. La práctica totalidad de la producción de verduras depende de estos pequeños insectos que, de un primer vistazo, pueden carecer de importancia para nosotros.

De esta forma, podemos entender al abejorro como un trabajador más del invernadero.

Junto a estos trabajadores hay otros que cada vez se contratan más: son los encargados del control de plagas. En lugar de emplear tantos productos químicos, se introducen en los invernaderos los insectos que son enemigos naturales de los que producen las enfermedades de las plantas, de forma que se establece un equilibrio entre las poblaciones de "atacantes" y "defensores" tal y como ocurre en la Naturaleza.

Cada vez se extiende más esta forma de trabajar. Cuando dejan de emplearse los productos químicos entramos en el campo de la agricultura ecológica que es una



alternativa a la producción masiva de tipo industrial. La agricultura "no ecológica", si bien tiene mayor rendimiento económico supone, a la par, graves riesgos medioambientales cuyas consecuencias se pagarán en el futuro (o ya se están pagando). En ciertas ocasiones la superproducción obliga a los agricultores a destruir parte del producto para mantener los precios del mercado en un mundo en el que existe el hambre.

A través de los textos que podemos encontrar en el apartado de anexos vamos a conocer la importancia económica de los insectos y las consecuencias que ciertas prácticas agrícolas tienen sobre ellos, sobre el medio ambiente y sobre nosotros.

DESARROLLO

Tras leer los textos del anexo, el alumnado se dividirá en dos grupos, uno que esté a favor de la agricultura de producción masiva y otro que esté a favor de la agricultura ecológica. Cada uno deberá dar argumentaciones a favor de su postura e intentará rebatir la postura del equipo contrario.

Algunos aspectos que se pueden tratar:

- *La rentabilidad económica y la productividad.*
- *Ventajas e inconvenientes del uso de abonos, herbicidas y pesticidas.*
- *La calidad de los productos.*
- *El respeto a la Naturaleza y la salud.*
- *La creación de empleo.*
- *El abandono de las zonas rurales.*
- *El consumo de agua.*
- *Contaminación por plásticos y su reciclaje.*

¿Hay alguna forma de conjugar ambos modelos de agricultura? Los y las participantes tratarán de buscar una solución de compromiso.

EVALUACIÓN

Se evaluará la capacidad de argumentación y el respeto por las opiniones diferentes a la propia. Pueden ser muy importantes los puntos de vista de participantes provenientes de zonas agrícolas dada su relación económica directa con el problema.



Visita al Jardín Botánico

ACTIVIDAD N° 3

Educación 1^a

¿Me l l evas?

Aunque no podamos verlo a simple vista, cada planta produce un polen diferente. Vamos a descubrir lo raros (o familiares) que pueden ser sus formas.

OBJETIVOS

1. Conocer las formas del polen y relacionarlo con la planta que lo produce y cómo llega de una planta a otra.

MATERIAL NECESARIO

- *Fichas de pólenes y polinizadores*
- *Lápices de colores*
- *Frutos y golosinas*

DESARROLLO

El grupo se dividirá en dos: pólenes y polinizadores.

A cada polen se le entrega una ficha con la imagen de un grano de polen y el polinizador que necesita para llegar a otra flor. Sólo ellos conocerán estos datos.

A cada polinizador se le da otra ficha (ambos modelos pueden verse en el anexo) con el nombre de la planta y una imagen del polinizador que es (viento, abeja común, abeja solitaria, abejorro, hormiga, mariposa diurna, mariposa nocturna, bombílido, escarabajo...). Éstos buscarán a los pólenes que tienen que llevar.

Cada vez que a un polen se acerque un polinizador que no es el suyo lo rechazará, hasta que llegue el adecuado. Entonces, juntos, saldrán a buscar la planta por todo el jardín. Cuando la encuentren, harán un dibujo de la planta en la propia ficha del polen y del polinizador, a cambio de lo cual recibirán los pólenes una fruta que tenga semilla y los polinizadores una golosina (caramelos de miel, por ejemplo).



Mientras se comparten las "recompensas", se concluirá sobre la experiencia:

- *¿Qué ocurriría si no existiera polinizador?*
- *¿Qué ocurriría si no llegara el polen a otra flor?*
- *¿Qué ocurriría si no hubiera polen?*

Se puede aprovechar para dar datos sobre el tamaño real del polen, los millones de granos que produce una sola flor y otros datos llamativos.

Se les pedirá que no tiren los corazones de la fruta porque, una vez consumida, se convertirán en dispersadores, procediendo a sembrar las semillas en pequeñas macetas que se llevarán para regarlas y cuidarlas.

EVALUACIÓN

Los dibujos realizados en las fichas se guardarán para la exposición final.





ACTIVIDAD N° 4

Educación 1ª y 2ª

La flor nos dice cómo lo hace

La estructura de la flor nos aporta mucha información sobre la forma de polinización que emplea.

OBJETIVOS

1. Conocer distintas arquitecturas florales y reconocer los vectores de polinización que emplean.
2. Comprender las relaciones que se establecen entre distintas especies de seres vivos y la necesidad que tienen las unas de las otras.

MATERIAL NECESARIO

- Cuaderno de campo y lápiz.

DESARROLLO

Las flores típicas están formadas por un cáliz (parte exterior de color verde) y una corola (de colores vivos). En su interior puede haber estambres (parte masculina, que produce el polen) y pistilo (donde se encuentra el ovario o parte femenina de la flor) o puede faltar alguna de estas partes.

La presencia o ausencia de alguna de las envueltas florales, las formas que adoptan y la cantidad de estambres o la presencia de néctar son adaptaciones a las distintas formas de polinización. Vamos a observar las distintas flores que podemos encontrar en el jardín para tratar de conocer quién las poliniza. Para facilitar la tarea, vamos a usar una clave, que podremos encontrar en el apartado de anexos.

El alumnado organizará las flores que ha visto durante el recorrido por el jardín y sacará una estadística de los diferentes tipos en función de la forma de polinización. En un solar abandonado cerca del centro escolar o durante una excursión se puede repetir esta experiencia.

Los alumnos y alumnas pueden dibujar en un póster cómo cambian las flores y los polinizadores de cada una de ellas.

Ahora se pueden sacar conclusiones:

- ¿para qué sirve el color de las flores?
- ¿por qué disminuye el número de estambres cuando aparece el néctar?



- *¿qué les pasaría a las plantas si desaparecieran los insectos? ¿cuántos frutos producirían?*

Imaginemos que las personas nos dedicáramos a polinizar flores adecuadas a nuestro tamaño. Inventemos una historia que describa cómo serían las flores, cómo entraríamos, qué veríamos dentro de ellas, qué recompensas (que nos gusten) buscaríamos, cómo sería el polen, cómo lo llevaríamos y cuantas cosas se te ocurran. ¿Cómo sería la flor ideal?. Vamos a describirla.

EVALUACIÓN

Se valorará la realización del póster, así como los textos aportados.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Se puede obtener información sobre el polen y las alergias que producen en www.alergianet.com/polinosis.htm

En esta página se pueden conocer las plantas que producen alergias y ver fotos del polen que producen.

<http://www.uco.es/investiga/grupos/rea/temporada/>

Por su gran resistencia, gracias al polen se pueden datar yacimientos arqueológicos, petróleos y carbones, se puede conocer la flora que existía en un lugar en el pasado:

http://www.ih.csic.es/arqueobotanica/palino/index_3.htm

<http://www.ucm.es/info/paleo/ata/libro/f4-10.htm>





ACTIVIDAD N° 5

Educación 1^a y 2^a

Persiguiendo mariposas

Vamos a conocer las mariposas que podemos encontrar en el Jardín Botánico (o en los alrededores del centro escolar) y las plantas que visitan.

OBJETIVOS

1. Reconocer las distintas especies de mariposas que viven en el jardín (u otra zona) y las plantas que visitan y polinizan.
2. Comprender la importancia que tienen estas visitas para las plantas.

MATERIAL NECESARIO

- Cuaderno de campo y lápiz.
- Cronómetro o reloj con segundero.
- Plano mudo del Jardín Botánico.

DESARROLLO

Esta actividad tiene su inicio en el jardín y su continuación en el aula.

El alumnado, en pequeño grupo, se dispersará por el jardín (sin salirse de los caminos) para buscar distintas especies de mariposas que habitan en él. Una vez que encuentren alguna la seguirán a distancia para comprobar qué plantas visita y cuánto tiempo pasa libando y volando. Un componente del equipo tomará los tiempos, mientras otro controla las plantas que ha visitado y otro anota los datos en una tabla. Deberán tomar notas sobre los colores y formas de las mariposas que encuentren para describirlas y dibujarlas posteriormente.

La necesidad de trabajar en equipo para poder realizar esta actividad y la necesidad de cada uno de los materiales empleados (cuaderno, lápices, reloj, etc.) puede compararse con la necesidad que tiene la planta de cada uno de los órganos de la flor y de otros elementos externos (mariposas, viento, sol, etc.), reflexionando sobre la importancia del trabajo en equipo y la importancia de las aportaciones individuales a las actividades colectivas, de lo que la Naturaleza nos ofrece ejemplos continuamente.

Una vez finalizada la experiencia, con los datos obtenidos se establecerá el recorrido que ha hecho la mariposa, dibujando un esquema con las diferentes plantas y trazando



un plano con sus desplazamientos. También se anotarán los tiempos que ha permanecido en cada planta y el tiempo dedicado a los desplazamientos entre plantas.

Se indicarán cuántas visitas pueden ser válidas para la polinización: cuántas flores de la misma planta visitan, cuántas plantas distintas de la misma especie y cuántas plantas de especies diferentes. Posteriormente (en el aula), intentarán localizar el nombre de la mariposa y conocer su ciclo de vida: la oruga de la que procede, cómo vive, de qué se alimenta en cada una de las fases de su vida.

Para el alumnado de primaria, la actividad puede reducirse a dibujar las mariposas que han visto y anotar las plantas que han visitado.

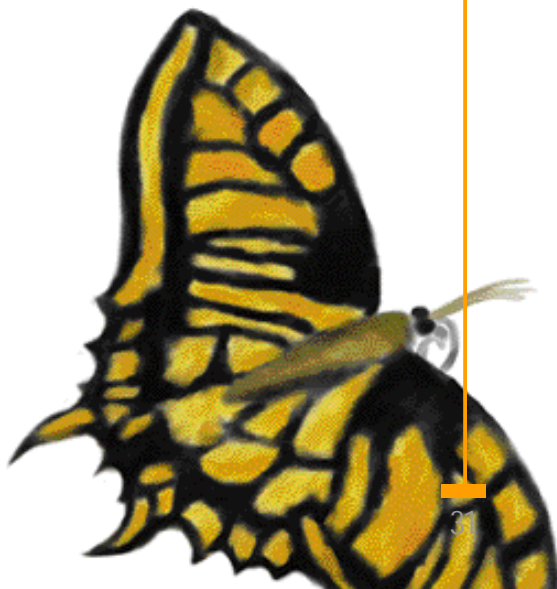
Esta actividad puede simplificarse observando sobre una planta o arbusto en flor el número total de insectos que la visita (tanto de especies diferentes como de la misma especie) durante un tiempo determinado, controlando el tiempo que pasan sobre cada flor y sobre la planta en total. Suponiendo que, por ejemplo, una abeja se lleva 40 mg de néctar de cada flor que visita. ¿cuántas visitas necesita una colmena entera para fabricar un kilogramo de miel? ¿Cuántos días necesita para fabricarlo? En el apartado de anexos pueden encontrarse algunos datos útiles para resolver estas cuestiones.

Un par de datos necesarios: la proporción media de agua del néctar es del 40 % y la de la miel del 18 %.

EVALUACIÓN

Se valorará la presentación de los resultados: plano de desplazamientos, dibujos de las mariposas, ciclo de vida, etc.

(Adaptada de: http://www.vituumuseum.ca/Exhibitions/Butterflies/espanol/teach+games/b_watch.html)





ACTIVIDAD N° 6

Educación 2ª

El ventilador

El viento es quizá el vector más antiguo de los empleados en la dispersión de frutos y semillas. Vamos a conocer las adaptaciones a la anemocoria o dispersión por el viento.

OBJETIVOS

1. Reconocer los frutos y semillas que son dispersados por el viento.
2. Comprender las adaptaciones necesarias para la anemocoria.

MATERIAL NECESARIO

- Ventilador
- Tizas
- Pinzas
- Diversos tipos de frutos y semillas
- Cinta métrica
- Probeta graduada
- Pesacartas
- Plumas, corcho blanco, hojas de papel reciclado, globos...

DESARROLLO

Situaremos el ventilador en un lugar libre de corrientes de aire y colocaremos la cinta métrica partiendo desde él. Tomamos como cero su vertical, y trazamos líneas concéntricas equidistantes (a modo de un campo de lanzamiento de peso). Sobre el ventilador, tomaremos una medida exacta en altura (por ejemplo, 1 metro).

Desde esta posición iremos soltando los diferentes tipos de semillas y anotaremos la distancia recorrida por cada una, estableciendo una clasificación. En el pesacartas pesaremos un número suficiente de semillas iguales para conocer su peso mediante la media aritmética.

Para calcular el volumen de la semilla, emplearemos una probeta graduada llena de agua y una pinza. En ésta trazaremos una línea con rotulador indeleble. Anotaremos el volumen inicial de agua contenido en la probeta. Tomaremos la semilla con la pinza y la sumergiremos hasta la marca realizada en ella, de modo que toda la semilla quede dentro del agua y la agitaremos un poco para que se desprendan las burbujas de aire. Tomaremos el dato del volumen total, del que restaremos el volumen ocupado por la pinza vacía.



El volumen de la semilla se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Vol. semilla} = (\text{Vol. semilla+ pinza}) - \text{Vol. pinza} - \text{Vol. inicial del agua}$$

Iremos anotando todos estos datos en la tabla. Finalmente dividiremos el peso por el volumen. Obtendremos un número que colocaremos en esta tabla. ¿qué le ocurre a los números respecto a la clasificación?

¿Qué necesita, por tanto, una semilla para poder ser dispersada por el viento con eficiencia?

FRUTO O SEMILLA	DISTANCIA	PESO	VOLUMEN	P/V

Ahora ya estamos en condiciones de construir, con los materiales disponibles, semillas gigantes que puedan ser dispersadas por el viento. Podemos comprobar en el ventilador la efectividad de nuestros inventos.

Buscaremos en el jardín las plantas que producen los frutos o semillas que hemos estudiado, e investigaremos cómo son sus flores y de qué parte de la planta salen esos frutos o semillas. Relacionaremos dónde se producen (bosques, matorrales, pastizales) con los datos calculados anteriormente.

EVALUACIÓN

Se evaluará, sobre todo, el rigor en la realización de la práctica y las consecuencias que han sacado de ella mediante la elaboración de la semilla voladora.



El paseo. Tú l a l l e v a s

En muchas ocasiones las plantas usan para dispersar sus frutos a los animales sin que éstos reciban ninguna recompensa a cambio. Esta forma de transporte colectivo requiere adaptaciones para poder fijarse al pelo, la boca o las pezuñas: ganchos, espinas o sustancias pegajosas son empleadas por las plantas.

OBJETIVOS

1. Comprobar la efectividad de las adaptaciones a la epizooecoria.
2. Comprobar cómo participamos en la dispersión.

MATERIAL NECESARIO

- *Bandejas de plástico*
- *Macetas vacías*
- *Lupa*
- *Bolsas de plástico*
- *Turba de siembra*
- *Cuaderno de campo*

DESARROLLO

Esta actividad se inicia en el Jardín Botánico y tiene su continuación en el aula.

Si la visita al jardín se realiza en época próxima al verano, se puede pedir a los chicos y chicas que atraviesen una zona con hierba alta, que estará próxima a secarse.

Posteriormente, y con sumo cuidado, procederán a recoger cualquier elemento que se les haya quedado pegado en el calzado o en el pantalón, se observarán con la lupa y se dibujarán.

En bandejas planas o macetas se procederá a sembrar cada una de las semillas, anotando dónde se coloca el fruto o semilla para conocer posteriormente la planta que germine de ella.

Otra opción es mojar una zona de pastizal hasta que se haga barro y que los chicos y chicas paseen por él. Este barro pegado al calzado se recogerá y se sembrará, manteniéndose húmedo para que germinen las semillas contenidas en él. Posteriormente contaremos tanto las especies diferentes como el número total de



plantas que han crecido en cada una de las porciones de barro sembrado. Si hay oportunidad, se podría repetir esta misma acción con el barro recogido en una zona boscosa y comparar los resultados: se observará que en la zona de bosque cerrado (que les podemos proporcionar en el jardín en caso necesario) el número de semillas germinadas será sensiblemente menor.

¿A qué puede deberse esto? ¿quiénes serán los responsables de la dispersión en las zonas de pastizal? Para que este sistema sea realmente efectivo, ¿deben las plantas producir muchas o pocas semillas? ¿por qué?

RESULTADO

Posteriormente se pondrán por escrito, o en un panel, las conclusiones a las que se han llegado.

En el apartado de anexos puede encontrarse alguna información complementaria sobre otras formas de dispersión.





ACTIVIDAD N° 8

Educación 1ª y 2ª

La carrera de semillas

Vamos a usar la imaginación para intentar comprender cómo se "desplazan" los frutos y las semillas.

OBJETIVOS

1. Comparar las características de los diferentes frutos y semillas en función de su medio de dispersión.

MATERIAL NECESARIO

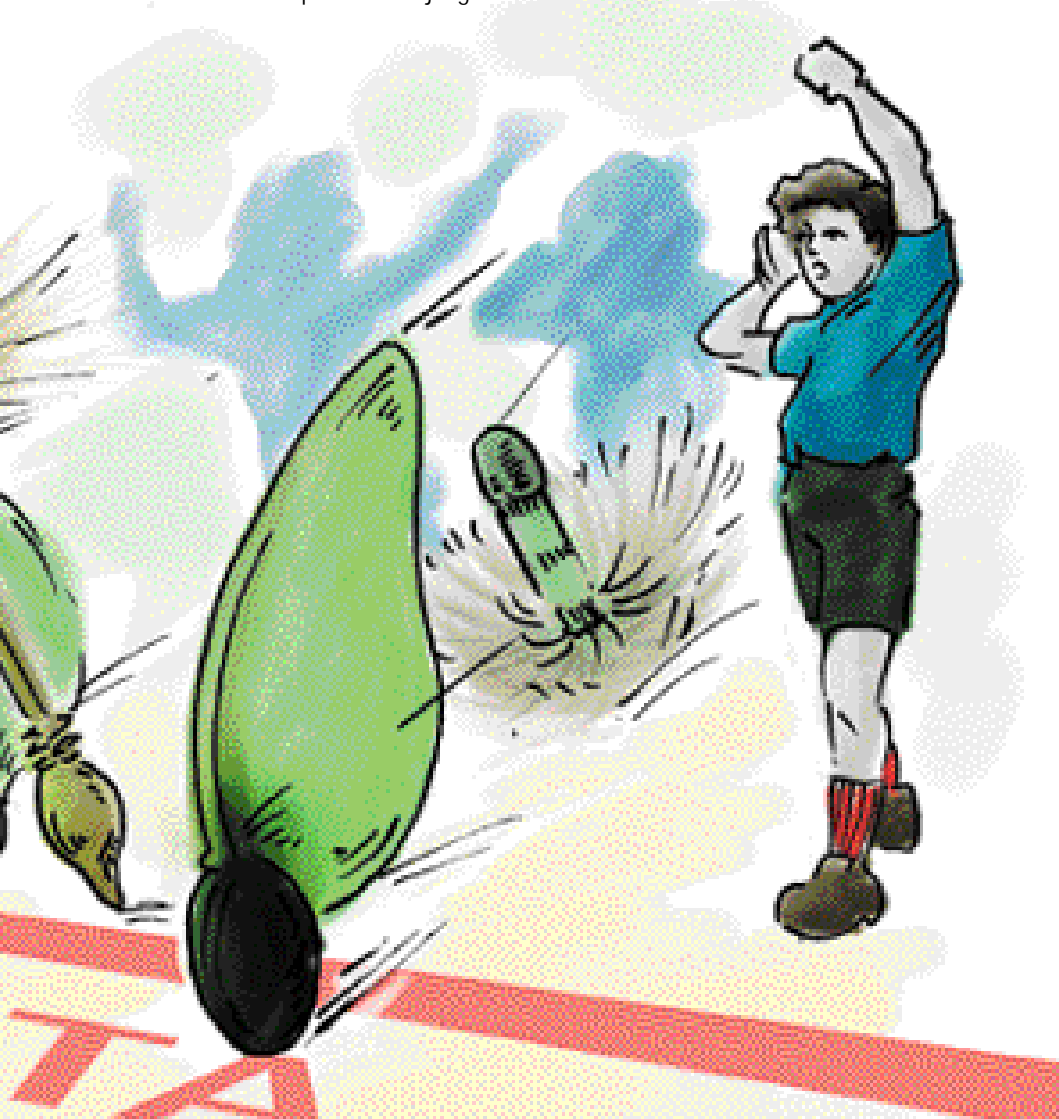
- Frutos y semillas.





DESARROLLO

Con semillas y frutos previamente colectados se pueden hacer pruebas de habilidad: con vilanos de compuestas, con frutos que se pegan a la ropa (*Xantium*, *Daucus*, *Medicago*) y con frutos comestibles. El alumnado deberá transportarlos según el medio de dispersión que crea que tiene el fruto o semilla. La única condición es que no se pueden coger con las manos. Así podemos combinar destreza e imaginación. El juego puede complicarse escondiendo las metas para cada tipo de semilla en función del hábitat de la planta y su "siembra" en lugares más o menos difíciles y/o adecuados para su germinación, para lo que se dispondrá de fichas con los datos relativos a cada semilla o fruto empleado en el juego.





La despensa de la Naturaleza

La Naturaleza ofrece frutos, polen y néctar que consumimos los seres humanos de diferentes maneras. Pero estas recompensas no están pensadas para nosotros. Muy al contrario, la especie humana es una oportunista que se aprovecha de estos alimentos sin ofrecer, en muchas ocasiones, nada a cambio.

OBJETIVOS

1. Conocer el papel de los animales en la dispersión de los frutos del monte mediterráneo.

MATERIAL NECESARIO

- Bandejas de plástico
- Varillas de vidrio y pinzas
- Láminas con semillas, frutos y planta productora
- Cuaderno de campo
- Guantes
- Criba

DESARROLLO

Los frutos, el polen y el néctar, alimentos ricos en azúcares, aminoácidos y otros elementos esenciales para la nutrición y el crecimiento aparecen en ciertas partes de las plantas como recompensa a cambio de un trabajo: la polinización y la dispersión de las semillas. Cada vez que un animal consume un fruto, junto a la pulpa alimenticia consume sus semillas (no digeribles) que libera con sus heces en otro lugar más o menos alejado. Así consigue la nueva planta "alejarse" de la planta madre y colonizar un nuevo lugar sin verse afectada por la competencia que ejercen los individuos adultos de su propia especie por el dominio del espacio y de la luz solar. En muchas ocasiones la semilla necesita este paso por los intestinos de un animal (un pájaro, un zorro, un lobo, un tejón) para poder germinar con más facilidad. En cambio nosotros consumimos la pulpa y desechamos el hueso (la semilla) a excepción de frutos como moras, higos o fresas que consumimos con la semilla incluida.

Durante el otoño y la primera parte del invierno, una gran parte de la energía que obtienen aves y carnívoros como los zorros o las comadrejas la obtienen de los frutos,



encontrando entre sus desechos las semillas dispuestas para germinar con las lluvias y el calor de la siguiente primavera.

Vamos a estudiar el contenido en semillas de las heces de algunos de estos animales silvestres para ver qué han comido. Están secas y vamos a manipularlas con guantes, pinzas y varillas, desmenuzándolas y separando aquellos elementos que nos parezcan semillas.

Una vez separadas vamos a compararlas con las láminas de las semillas y sus frutos para identificarlas. Después las sembraremos para descubrir las plantas que germinan de ellas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En el apartado de anexos se puede encontrar información sobre la forma en que conservamos las semillas como forma de prevenir la extinción de las especies vegetales.





ACTIVIDAD N° 10

Educación 2ª

Los frutos y el monte mediterráneo

A partir de los frutos que se encuentran en una zona es posible conocer la situación de conservación (etapa de sustitución) del monte mediterráneo en ese lugar.

OBJETIVOS

1. Conocer los distintos tipos de frutos existentes en el monte mediterráneo.
2. En función del tipo de frutos, relacionar las especies que los producen con la etapa de degradación del bosque a la que pertenecen.
3. Comprobar cómo se producen los desequilibrios en los ecosistemas.

MATERIAL NECESARIO

- Cuaderno de campo
- Cartulina
- Lápices de colores
- Chinchetas o adhesivos de uso repetido
- Fichas con los tipos de frutos.
- Rotuladores
- Tijeras

DESARROLLO

Como fase previa a la realización de esta actividad, los alumnos y las alumnas deben conocer en qué consiste un fruto y los tipos de frutos más usuales, para lo que pueden consultar la página <http://www.botanical-online.com/losfrutos.htm> que cuenta con imágenes y actividades para conocerlos.

Con la información que podemos encontrar en el anexo, veremos a qué etapa de sustitución pertenecen las plantas representadas en el jardín. Esta misma experiencia la podemos repetir en cualquier excursión que realicemos a un espacio natural, pudiendo determinar de esta manera en qué etapa o estado de degradación se encuentra el lugar que estamos visitando. Para eso hay que ver el tanto por ciento de plantas con cada tipo de fruto respecto al total encontrado.



Una vez clasificadas las plantas en función del tipo de fruto, vamos a buscar caracteres comunes en las plantas pertenecientes a cada uno de los grupos: tamaño, porte, tipo de hojas, etc.

En caso de no haber suficientes frutos en el momento de realizar la visita al jardín, siempre puede recurrirse a fichas en las que se indique tanto la planta como el fruto que produce.

Ya en el aula, una vez que conocemos la importancia de los frutos en el monte mediterráneo, podemos hacer un cuadro con las relaciones (tanto directas como a través de otros elementos del bosque mediterráneo) que establecen las plantas con cada uno de los grupos de animales presentes: insectos, mamíferos, anfibios, reptiles, aves y el medio abiótico: suelo, agua y aire.

Se trazarán líneas continuas cuando estas relaciones sean directas y a trazos cuando sean indirectas, verdes cuando sean positivas y rojas cuando sean negativas. Se emplearán dibujos y flechas recortados que se fijarán con chinchetas a un panel, de modo que se pueda estudiar qué ocurre cuando se quita un elemento del cuadro al resto de los componentes del monte mediterráneo.

Se puede reflexionar sobre el concepto de equilibrio en la Naturaleza.

No se puede olvidar que una semilla es una planta en potencia.

Como ejemplos se pueden usar:

- *Árboles*: encina e higuera
- *Arbustos*: majuelo, acebuche, lentisco, jara, retama y tomillo
- *Hierbas*: viborera, trigo montesino y caléndula
- *Insectos*: abeja, mariposa, abejorro y mosca
- *Anfibios*: rana
- *Reptiles*: serpiente y lagarto
- *Aves*: zorzal, arrendajo, petirrojo, abejaruco, cernícalo, águila y buitre
- *Mamíferos*: conejo, ratón, tejón, jabalí, zorro y humano

Puede hacerse también un cuadro comparativo entre este ecosistema que hemos analizado y el funcionamiento del cuerpo humano, indicando semejanzas y diferencias:



- ¿Quién alimenta al ecosistema? ¿Cuál sería la boca?
- ¿Quién elabora el alimento? ¿Cuál sería el estómago?
- ¿Quién lo distribuye? ¿Cuáles serían las venas?
- ¿Quién lo consume? ¿Cuáles serían los músculos?
- ¿Quién controla el equilibrio entre el consumo de plantas y su producción?
- ¿Cuál sería el hígado y el páncreas?
- ¿Quién recicla? ¿Quién sería el intestino y los riñones?
- ¿Quién dirige este "cuerpo"? ¿Cuál sería el cerebro?

Esta misma comparación puede hacerse con la sociedad en la que vivimos, intentando asimilar cada una de las funciones del ecosistema con los diferentes trabajos y funciones que desarrollamos en nuestra vida cotidiana.





EVALUACIÓN

Se valorará la elaboración de los diferentes cuadros de relaciones.





Trabajo posterior a la visita

ACTIVIDAD N° 11

Educación 2^a

Jugando a ser insectos

Los insectos pueden ser animales beneficiosos (como hemos visto) o perjudiciales: transmiten enfermedades a los humanos o producen plagas en las cosechas. La humanidad ha luchado contra ellos de diferentes maneras, algunas veces con consecuencias muy graves para otras especies e incluso para las propias personas como en el caso del empleo del DDT para el control de los mosquitos transmisores del paludismo.

OBJETIVOS

1. Averiguar para qué se emplean y se han empleado los insecticidas.
2. Conocer los diferentes tipos de insecticidas, el tiempo que duran en el medio y las intoxicaciones que pueden producir en las personas y las formas de tratarlas.
3. Descubrir las consecuencias del uso de cada uno de los tipos de insecticidas para otras especies de animales.
4. Presentar algunas alternativas naturales al uso de insecticidas químicos.

DESARROLLO

Usando como fuente de información internet, el alumnado recopilará información relativa a los insecticidas, sus usos pasados y presentes y las consecuencias de este uso, tanto para el medio ambiente como para las personas.

Se pueden incluir los síntomas y qué se debe hacer en caso de intoxicación por contacto con insecticidas (primeros auxilios, teléfono del Instituto Nacional de Toxicología, etc.).

También se pueden trabajar mensajes que animen al uso responsable de los insecticidas para promover la conservación del medio ambiente.

RESULTADO

Se elaborará un póster con la información que han encontrado y los mensajes sobre el uso responsable de insecticidas que hayan creado.



Se pueden poner en práctica, bien en el aula o bien en casa, algunos remedios alternativos al uso de insecticidas como sembrar algunas plantas repelentes de insectos y cuidarlas: ésta es la mejor manera de comprobar su efectividad.

EVALUACIÓN

Se valorará la elaboración del póster.

ACTIVIDADES RELACIONADAS

En el laboratorio de ciencias se pueden comentar los símbolos que aparecen en los productos químicos, relacionados con su peligrosidad o toxicidad, forma de manejo y de eliminación.





Interferencias

Basándonos en el cuadro de la actividad número 9, vamos a analizar cómo afectan algunas actividades humanas a los sistemas naturales.

OBJETIVO

1. Valorar la repercusión de algunas acciones humanas sobre el equilibrio de los ecosistemas, tomando como base la influencia que estas acciones tienen sobre los vegetales.

MATERIAL NECESARIO

- Cuadro de la actividad número 9
- Lápices de colores
- Cartulina
- Rotuladores, tijeras, chinchetas





DESARROLLO

En la actividad nº 9 hemos visto las relaciones naturales que se establecen entre los componentes de un ecosistema. Vamos a ver la influencia de algunas actuaciones humanas y sus consecuencias sobre este sistema.

Recomendamos dibujar las diferentes fases del ciclo de vida de las plantas (estado vegetativo, en floración, polinización, producción de frutos, dispersión de frutos y semillas, germinación de plántulas) para comprender en qué momento se rompe el ciclo y, a partir de aquí, ver las consecuencias para el resto de los componentes del ecosistema de los siguientes fenómenos:

- Lluvia ácida
- Empleo de insecticidas
- Efecto invernadero
- Creación de reservas naturales
- Establecimiento de monocultivos
- Incendios forestales
- Ganadería excesiva
- Empleo de herbicidas
- Lucha biológica contra las plagas
- Recolección masiva de plantas en floración con fines comerciales
- Erosión
- Contaminación de las aguas
- Caza incontrolada

Éstas y otras actuaciones pueden ser analizadas. Pueden valorarse también las consecuencias de que se trate de fenómenos puntuales o sean acciones continuadas en el tiempo.

Es importante recordar que las semillas de las plantas pueden quedar durante un tiempo en el suelo sin germinar (incluso varios años), por lo que podrían germinar pasada la interferencia.





Cuéntal o por ahí

Con todos los materiales que se han trabajado, se puede preparar una exposición para los demás compañeros y compañeras del centro en la que se expliquen las diferentes formas de polinización y dispersión, las ventajas que tienen para las plantas y otros componentes de los ecosistemas naturales y las consecuencias que puede tener la desaparición de alguna especie para el resto de las especies con las que convive y para nosotros mismos.

En el apartado de anexos pueden encontrarse algunos textos para leer y dar ideas para otros textos literarios que se pueden incluir en la exposición.





DOSSIER INFORMATIVO

POLINIZACIÓN

DISPERSIÓN DE FRUTOS Y SEMILLAS



Polinización

La polinización es el transporte del polen hasta el ovario de una planta de la misma especie (o una próxima). Dada la inmovilidad de las plantas, el éxito de la reproducción depende de este importantísimo paso previo. El resto del proceso es prácticamente igual a la reproducción animal y ocurre de modo similar: los gametos masculinos (contenidos en el polen) viajan hasta el ovario de la flor donde se encuentra el gameto femenino, al que se unen.

Salvo en grupos como los líquenes, todos los organismos vivos tienden a reproducirse de manera sexual, sucediendo con mayor frecuencia a medida que ascendemos en la escala evolutiva. Las ventajas que ofrece la reproducción sexual son muy numerosas: la más importante es la mejora en la capacidad de adaptación (plasticidad ecológica) ante cambios inesperados en el medio gracias al intercambio genético que se produce.

La reproducción vegetativa no permite tal cosa, manteniéndose generación tras generación la misma carga genética, sin posibilidades reales de evolución salvo por mutaciones al azar.

Cada una de estas estrategias responde a unas condiciones ambientales concretas, estando primada la reproducción vegetativa en casos en que la planta está sometida a estrés por cualquier causa y tiene que garantizarse la supervivencia.

En los demás casos, la reproducción sexual aporta mayores ventajas. Y deben ser muy significativas en tanto esta forma de reproducción implica la transformación de estructuras y la producción de elementos altamente nutritivos para alimentar al gameto y posteriormente a las semillas.

La primera consecuencia de la reproducción sexual es la transformación de órganos en la planta: algunas hojas pierden su original función fotosintética para pasar a proteger los órganos reproductivos de la planta (estambres y ovario) mientras que no están maduros.

Las primeras plantas con flores debieron ser autógamas o, lo que es lo mismo, el polen fecundaba al ovario de la propia flor. Esta forma de reproducción es propia de las plantas pioneras cuyo objetivo fundamental es ocupar el espacio en condiciones poco favorables.

Las plantas han ido desarrollando estrategias para evitar la autogamia (pues no se produce intercambio genético entre individuos) mediante el establecimiento de barreras entre las partes masculina y femenina de las flores.



Estos impedimentos pueden clasificarse en tres grupos:

1. Impedimentos físicos
2. Impedimentos fisiológicos
3. Impedimentos químicos

- *Impedimentos físicos*

En las flores hermafroditas, las barreras de tipo físico consisten en la separación de ambas estructuras: mediante el alargamiento del pistilo, el acortamiento de los estambres y creando estructuras como pelos o pliegues dentro de la corola de la flor para impedir que el polen caiga sobre el estigma, entre otras.

En otro momento se procede a separar los sexos en flores diferentes. Así se pasa de flores hermafroditas (ambos sexos en la misma flor) a plantas monoicas (flores de los dos sexos en la misma planta) y a plantas dioicas (plantas masculinas y femeninas separadas).

- *Impedimentos fisiológicos*

El más destacable es la maduración asimétrica de las partes masculina y femenina de la flor. De esta manera, se produce en primer lugar el polen y una vez finalizada la liberación de éste comienza a madurar el ovario. Así se asegura que el polen que llegue a él procederá, al menos, de una flor distinta.

Este fenómeno se combina con la gradación en la floración: no todas las flores maduran al mismo tiempo dentro de una planta.

- *Impedimentos químicos*

Por último hay especies que han desarrollado sustancias que reconocen al polen propio e impiden su eclosión en el estigma de la flor. Se puede hablar de una autoinmunidad frente al polen propio.

Formas de polinización

Los vectores fundamentales de la polinización dentro de la región mediterránea son el viento (anemofilia) y los insectos (entomofilia).

- *Anemofilia*

El viento es el agente polinizador más antiguo. Implica que hay que producir grandes cantidades de polen y con un peso específico muy reducido que le permita permanecer en el aire el mayor tiempo posible. De los millones de granos de polen que



produce una planta anemófila, unos pocos, muy pocos proporcionalmente, llegarán hasta una flor genéticamente compatible de la misma especie. Precisamente, la mayoría de las plantas que producen alergias a causa de su polen están en este grupo de plantas que emplean el aire como agente polinizador.

Que la mayoría de las alergias al polen se produzcan precisamente a finales de la primavera y principios del verano es debido a que desciende la humedad ambiental, lo que permite que el grano disminuya su peso específico y, por tanto, vuela más. Y éste es el momento de su madurez, cuando es liberado por la planta.



La proliferación de las alergias al polen en los humanos no es más que un efecto secundario de un fenómeno natural. Que cada vez seamos más sensibles nos debe hacer pensar, en primer lugar, que estamos menos adaptados a vivir en condiciones naturales y, en segundo, que la modificación de las condiciones naturales (como el aumento de la contaminación atmosférica) y la falta de contacto con la Naturaleza está en el origen de esa pérdida de adaptación: de hecho, las alergias al polen son más frecuentes en zonas urbanas que en zonas rurales, donde se supone que se está más expuesto.

Ya hemos visto una adaptación a la anemofilia: una producción masiva de polen, de poco peso. Pero ese polen debe ser fácilmente dispersable en el aire. La segunda adaptación va en este sentido. Para ello, las plantas "sacan" los estambres fuera de la flor, reduciendo sus envueltas hasta hacerlas desaparecer. Ejemplos típicos son las gramíneas (con dos grandes anteras fuera de la flor en la madurez), los chopos (espigas de flores sin envueltas) que cuelgan del extremo de las ramas. Lo mismo le ocurre a las encinas, alcornoques y quejigos.

Una tercera adaptación, sobre todo en las herbáceas, es elevar las flores lo más posible sobre el nivel del suelo para aprovechar más la fuerza del viento: los llantenes (género *Plantago*) elevan un escapo de flores sin hojas y las ortigas sitúan las espigas florales en el extremo superior de la planta. Los pinos son plantas típicamente anemófilas: producen grandes cantidades de polen (que llegan incluso a producir las "lluvias de azufre" y a teñir el suelo de amarillo) y colocan las flores en el extremo de las ramas para que el viento las agite y no tengan obstáculos para alejarse.



La anemofilia tiene algunos inconvenientes para la planta:

En primer lugar, la inespecificidad del vector: las condiciones meteorológicas son muy cambiantes, afectando seriamente al éxito reproductivo. Una simple tormenta de primavera inesperada envía al suelo grandes cantidades de polen que jamás llegarán a su destino. Cambios de dirección del viento o periodos de calma también afectan negativamente. Precisamente por esto es por lo que se produce el polen de forma masiva.

En segundo lugar, la planta tiene que realizar un enorme gasto energético para producir semejantes cantidades:

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POLEN		
Constituyentes	Valor medio (%)	Rango (%)
AGUA	11.2	7.0 - 16.2
PROTEÍNAS	21.6	7.0 - 29.9
CARBOHIDRATOS	31.0	20.5 - 48.4
CENIZAS	2.7	0.9 - 5.5
OTROS COMPUESTOS (vitaminas, minerales, etc.)	28.6	21.7 - 35.9
Valor energético	337 Kcal/100g	

(fuentes: infoagro.com y Fundación Española de la Nutrición)

- *Entomofilia*

Algunas plantas evolucionaron hacia el empleo de otros vectores más específicos: los insectos. Al especializarse, las plantas se pueden permitir disminuir la producción de polen.

En el caso de las plantas entomófilas las adaptaciones son mucho más llamativas: aparecen las flores típicas que conocemos con el objetivo fundamental de llamar la atención de los insectos y atraerlos, manteniendo su función primigenia de protección de los elementos reproductivos.

Un ejemplo de la transición de hojas a pétalos lo podemos encontrar en la flor de pascua: las hojas rojas han perdido la clorofila pero no la morfología y rodean a los estambres y pistilos, llamando la atención de los insectos hacia esta parte de la planta.



La flor va a adoptar diferentes morfologías: las más abiertas permiten el acceso de cualquier tipo de insecto para alimentarse allí. Se trata de flores como las rosas o las jaras, que ofrecen mucha superficie, cuentan con numerosos estambres y producen una buena cantidad de polen. La producción de néctar es escasa o nula. Abejas, escarabajos, hormigas acuden a estas flores a consumir precisamente el polen, por eso tienen que producir un excedente para compensar este consumo. El polen que se va pegado al cuerpo de estos animales es el realmente útil para la reproducción de la planta.



El siguiente paso es la reducción en el número de estambres (con lo que disminuye el gasto en producción de polen). Encontramos flores con 20, 10, 6, 5, 4 y hasta 2 estambres. Paralelamente, la arquitectura de la flor se va transformando también para impedir el acceso de insectos no deseados a los granos de polen: se cierran los pétalos (como en el caso de las Leguminosas), se sueldan formando un tubo (Borragináceas, Convolvuláceas), se pierde la simetría en la flor, hasta formar corolas labiadas (Lamiáceas,

Escrofulariáceas) que llegan a cerrarse, debiendo el insecto hacer el esfuerzo para abrirla y penetrar.

A la vez que se produce esta reducción del androceo (de los estambres), la planta aumenta la producción de néctar que pasa a ser la recompensa que busca el insecto (abejas, abejorros, mariposas, Bombílidos) y lo sitúa de manera que obligue al vector a rozarse con los estambres (en el fondo de tubos como en el matagallos (*Phlomis*) o de espolones como en violetas o *Delphinium*).



Pero la recompensa no es suficiente para atraer a los insectos: antes éstos tienen que encontrar las flores: el color, el olor y el diseño de los pétalos con marcas denominadas guías nectaríferas son las formas de "indicar" a los vectores que allí tienen alimento.



Los colores de las flores que más predominan en el monte mediterráneo son el blanco, el amarillo y el azul, fácilmente visibles. Muchas de ellas son visibles también en el ultravioleta. En esta parte del espectro ven algunos insectos, entre los que se encuentran las abejas.



Otra adaptación llamativa es la formación de inflorescencias: cuando las flores son demasiado pequeñas para llamar la atención individualmente tienden a reunirse en grupos de flores que imitan una flor de mayor tamaño. Los ejemplos más clásicos son las margaritas (familia Compuestas) y las Umbelíferas (la familia a la que pertenecen la matalauva, las zanahorias y el apio, por ejemplo). Dentro de las inflorescencias se producen muchos de los fenómenos descritos para evitar la autopolinización.

Puede afirmarse que, mientras más complicada sea la estructura de una flor, más especializado estará el polinizador, como ocurre en las orquídeas.

A veces la recompensa no es alimenticia: es el caso de las plantas dormitorio (como *Aristolochia baetica*) o simplemente no existe, como ocurre en las plantas-trampa (*Arum italicum*): los insectos buscan refugio o caen en ellas y se van cargados de polen.



Dispersión de frutos y semillas

La dispersión es el fenómeno mediante el cual una planta puede alejar sus semillas de ella misma para así poder ampliar su **área de distribución**. Junto con la polinización constituye el momento más importante para la perduración de la especie.

La dispersión supone para la planta una serie de ventajas:

- Evita la mortandad que se produce por la germinación de las plántulas cerca de los parentales, evitando **competencia** entre plántulas, posibles plagas y disminuyendo la predación por parte de los herbívoros, que aumenta con la concentración de plántulas (HIPÓTESIS DE ESCAPE).

- Posibilita la ocupación de nuevos espacios, sobre todo en las especies llamadas **pioneras**, que escapan de lugares con gran concentración y son lo suficientemente plásticas como para adaptarse a otras condiciones (HIPÓTESIS DE COLONIZACIÓN). En este grupo se incluyen especies de ciclo de vida corto, germinación no estacional, elevado índice de **autogamia** y que son dispersadas por agentes físicos o de forma **autócora** (por medios propios de la planta).
- Permite la colonización de hábitats especialmente adecuados para el desarrollo de nuevas plantas. Se refiere a aquellas especies de nicho ecológico tan estrecho que requieren un **agente dispersante** concreto que sitúe las **díasporas** (semillas y/o frutos) en esos lugares especiales. (HIPÓTESIS DE DISPERSIÓN DIRIGIDA).

Como se puede ver, en cada tipo de planta hay unas motivaciones especiales para favorecer su dispersión y, por tanto, para "elegir" un dispersor adecuado.

En la dispersión influyen una serie de factores, tanto generales como específicos.

Entre los generales podemos destacar:

- **Geográficos:** constituidos por barreras físicas; por ejemplo, la disposición de las cadenas montañosas. Las cadenas montañosas europeas actúan como barreras para los vientos (impidiendo la dispersión por el viento), mientras que en América no ocurre, discurriendo los vientos de forma paralela a ellas.
- **Climáticos:** condiciones térmicas o hídricas; por ejemplo, *Rubia peregrina* está limitada por la *isoterma* de 4.2°C en enero. Los alcornosques están limitados por la isoyeta de 600 l/m² anuales de lluvia.
- **Edáficos:** barreras físicas (textura del suelo) o químicas (pH y composición).
- **Bióticos:** competencia con otras plantas, imponiéndose barreras físicas (acceso a la luz) o químicas (inhibidores de la germinación).

En cuanto a los específicos hay que destacar la amplitud ecológica (plasticidad de la especie que permite variaciones morfológicas y fisiológicas que ajustan la especie al hábitat) y el potencial evolutivo. A medida que aumentan estas características más fácil será la adaptación a nuevas condiciones.

Métodos de dispersión

Los diferentes métodos se definen en función del agente que se emplee. Podemos



dividirlos en autócoros, físicos y biológicos. En líneas generales podemos afirmar que los métodos físicos son menos efectivos que los que emplean vectores animales; si bien, en general, con los medios físicos pueden alcanzarse mayores distancias.



- **AUTOCORIA:** la planta emplea sus propios recursos para dispersar sus semillas. En este grupo podemos incluir a *Ecbalium elaterium*, el pepinillo del diablo, que dispersa sus semillas produciendo una sobrepresión que hace explotar el fruto cuando está maduro, el género *Erodium* (los relojeros) que se autoentierra mediante giro, o muchas leguminosas que rompen el fruto de forma asimétrica para liberar las semillas y lanzarlas a cierta distancia.

- *Métodos físicos*

Entre los métodos físicos podemos destacar:

- **ANEMOCORIA:** es la dispersión que se realiza mediante el viento. Las adaptaciones están dirigidas a la reducción del peso específico (relación peso/volumen). En general, podemos decir que es seleccionada cualquier mutación que produzca un retraso en la velocidad de caída.



Como es lógico, la distancia recorrida será proporcional a la fuerza del viento e inversamente proporcional al peso específico. Un factor negativo es la humedad ambiental.



Existen básicamente dos tipos de semillas:

1. Voladoras, que cuentan con apéndices plumosos (como en el caso de los vilanos de las compuestas) o alas (frutos de arces, fresnos y olmos, por ejemplo).
2. Corredoras (estepicultoras). También aumentan la superficie para ofrecer, en este caso, resistencia al



viento. Un ejemplo es el del cardo corredor (*Eryngium campestre*): el viento termina arrancando la parte aérea de la planta, que dispersa sus frutos a medida que es arrastrada.

Esta forma de dispersión es propia de zonas abiertas y de etapas pioneras de la sucesión.

- **HIDROCORIA:** el medio de dispersión es el agua. El ejemplo más llamativo es el de los cocos: semillas gigantes adaptadas para flotar en el mar durante mucho tiempo y germinar cuando vuelvan a tocar tierra. En nuestras latitudes también existen ejemplos: adelfas, alisos, *Lithrum* tienen semillas plumosas que les permiten flotar en la corriente de los ríos y arroyos.



- *Métodos biológicos*

Los métodos biológicos emplean a los animales para la dispersión, por lo que reciben, en general, el nombre de ZOOCORIA.

A primera vista, no parece muy importante la acción de los animales para la configuración del paisaje. Esto es cierto si observamos sólo un momento determinado. Pero si realizamos una observación continuada no cabe duda de que los animales, y en especial los pájaros frugívoros, desempeñan un papel de vital importancia en la distribución de las especies vegetales que dan fisonomía al paisaje en nuestras latitudes y, en concreto, al Bosque Mediterráneo.

El empleo por parte de las plantas de vectores animales para dispersar nos debe hacer pensar en ecosistemas en etapas más maduras y en largos periodos de convivencia (a escala evolutiva) entre animales y plantas, si bien esto debe ser matizado.

Se distinguen tres tipos de dispersión zoócora:

- **SINZOOCORIA**
- **EPIZOOCORIA**
- **ENDOZOOCORIA**

El primer método podemos calificarlo casi de anecdótico en nuestras latitudes, si bien algunas plantas aprovechan el interés de las hormigas por ciertos nutrientes que aparecen en algunos frutos, dejando las semillas casi intactas para la germinación.



La epizoocoria es un mecanismo importante en las zonas abiertas, donde multitud de especies se han adaptado para que sus frutos sean dispersados por los grandes herbívoros de las praderas y sabanas, bien sea desarrollando apéndices ganchudos o sustancias pegajosas.

Apéndices ganchudos aparecen en muchas plantas mediterráneas: umbelíferas del género *Daucus* (zanahorias silvestres), leguminosas del género *Medicago* (alfalfa) o ciertas gramíneas como *Setaria* (almorejo, panizo) y *Aegilops* (trigo montesino).

Semillas pegajosas encontramos en el muérdago (género *Viscum*), plantas parásitas que se valen de los pájaros para dispersar sus semillas.



Un mecanismo muy interesante es el que emplean ciertas plantas de marisma: desarrollan semillas muy pequeñas que se mezclan con el barro y se pegan a las patas y las alas de las aves, transportándolas a larga distancia hacia otras marismas. De otra forma no se podría explicar la distribución de ciertas especies vegetales de zonas húmedas.

Por último, la endozoocoria supone el mecanismo más interesante en el bosque mediterráneo, en especial, la ornitocoria o dispersión por pájaros, aunque también favorecen la dispersión algunas especies de carnívoros como zorros, tejones, garduñas, ginetas... Se excluyen como agentes dispersores todas aquellas especies que consumen el fruto destruyendo la semilla puesto que su participación en la dispersión es accidental o simplemente nula.

Las plantas deben presentar frutos que sean vistos por los pájaros, que resulten atractivos y que permitan la dispersión cuando las semillas estén en las condiciones adecuadas de viabilidad. Las adaptaciones que presentan son:

1. Parte comestible atractiva (nutritiva y sabrosa).
2. Protección del fruto antes de la maduración de la semilla (producción de taninos).
3. Protección de la semilla frente a la digestión (cubiertas duras).
4. Color vivo y, sobre todo, brillante de la superficie (los colores brillantes son los más fácilmente vistos por los pájaros).



5. Permanente adhesión a la rama.
6. Epicarpo blando si la diáspora es la semilla. En caso de que éste sea duro las semillas han de quedar expuestas bien porque se abra el fruto, bien porque se dispongan por fuera.

Debe pensarse, para explicarnos esta serie de adaptaciones, que los pájaros tienen un buen sentido de la vista, nulo del olfato, vida arborícola y ausencia de dientes.

Los mamíferos se interesan por los frutos de olor agradable y tamaño más grande. Los frutos deben desprenderse de la rama tras la maduración. Como ejemplos de frutos dispersados por carnívoros podemos nombrar higos y moras entre otros muchos.

En la ornitocoria y, en general, en cualquier tipo de endozoocoria, hay una serie de factores que se deben conjugar:

- Por una parte las características propias del dispersante, tales como el diámetro y estructura de la boca, y sus necesidades energéticas y nutricionales.

El aporte nutritivo debe estar de acuerdo con la demanda fisiológica: la planta produce los frutos de forma extensiva en la época en que más lo necesita el dispersante y equilibra los nutrientes (siendo máximo el % de lípidos en la época próxima al invierno, cuando más lo necesita el animal).



En el fruto existen dos tendencias básicas: aumentar la relación pulpa/semilla y disminuir la succulencia (reducir el contenido en agua) pues el tamaño de la semilla no puede disminuir por debajo de un límite fisiológico determinado. Con ello se consigue aumentar el poder nutritivo sin aumentar el tamaño del fruto (que podría suponer que los pájaros picaran la pulpa sin ingerir las semillas). Es un hecho que a medida que aumenta el poder nutritivo de un fruto menor es el número de semillas que produce, lo que demuestra el éxito del mecanismo.

En el monte mediterráneo la pulpa supone entre el 30 y el 50% de los frutos, la semilla del 3.5 al 39% y el resto está constituido por agua.



- Por otra parte, los requerimientos de la semilla para poder germinar:
En muchas ocasiones, el paso de la semilla por el tracto intestinal de un animal es totalmente necesario para su germinación pues el ataque ácido que sufre permite que se rompan las cubiertas de protección de la semilla, cosa que, de otra forma, no ocurriría.

La producción de frutos durante el otoño y comienzo del invierno permite conjugar las necesidades del dispersor con las de la planta pues ésta necesita que la semilla esté en el suelo antes de la estación fría para que se produzca un fenómeno de estratificación fría-cálida y seca-húmeda natural que requirieren muchas semillas para germinar.

La estacionalidad en la producción de frutos también es muy importante para la planta en otro aspecto: puesto que la producción de frutos supone un elevado gasto de energía, no se puede simultanear con otras actividades de la planta tales como crecimiento o reproducción; por tanto, es evolutivamente favorable dividir la energía de la planta en partidas que se gastan según las necesidades del momento.

Sin embargo, estas tendencias no parecen estar reguladas por mecanismos de presión selectiva de los animales sobre las plantas (fenómenos coevolutivos), sino que parecen estar determinadas por condicionantes filogenéticos de las especies vegetales. De hecho, la mayoría de las especies que presentan frutos carnosos en el monte mediterráneo proceden de épocas anteriores a la aparición del clima mediterráneo (antes del Plioceno); es decir, se trata de especies premediterráneas (madroño, jazmín, mirto, lentisco, encina, rododendro, zarzaparrilla, zumaque), cuyos frutos han cambiado muy poco a lo largo de su historia evolutiva, lo que parece indicar más una adaptación de los pájaros actuales que una forma de selección de éstos sobre las especies productoras de frutos.

Un hecho llamativo es la coincidencia temporal de frutos con composiciones complementarias, siendo mayor que entre los que las tienen similares. Desde este punto de vista podría explicarse el mantenimiento en el ecosistema de las especies ricas en micronutrientes, lo que no deja de ser aventurado.

Lo cierto es que muy pocas especies de pájaros pueden calificarse como especialistas en una especie vegetal, sino que realizan visitas a numerosas especies, tanto de composiciones completas como poco nutritivas.

Todos estos datos permiten demostrar claramente la complejidad de las relaciones en los ecosistemas mediterráneos.



Relación entre sucesión y dispersión en el monte mediterráneo

Las plantas se expanden siempre desde zonas de alta densidad a zonas de más baja concentración. Esta capacidad de expansión está relacionada con el papel de la planta dentro del ecosistema y con su posición en la sucesión, de manera que disminuye a medida que aumenta ésta.

La velocidad de expansión está relacionada con la capacidad de transporte por parte del agente dispersante, el gradiente de densidad de la población, la movilidad de las diásporas y el número de las mismas.

La dispersión a larga distancia supone una pérdida de diásporas y energía por parte del ecosistema si esta dispersión no está suficientemente dirigida por el agente adecuado.

Parece evidente intuitivamente que, a medida que avanzamos en la sucesión, los mecanismos de dispersión van a ir cambiando hacia una mayor complejidad: los métodos más evolucionados de dispersión deben producirse en las etapas maduras. El concurso de un dispersante supone un aumento de la información existente en el ecosistema, lo que hace pensar que se trata de un fenómeno más evolucionado.

En las etapas pioneras, con especies de ciclo corto, gran amplitud ecológica y gran número de semillas, es fácil adivinar unos métodos poco selectivos puesto que se compensan con el gran número de semillas.

A medida que avanzamos cada vez se van produciendo menores cantidades de diásporas como modo de ahorro de la energía que la planta puede desviar hacia otras necesidades. Por tanto, los métodos se dirigirán a conseguir un aumento en la proporción final de semillas germinadas/semillas producidas. Finalmente, la especialización llega a tal extremo que es necesario que la semilla pase por el aparato digestivo de un animal para que germine.

En el bosque mediterráneo los métodos de dispersión van desde los más simples (autocoria y anemocoria) a los más complicados (ornitocoria y mamaliocoria). Incluso hay casos de no dispersión como ocurre con las cápsulas de las cistáceas, que tienen gran capacidad de germinar en lugares vacíos (por ejemplo, tras incendios forestales). Puede tratarse éste de un caso de "aseguramiento de la colonización" puesto que la capacidad de germinación de estas semillas no sólo no se pierde con el fuego sino que, por el contrario, aumenta; lo que indica que el fuego es un fenómeno habitual en el ámbito mediterráneo.



En las leguminosas espinosas propias de las primeras etapas de matorral denso se producen numerosos fenómenos de autocoria: apertura controlada por el % de humedad de los frutos, de forma asimétrica, para generar presiones que lancen las semillas a cierta distancia de la planta.

La ornitocoria y la mamaliocoria son destacables en la etapa de matorral noble, en la que la mayoría de las especies producen frutos carnosos.

En el matorral mediterráneo, entre el 45 y el 65% de las especies leñosas producen frutos carnosos y cubren entre el 50 y el 75% de la superficie.

Con respecto a los bosques templados existe la diferencia de que las especies con fruto carnoso ocupan en éstos el dosel del bosque y las zonas aclaradas, mientras que en el bosque mediterráneo ocupan etapas intermedias (durillos, lentiscos) y finales (madroños, mirtos, olivillas) de la sucesión.

La producción de frutos carnosos es extensiva, con pequeñas manchas de matorral productor de frutos secos, justo lo contrario de lo que ocurre en el bosque templado y en el bosque tropical, donde se producen pequeñas manchas productoras de frutos carnosos rodeadas de zonas improductivas. Nos encontramos a medio camino entre ambos en cuanto a producción: unos 150 frutos/m².

Superada esta etapa, los árboles que definen el paisaje mediterráneo (en concreto *Quercus* y *Pinus*) no parecen tener mecanismo de dispersión de acuerdo a su posición ecológica. Cabría esperarse algún mecanismo de sinzoocoria pero es poco probable dadas las características de sus frutos (altamente energéticos). Es posible que el árbol deba esperar a que se desarrolle una etapa de matorral para así poder proteger al fruto y a la plántula de la presión de los herbívoros, manteniéndose la competencia por el espacio y la luz con los individuos de la propia especie.

Por último, no debemos olvidar el papel que jugamos los seres humanos en la dispersión, sobre todo de especies pioneras, con las acciones que ejercemos sobre los bosques o simplemente con la introducción y aclimatación de especies foráneas. Hoy día las carreteras y vías férreas se han convertido en vías de penetración de nuevas especies: como ejemplo, el crisantemo americano que puebla las cunetas de carreteras y pistas forestales de buena parte de Andalucía se ha dispersado con los cereales y ganados importados y transportados por carretera y ferrocarril.



ANEXOS

ACTIVIDAD N° 2

El debate

ACTIVIDAD N° 3

¿Me llevas?

ACTIVIDAD N° 4

La flor nos dice cómo lo hace

ACTIVIDAD N° 7

El paseo. Tú la llevas

ACTIVIDAD N° 9

La despensa de la Naturaleza

ACTIVIDAD N° 10

Los frutos y el monte mediterráneo

ACTIVIDAD N° 13

Cuéntalo por ahí



actividad nº 2

El Debate

La producción agrícola en Andalucía

6.2. Producción de los principales cultivos agrícolas por provincias. Año 2000*
(Tm)

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jéner	Málaga	Sevilla	Andalucía
Cereales para grano	33.027	349.053	506.086	153.900	90.673	55.862	108.832	933.754	2.320.978
Leguminosas para grano	384	4.366	10.901	2.353	2.855	3.959	6.060	4.156	35.194
Tubérculos para consumo humano	7.324	71.691	92.959	94.503	11.217	48.163	105.662	146.036	578.232
Hortalizas	2.490.253	817.844	151.309	589.455	347.724	76.050	422.096	259.721	5.124.854
Cultivos industriales	-	1.108.632	342.535	71.039	74.674	87.572	58.884	210.157	1.819.817
Cultivos forrajeros	12.375	174.480	234.502	329.471	111.009	89.445	136.512	545.255	1.593.042
Flores y plantas ornamentales (milés de unidades)	43.708	1.387.776	29.730	71.869	7.152	42.485	26.850	215.090	1.835.402
Frutas cítricas	100.168	47.720	78.732	13.043	161.053	16	241.310	267.839	868.065
Frutas no cítricas	24.088	2.592	21.554	110.039	25.249	17.464	57.309	104.710	302.740
Vitíco	24.304	117.228	68.514	7.027	40.499	1.895	19.012	78.389	324.484
Olivar	29.820	25.910	1.038.533	393.372	17.639	2.293.130	274.673	450.470	4.429.598

FUENTE: Consejo de Agricultura y Pesca
*datos provinciales.

Uso de fertilizantes en Andalucía

	Nitrogenados	Fosfatados	Potásicos	Complejos	Total
ANDALUCÍA	715,018.0	99,396.0	33,715.0	1,166,361.0	318,232.0

Descripciones de los campos:

Consumo de fertilizantes (en toneladas)

Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Año de la Fuente: 2000

Consumo de productos fitosanitarios en Andalucía

	Insecticidas	Acaricidas	Nematocidas	Fungicidas	Herbicidas	Fitorreguladores	Molusquicidas	Varios
ANDALUCÍA	9310.39	723.33	1943.57	6597.86	7832.83	3069.56	270.49	620.7

Descripciones de los campos:

Consumo de fitosanitarios (en millones de pesetas)



Observaciones a la tabla:

Fuente: Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas (AEPLA)

Año de la Fuente: 2000

Agricultura ecológica en Andalucía: superficies y cultivos 1999

Tipo	Superficie cultivo
Apicultura	351.25
Aromáticas, medicinales y cosméticas	280.742
Bosque y recolección silvestre	8208.4632
Cítricos	529.009
Dehesa	11461.42
Frutales regadío	181.6131
Frutales secano	10297.1058
Herbáceo regadío	263.4205
Herbáceo secano	8157.18056
Hortícolas	790.4946
Invernaderos	23.437
Olivar	20978.1549
Olivar regadío	291.4059
Pratenses	1.63
Subtropicales	333.77
Viñas	161.5409
Viveros	7.4974
TOTAL	62318.13486



Ventajas de la producción agrícola masiva y algunos de sus inconvenientes:

- **Brasil: Proteccionismo castiga productividad agrícola**

por Mario Osava

RIO DE JANEIRO, may (IPS) Brasil duplicó la cosecha de granos en los últimos 18 años sin ampliar el área sembrada, en un empuje de productividad que choca con el proteccionismo de los mayores mercados externos.

Los cálculos indican que la cosecha brasileña de este año alcanzará a 100 millones de toneladas, superando ampliamente el estancamiento de la producción que se registraba hasta casi la mitad de los años 80, cuando sumaba sólo 50 millones de toneladas anuales en promedio.

El área sembrada en estas dos últimas décadas registró una ligera caída de dos por ciento, limitándose a 39,2 millones de hectáreas el año pasado, según datos del Ministerio de Agricultura.

Pero la productividad alcanzó a casi 2,6 toneladas por hectárea en la última cosecha, exactamente el doble de hace 18 años.

La mayor parte de ese avance se registró en los años 90 y se debe en especial a la producción de soja y de maíz, dos granos que responden hoy por más de tres cuartos de la cosecha de cereales y oleaginosas.

A eso se suman productos, como el café, el azúcar y el jugo de naranja, de los que Brasil es en algunos de esos casos tradicionalmente primer exportador mundial y en otros tomó el liderazgo últimamente en producción y exportación.

El negocio agrícola constituye la gran fuente de divisas para el país. Ese sector obtuvo el año pasado un superávit comercial de 19.000 millones de dólares, casi anulado en las cuentas generales del Estado debido al déficit registrado por el sector industrial, en especial el de productos electrónicos y químicos.

Ese cuadro empuja a Brasil a luchar con mayor firmeza contra las barreras y subsidios agrícolas de los países ricos, que de esa manera protegen su producción rural y provocan la caída de los precios internacionales de muchos productos.

El gobierno brasileño de Fernando Henrique Cardoso decidió demandar ante la Organización Mundial de Comercio (OMC) los subsidios concedidos por Estados Unidos a sus productores de soja y algodón, en un intento por contener esa política negativa para los demás países.

Pero la aprobación en el Congreso estadounidense de una nueva ley, promulgada el 13 de este mes y que elevó a más de 180.000 millones de dólares los subsidios agrícolas para los próximos 10 años, provoca un impacto mundial que hace temer un retroceso en la liberalización del comercio mundial.

La Confederación Nacional de Agricultura (CNA), que representa a los grandes productores brasileños, calculó en 2.400 millones de dólares anuales las pérdidas que tendrá el país a causa de esa nueva norma estadounidense, también conocida como "Farm Bill".

La soja brasileña será la más afectada, con pérdidas de 1.600 millones de dólares al año, según Antonio Donizeti, director de Comercio Internacional de la CNA, la organización que intensificó por eso sus presiones para que el gobierno cuestione la política estadounidense en la OMC.

El gobierno mantendrá su decisión de pedir un proceso en la OMC contra los subsidios a la soja, advirtió el canciller Celso Lafer, después de que Washington amenazara con iniciar acciones similares contra la piratería y presuntas violaciones generalizadas de los derechos intelectuales en Brasil.

El Ministerio de Agricultura de Brasil estudia además aplicar un sobrearancel para el ingreso de algodón estadounidense, para neutralizar así los subsidios de ese país que alcanzarían dos tercios del valor bruto de la producción en 1999.

Las disputas en el comercio agrícola mundial son vitales para Brasil, ante su necesidad de reducir la dependencia de capitales externos para hacerse menos vulnerable a las crisis financieras internacionales que vienen atormentando la economía del país desde 1995.

El gran aumento de la productividad agrícola, alcanzada con el empleo intensivo de fertilizantes, agrotóxicos y semillas mejoradas, incrementó la competitividad y capacidad exportadora del país.

La Empresa Brasileña de Pesquisas Agropecuarias, una red estatal de 40 centros de investigación dedicados a productos o ecosistemas específicos, contribuyó decisivamente a ese proceso, desarrollando semillas más productivas, más resistentes o adecuadas a climas y tierras del país.



La soja, un grano oleaginoso de clima templado, es hoy cultivado en casi todas regiones de Brasil, incluso en las zonas tropicales de alta temperatura de la Amazonia.

La tecnología permitió también cultivar áreas del centro del país, antes consideradas impropias por su baja fertilidad y humedad.

Eso agregó a la producción 90 millones de hectáreas, más del doble de la superficie sembrada actual, sin necesidad de talar bosques, destacó el ministro de Agricultura, Marcus Pratini de Moraes.

Sin embargo, esas potencialidades y la productividad de una agricultura volcada a la exportación dependen de la apertura de los mercados mundiales para efectivarse.

Críticos del actual gobierno defienden además un cambio en la política agrícola y en el modelo económico del país.

Por ejemplo, proponen conceder mayor atención a la agricultura familiar y a la producción destinada al mercado interno, en lugar de la total prioridad a la exportación para solucionar el desequilibrio de las cuentas externas.

<http://www.proutworld.org/news/es/2002/may/2002020bra.htm>

Inconvenientes de la agricultura de producción masiva:

- *MONSANTO EN INDIA:* Experimentos peligrosos

La transnacional estadounidense Monsanto lleva a cabo actualmente en India una serie de ensayos de cultivos transgénicos en 40 sitios, cuyo procedimiento mismo constituye una violación de todas las normas democráticas y ecológicas. La ausencia de un régimen regulador adecuado tanto a escala nacional como internacional que se ocupe de los riesgos ecológicos asociados con la nueva tecnología, sólo contribuye a reforzar el reclamo de ciudadanos de todo el mundo de declarar una moratoria de cinco años sobre la ingeniería genética aplicada a la agricultura.

Vandana Shiva

Monsanto afirma su imperio en el sector agrícola de India a costa de la democracia y la ecología. Así lo demuestra la manera en que comenzó la experimentación de sus cultivos transgénicos en ese país. Incluso los gobiernos de los estados en que se realizaron los ensayos no fueron suficientemente informados por Monsanto y el Departamento de Biotecnología de India.

Byre Gowda, ministro de Agricultura de Karnataka, declaró que dicho centro no había consultado al gobierno la autorización de la plantación de campos de experimentación en Maladahalli (Sindhane Taluk, Raichur), Ramkhar (GagarilSommanahalli Taluk, Bellary) y Adur (Hanagal Taluk, Kaveri), en las tierras de propiedad de Sabassa J. Hunsale, de V. V. Nanjundappa, de Mahalingappa y de Shankarikoppa. La participación pública en las decisiones sobre la autorización o no de los ensayos no fue siquiera considerada, aun cuando se supone que toda actividad que resulte destructiva para el ambiente debe ser notificada y aclarada solamente después de una audiencia pública.

La ingeniería genética tiene serios riesgos ecológicos. Esa es la razón por la que el artículo 19.3 del Convenio sobre la Diversidad Biológica reclamó un Protocolo de Bioseguridad que actualmente está siendo elaborado a través de negociaciones internacionales. Esa es también la razón por la cual Francia prohibió todo tipo de cultivo transgénico y Gran Bretaña accedió al reclamo de los ciudadanos disponiendo una moratoria de un año a la liberación de cultivos transgénicos. Más recientemente, la Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM), el mayor organismo mundial a favor de la agricultura orgánica, exhortó a prohibir en forma inmediata el uso de la ingeniería genética en la agricultura por los riesgos que plantea a la agricultura, totalmente innecesarios para su desarrollo.



Los riesgos de las plantas tóxicas de Monsanto

Los ensayos que actualmente realiza Monsanto en India son para probar su algodón transgénico "Bollgard" o algodón Bt, que tiene genes de una bacteria insertada en él, por lo cual, contrariamente a lo que dice Monsanto, la planta produce su propio plaguicida. El algodón Bt no es "resistente a las plagas" sino que se trata de una planta productora de plaguicida. Entre los graves riesgos ecológicos que podrían causar los cultivos transgénicos productores de toxinas figuran la amenaza a la que estarían expuestas especies benéficas tales como pájaros, abejas, mariposas y escarabajos, que son necesarios para la polinización y para el control de plagas a través de un equilibrio en la competencia biológica.

Nada se sabe todavía acerca del impacto sobre la salud humana cuando se comen cultivos Bt productores de toxina, tales como la papa y el maíz, o sobre la salud de los animales cuando son alimentados con tortas oleaginosas fabricadas con algodón Bt o forraje derivado de maíz Bt. Además, si bien las plantas productoras de plaguicida son ofrecidas como alternativa a los plaguicidas que deben ser aplicados, de hecho crearán la necesidad de más plaguicida ya que las plagas están generando rápidamente resistencia a los cultivos Bt transgénicos. La utilización extendida de cultivos que contienen Bt podría acelerar en los insectos plaga el desarrollo de resistencia al Bt, que es utilizado en el control orgánico de plagas. Ya hay ocho especies de insectos que desarrollaron resistencia a las toxinas Bt, sea en el campo o en el laboratorio.

Los cultivos Bt transgénicos expresan continuamente la toxina Bt a lo largo de su periodo de crecimiento. La exposición a largo plazo a las toxinas Bt promueve la generación de resistencia en las poblaciones de insectos, y ese tipo de exposición podría provocar una selección para la resistencia en todas las etapas de la plaga, en todas las partes de la planta y durante toda la estación. Debido a este riesgo de resistencia a las plagas, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ofrece únicamente un registro condicional y temporario de las variedades productoras de Bt. La tecnología de Monsanto, pues, destruirá la biodiversidad benéfica y creará superplagas tanto eliminando los depredadores de los insectos plaga como creando plagas que son resistentes a los plaguicidas.

Si bien los cultivos Bt productores de plaguicida de Monsanto no se basan en la tecnología exterminadora, que destruye la capacidad de germinación de la semilla para que los agricultores no puedan guardarla, en un sentido ecológico son una tecnología exterminadora pues liquidan la biodiversidad y las posibilidades de una agricultura ecológica y sustentable basada en la conservación de la biodiversidad. El impacto ecológico del algodón Bt no puede ser evaluado sobre la base de un ensayo de tres meses. La experimentación debe prolongarse durante dos o tres estaciones de cultivo y debe evaluarse el impacto sobre todos los organismos, incluidos los microorganismos del suelo, que se sabe que han sido destruidos por los tóxicos de los cultivos Bt. Para evaluar el impacto ecológico total de la destrucción de la biodiversidad y la contaminación genética causada por los cultivos transgénicos, es necesario seguir los siguientes pasos:

- * hacer una evaluación completa de la biodiversidad del ecosistema en la cual se introducirá el organismo modificado genéticamente,
- * hacer una evaluación del impacto del cultivo transgénico en las diversas especies incluidos los polinizadores y los microorganismos del suelo,
- * hacer una evaluación de los riesgos de una posible transferencia de los rasgos manipulados genéticamente a los cultivos no transgénicos a través de la transmisión horizontal y la polinización.

Las experimentaciones de Monsanto en Karnataka con el algodón Bollgard no observaron ninguno de esos pasos esenciales para realizar una evaluación de los riesgos ecológicos de un organismo transgénico. Cuando Monsanto afirma que logró un 93 por ciento de éxito, se refiere a los resultados agronómicos, no a la seguridad ecológica. Además, en la medida en que la tecnología del Bt apunta a la producción de plaguicida, no a un aumento de su rendimiento, Monsanto distorsiona deliberadamente los hechos cuando cita como característica del Bollgard el aumento de la producción de algodón.

Monsanto también brinda una mala información al público cuando anuncia que con las plantas productoras de plaguicida no hay necesidad de aplicarlo manual o mecánicamente. La justificación primera para la manipulación genética del Bt en los cultivos es que reducirá el uso de insecticidas. Uno de los folletos de Monsanto, que tiene una foto de algunos gusanos, dice: "Verá algunos en su algodón, pero no hay problema. No aplique insecticida". No obstante, en Texas, Monsanto enfrenta una demanda de 25 agricultores por el algodón Bt plantado en 18.000 acres y que sufrió el ataque del gusano bellotero, ante lo cual los agricultores tuvieron que aplicar plaguicidas a pesar de la propaganda de la empresa de que la ingeniería genética acababa con la era de los plaguicidas.

Lagunas en las reglamentaciones sobre bioseguridad

El permiso obtenido por Monsanto para realizar cultivos de experimentación con plantas tóxicas sin el



consentimiento democrático de los gobiernos afectados, tanto a escala local como estatal, y sin la participación democrática de la opinión pública en las decisiones en materia de bioseguridad, revela los vacíos y carencias de las reglamentaciones actuales sobre bioseguridad, tanto desde una perspectiva democrática como ecológica.

Las reglamentaciones en materia de bioseguridad deben experimentar cambios radicales en los que haya una participación amplia en las decisiones relacionadas con la ingeniería genética. El permiso para la experimentación de cultivos transgénicos así como para su liberación debe ser otorgado no sólo por el gobierno central sino por todos los niveles de gobierno, desde el estatal al local. Además, antes de otorgar cualquier permiso, la opinión pública debe ser informada sobre la solicitud de realizar experimentaciones con un determinado cultivo transgénico. Es necesario organizar audiencias públicas en las poblaciones, distritos y estados en los que se tiene pensado realizar los cultivos experimentales.

El marco científico del impacto ecológico de los cultivos transgénicos sobre la bioseguridad, la salud del ecosistema y la salud pública, también requiere ser perfeccionado para hacer frente al impacto de los cultivos de experimentación y la liberación deliberada en los diversos contextos ecológicos de India.

Si Monsanto y el gobierno de India no cumplen con estos criterios ecológicos y democráticos en los ensayos de cultivos transgénicos, tendremos otra evidencia más de que la promoción de la ingeniería genética por empresas como Monsanto sólo puede basarse en métodos dictatoriales, distorsionados y coercitivos. En ese contexto, la ingeniería genética aplicada a la agricultura es necesariamente antinatural y antipopular.

Políticas a tomar

1. Las experimentaciones de Monsanto de cultivos transgénicos en 40 lugares de India deben suspenderse de inmediato, ya que violan todas las normas ecológicas y democráticas.
2. Debería aprobarse una moratoria de cinco años a todo tipo de comercialización de cultivos transgénicos, tanto sobre la importación como sobre la producción y distribución de semillas en India, mientras se trabaja en un régimen ecológico y regulador para la evaluación del impacto de los cultivos transgénicos y en un sistema que permita la participación pública.
3. El régimen regulador para la ingeniería genética no es inadecuado únicamente en India, sino en todo el mundo. En Estados Unidos, los ensayos de ese tipo de cultivos no tienen ninguna dimensión ecológica, sólo evalúan el rendimiento agronómico. Los datos de los cientos de ensayos realizados en Estados Unidos, puestos en el contexto ecológico, no son datos y no son ensayos.
4. La biotecnología y la ingeniería genética aplicadas a la agricultura se están moviendo en un vacío regulador total, como queda claro con la situación de Estados Unidos. La propia Monsanto afirma: "Monsanto no tiene por qué probar la seguridad de los alimentos producto de la biotecnología. Nuestro interés es vender lo más posible. Garantizar su seguridad es tarea de la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) de Estados Unidos". La FDA no se encarga de la seguridad de los cultivos Bt ya que tales cultivos son considerados plaguicidas.

La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, que supuestamente es el organismo encargado de controlar la seguridad de los plaguicidas, considera a los cultivos transgénicos que producen plaguicida como cultivos convencionales y, por tanto, tampoco controla la seguridad de ese tipo de cultivos. Es para llenar ese vacío en materia de política de salvaguardas ambientales que los ciudadanos de todo el mundo reclaman una moratoria de cinco años sobre la ingeniería genética aplicada a la agricultura.

Vandana Shiva es científica y activista india.



RECOMENDACIONES Abril 2002

Sexta Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDP6) (La Haya, Países Bajos, del 7 al 19 de abril de 2002)

Diversidad biológica agrícola (Ítem 16 de la Agenda)

(...)

EL PAPEL DE LOS POLINIZADORES, SU CONSERVACIÓN Y UTILIZACIÓN SOSTENIBLE

La decisión III/11 de la CdP3, la decisión V/5 II de la CdP5, y la Declaración de San Pablo sobre polinizadores condujo a la creación de la Iniciativa Internacional para la Conservación y Utilización Sostenible de Polinizadores. Las actividades principales previstas para esta iniciativa son:

1. vigilar la disminución de los polinizadores, sus causas y su repercusión en los servicios de polinización;
2. hacer frente a la falta de información taxonómica acerca de los polinizadores;
3. evaluar el valor económico de la polinización y el efecto económico de la disminución de los servicios de polinización; y
4. promover la conservación y el restablecimiento de la utilización sostenible de la diversidad de los polinizadores en la agricultura y los ecosistemas conexos.

La UICN apoya la creación de esta iniciativa, aunque está preocupada por la carencia actual de un mecanismo coordinado necesario para su aplicación.

Enfoque del trabajo

Numerosos estudios en diversas partes del mundo enfocan su atención en el papel de los polinizadores, especialmente abejas y mariposas. Sin embargo, se da poca atención al papel de los vertebrados e invertebrados en la polinización. Murciélagos, ardillas, primates, y aves, todos cumplen una función en la polinización. Por lo tanto, se requiere una cuidadosa evaluación de l estado y tendencias de estos polinizadores. La dinámica de estos polinizadores, sus ciclos de vida y códigos de supervivencia requieren ser estudiados para el diseño de medidas eficaces de conservación.

Por lo tanto, la UICN recomienda que:

- el programa de trabajo sobre polinizadores, y su conservación y uso sostenible, deberá referir a polinizadores vertebrados e invertebrados; y
- se contemple la conservación de los polinizadores desde una perspectiva más amplia que la de la agricultura. El papel de los polinizadores en otros servicios de ecosistema, como la dispersión de especies, también debe ser considerado.

Evaluación y Vigilancia

Al mismo tiempo que se realizan evaluaciones del estado y tendencias de la diversidad, densidad y distribución de los polinizadores, el programa de trabajo de la iniciativa internacional sobre polinizadores debería también estar dirigido hacia el desarrollo de planes de recuperación de especies donde sea necesario. De este modo, se apoyarían las disposiciones del Artículo 8 (f) del CDB, que establecen que las Partes "rehabilitarán y restaurarán ecosistemas degradados y promoverán la recuperación de especies amenazadas, entre otras cosas, mediante la elaboración y aplicación de planes u otras estrategias de ordenación".

La UICN solicita a la CDP que inste a las Partes:

- aplicar este artículo, y velar que el programa de trabajo esté dirigido, además, al desarrollo de planes de recuperación de especies prioritarias de polinizadores.

Encuadre y Valuación Económica

La valuación económica de polinizadores y sus servicios es muy limitada. El incremento de los



monocultivos, pérdida de diversidad, el incremento de actividades que alientan la polinización artificial, y el impacto de los cultivos genéticamente modificados son factibles de producir impactos en los polinizadores y los servicios que proveen. No obstante, hay una gran carencia de estudios, que son por demás necesarios, que analicen el valor económico de éstos en comparación con las pérdidas originadas.

Por lo tanto, la UICN recomienda que:

- las prestaciones económicas de los polinizadores, incluyendo su papel en servicios tales como la dispersión y fijación, deben ser evaluadas.

Creación de capacidades

La falta de información taxonómica sobre polinizadores constituye un impedimento. La capacitación deberá fundamentarse en la taxonomía y biología de los polinizadores. Se requieren más estudios y concienciación sobre los tipos de prácticas agrícolas que podrían alentar la salvaguarda de los polinizadores, modos de conservación de hábitats fundamentales para polinizadores, y formas de utilización de los servicios de los polinizadores.

Para alcanzar esto, la UICN recomienda que:

- la CDP6 priorice la creación de capacidades sobre taxonomía, evaluación, vigilancia, y medidas de conservación.

Este texto es una parte del trabajo titulado

"IMPORTANCIA DE LAS ABEJAS MELÍFERAS Y OTROS INSECTOS COMO AGENTES POLINIZADORES DE LAS PLANTAS CULTIVADAS Y SILVESTRES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA"

Aunque los datos son de otra Comunidad Autónoma, bien pueden servir para conocer la trascendencia de ciertas prácticas agrícolas poco acordes con la Naturaleza. El texto completo puede encontrarse en <http://www.apiunio.com/pdf/polinizacion.pdf>.

(...)

3. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS INSECTOS POLINIZADORES.

Los insectos polinizadores han ejercido siempre su labor silenciosa pero eficiente. No han distinguido entre la flora natural o los cultivos introducidos por el hombre, han prodigado su función benefactora en ambos casos. Pero la situación parece haber cambiado. Tanto los problemas crónicos de producción de determinados cultivos, como la apreciación de algunos entomólogos y de ciertos estudios que valoran la función de los polinizadores, ponen de manifiesto la disminución progresiva de estos insectos. La presión humana, bien en forma de destrucción de hábitats o con la aplicación de insecticidas de uso agrícola, ha provocado durante las últimas décadas la desaparición de muchos de estos polinizadores. En ciertos casos, el déficit es tan grave, que la función de polinizar es casi exclusivamente asumida por las abejas melíferas u otros himenópteros introducidos por el hombre.

Uso de plaguicidas en la agricultura.

La evaluación del impacto de los productos fitosanitarios sobre los polinizadores se ha abordado casi siempre de forma indirecta. Es una excepción el caso de las abejas melíferas, sobre las que sí que se ha experimentado y que, además, han sido víctimas de graves intoxicaciones y mortalidad de gran número de colonias durante las últimas décadas. La experimentación con las abejas de miel ha servido para hacer una clasificación de los plaguicidas según su toxicidad sobre éstas. También se ha obtenido información sobre el



efecto de los agroquímicos sobre los insectos que se utilizan en el control biológico de plagas. Si tenemos en cuenta que tanto las abejas como el resto de insectos útiles han sufrido los efectos negativos de los tratamientos fitosanitarios, y que si perviven es por la intervención del hombre, podemos concluir que las poblaciones de polinizadores autóctonos, abejas solitarias, moscas de las flores, mariposas y otros, a los que no se dedica especial atención, han sido muy afectadas también en las zonas de agricultura intensiva durante las últimas décadas. Pueden pasar varios años para que se recupere por sí misma la población de alguno de estos polinizadores, después de ser afectada por un tratamiento fitosanitario.

Transformaciones de tierras

Las incesantes transformaciones de terrenos forestales en agrícolas y la urbanización intensiva, provocan la destrucción continua de los hábitats naturales de los polinizadores. Muchos de ellos anidan en el suelo, bien para reproducirse o para hibernar, y todas las operaciones que implican el movimiento del suelo eliminan inevitablemente una gran cantidad de individuos. Por otra parte, si se reducen las zonas con flora autóctona, también lo hacen las fuentes de polen y néctar, que son las base de la dieta de la mayoría de los polinizadores.

Factores coyunturales

Hay otros factores que también interfieren con los insectos polinizadores, pero sólo cuando se dan ciertas circunstancias o épocas. Los incendios, la sequía prolongada, la pérdida de suelo a causa de las lluvias torrenciales, son ejemplos de fenómenos que, aunque poseen su faceta natural contra la que los organismos han desarrollado mecanismos de adaptación, también es cierto que se han acentuado en los últimos tiempos y han acelerado el proceso de desertización de nuestras tierras. Precisamente el trabajo de los polinizadores juega a favor de la correcta producción de semillas y la regeneración de la cubierta vegetal, premisas esenciales para frenar la espiral de la desertización.

Problemática de la abeja melífera: Situación de la apicultura.

En las tierras valencianas, las abejas de miel han tenido siempre una especial relevancia. En la Cueva de la Araña de Bicorp (Valencia), se conserva la pintura mundialmente más emblemática, que evoca la actividad recolectora de miel que el hombre ejercía hace unos 9000 años. El clima benigno de estas tierras y la rica flora que hasta hace poco tiempo siempre tuvieron, hacía que las colonias de abejas dieran buenas cosechas de miel y este hecho ha sido explotado por todos los pobladores con la práctica de la apicultura. Esta actividad tiene unas profundas raíces en la Comunidad Valenciana y ha pervivido hasta la actualidad. Aunque antes existían por sí solas, actualmente las colonias de abejas tendrían muy difícil su supervivencia si no fuera por la práctica de la apicultura. La falta de lugares adecuados para instalar sus colonias, la pérdida de flora silvestre, la contaminación ambiental y sobre todo los efectos devastadores de ciertas patologías apícolas introducidas por el hombre, prácticamente han acabado con los enjambres naturales y dejan la responsabilidad de conservar la abeja de miel autóctona en manos de los apicultores.

La apicultura valenciana no es ajena a los problemas que atraviesa este especial sector ganadero en todo el mundo y que la han llevado, en los últimos 25 años, a una crisis a todos los niveles. Cabe mencionar la caída de los precios de la miel a causa de la globalización del comercio de este producto, con las importaciones masivas de miel de diversos países. Los apicultores, sin embargo, sí que han visto aumentados sus gastos de explotación y esto ha provocado una pérdida continua de renta desde principios de los años ochenta. Coincidiendo con estos acontecimientos, aparecieron graves problemas sanitarios que han provocado pérdidas de colonias, bajada de la productividad y necesidad de incrementar las inversiones. A primeros de los años ochenta surgió un brote de Ascosferiosis, una micosis de las crías de las abejas; el año 1986, se detectó la presencia de la Varroosis, una parasitosis causada por un ácaro que se alimenta de la hemolinfa de las crías y de las abejas adultas. Esta última patología, con la que abejas y apicultores están obligados a convivir, se ha descrito como la más grave para la apicultura a nivel mundial.

Por otra parte, aunque se reconoce que las abejas son insectos útiles para el hombre, esto no se traduce en medidas legislativas para proteger a las colmenas y promover el uso de las abejas como polinizadores. En vez de esto, los apicultores se han visto gravemente perjudicados, durante los últimas décadas, por la aplicación generalizada de plaguicidas en zonas agrícolas, por la intensa urbanización y transformación de terrenos rústicos y forestales, en resumen, por la insistente presión humana.

El ejemplo más actual y paradigmático, puede ser la publicación por parte de la Conselleria d'Agricultura de la Generalitat Valenciana de los sucesivos Decretos que hacen referencia a limitaciones para instalar las colmenas en las zonas cítricas.



El Decreto 37/2001, el más reciente, contempla dos medidas encaminadas a eliminar a los polinizadores que habitan el entorno de las zonas cítricas para prevenir la aparición de semillas en los frutos de ciertas variedades híbridas de mandarino. La primera medida obliga a alejar las colmenas a 5 km de los cítricos durante la época de floración. En la práctica, esta limitación destierra al sector apícola valenciano y lo condena a perder su principal fuente de ingresos, la miel de azahar, que junto con la miel de romero, son las dos más emblemáticas de la Comunidad Valenciana. La segunda medida, permite el uso de insecticidas durante la floración. Esta medida, fuera de lugar si lo que se pretende es caminar hacia un control integrado y una agricultura más respetuosa con el medio ambiente, tiene un impacto muy negativo sobre las poblaciones de abejas y el resto de polinizadores.

La época de floración de los cítricos, en plena primavera, coincide con la floración de otras plantas y con el momento de la reproducción de los insectos polinizadores, lo que los hace más sensibles a la acción de los insecticidas. Un ejemplo de esto, pueden ser los casos recientes de mortalidad de colmenares enteros a causa de la aplicación de insecticidas en época de floración. Como existen otros mecanismos que provocan la aparición de semillas en estas variedades, como el viento en casos de autocompatibilidad o cuando se injertan variedades intercompatibles, es lógico pensar en la posibilidad de que los problemas persistan. Mientras tanto, con las medidas aplicadas, puede producirse un déficit grave de polinizadores y, por tanto, una disminución muy acusada de la eficacia polinizadora que puede llegar hasta un 90-95%. Esta disminución tendrá un efecto negativo sobre todos los cultivos y la flora natural que precisa de estos insectos para producir semillas y frutos y que, a pesar de todo, conviven con el cultivo de cítricos en la Comunidad Valenciana.

Con estas medidas legislativas se criminalizan los polinizadores y se cae en el argumento simplista de valorar sólo los productos que se derivan de la apicultura y no los beneficios económicos y sociales generados por el conjunto de los polinizadores. La apicultura no es sólo una actividad humana que produce miel, polen, cera y otros productos; no es sólo una actividad ancestral muy arraigada en la Comunidad Valenciana; es algo más que una actividad ganadera sostenible, integrada en el medio natural y una alternativa económica en las zonas rurales; la apicultura supone disponer de una población de polinizadores, las abejas melíferas, que colaboran en la conservación y regeneración de la flora autóctona y mejoran las cosechas de los cultivos de nuestras tierras. Al conjunto de los polinizadores hay que considerarlos como piezas clave de los ecosistemas, de los cuales depende gran parte de la producción vegetal.

Es necesario superar estas desafortunadas medidas, asumir que tal vez la introducción de estos híbridos ha sido también perjudicial para la citricultura valenciana y proponer medidas para restablecer la convivencia dentro y fuera de este importante sector agrícola. A raíz de la problemática actual de los polinizadores y para llamar la atención sobre la importancia de su actividad, se aporta el presente estudio. El valor económico inducido por la polinización de los cultivos y el inestimable beneficio generado en la vegetación silvestre, son las dos vertientes, social y mediambiental, que aconsejan extremar la protección de los insectos polinizadores.

4. VALORACION ECONOMICA DE LA ACTIVIDAD DE LOS INSECTOS POLINIZADORES.

Hace sólo unas décadas, las poblaciones naturales de insectos polinizadores todavía mantenían niveles óptimos para garantizar su acción, silenciosa pero eficaz. Poca gente se interesaba en valorar la actividad de estos insectos porque, simplemente, siempre estaban ahí, sin ninguna intervención humana. Pero, este supuesto equilibrio, se ha roto durante la segunda mitad del siglo pasado. Las poblaciones de estos insectos han bajado de forma alarmante y cada vez son más los que han recordado la reflexión hecha por Albert Einstein sobre la importancia de su labor y que venía a decir que si no existieran los polinizadores, la vida sobre la Tierra estaría gravemente amenazada.

Como suele pasar, no valoramos una cosa hasta que llega el momento de perderla. Desde hace algunos años se han publicado diversos trabajos que intentan cuantificar la valiosa actividad de los polinizadores. Estos estudios resaltan el interés de protegerlos para el buen funcionamiento de los ecosistemas vegetales y los consideran, junto con el resto de fauna útil, imprescindibles para la práctica de una agricultura sostenible. En los mencionados trabajos, se ha constatado, en general, un grave déficit de polinizadores en los ambientes agrícolas. También se ha detectado una falta de información sobre la diversidad y abundancia relativa de cada grupo de insectos, si bien se considera a la abeja de miel como el más ubicuo y abundante. Otro aspecto que tendrá que recibir más atención por parte de los técnicos e investigadores, es determinar la repercusión precisa de los polinizadores en cada cultivo y evaluar las poblaciones mínimas que garantizan la producción de semillas y el buen cuajado de los frutos.

Siguiendo la línea trazada por estos estudios, nos hemos propuesto realizar una valoración de la



repercusión económica de la polinización entomófila en la Comunidad Valenciana. Como se verá a continuación, en algunos casos es difícil llegar a cuantificar el beneficio que estos insectos generan, por eso la valoración tiene un claro aspecto aproximativo.

Los polinizadores y el medio ambiente.

El problema de cómo valora la sociedad la flora y la fauna silvestre o los entornos naturales invade este apartado. Los polinizadores son habitantes estratégicos de los ecosistemas y podemos considerar que se sitúan en la base de la pirámide ecológica, dada su capacidad de perpetuar la cubierta vegetal. Si las poblaciones de polinizadores disminuyen por cualquier causa, también lo harán muchas plantas, frutos y semillas que son consumidas por otros insectos, aves, mamíferos u otros animales. El resultado posible, que se ha constatado en algunos casos, es una reacción en cadena que disminuye la biodiversidad y provoca un decaimiento general del ecosistema. ¿Qué valor económico se le puede asignar a la óptima producción de plantas de nuestro entorno natural?.

Los polinizadores y la producción de forraje.

Este es otro caso donde podemos intuir que el efecto de los polinizadores va más allá de la producción agraria. Ciertas plantas, como la alfalfa o el algarrobo, son fuente de forraje para los animales domésticos. La intervención de los insectos aumenta la producción y genera semillas para la replantación. Podemos seguir por este camino y llegar a comprender que una parte de la producción ganadera y de sus derivados depende de los polinizadores, aunque sea muy compleja su cuantificación.

Los polinizadores y la producción de semillas.

También nos encontramos con casos en los que el interés final es la producción de semillas para poder perpetuar el cultivo. Hay ejemplos donde los insectos no son relevantes para la producción normal pero, en cambio, sí lo son para fomentar la aparición de semillas, como en ciertos cultivos hortícolas, plantas medicinales, ornamentales o en la producción de flor cortada.

Los polinizadores y la producción agraria.

Una gran parte de la Producción Final Agraria depende de la presencia de insectos polinizadores. Excepto las plantas claramente anemófilas como las gramíneas, el resto muestran cierta dependencia de estos insectos, en un grado variable según las características de cada planta en cuestión.

Para llegar a una estimación económica, en primer lugar, se ha recogido la información sobre la producción anual agraria de los diversos sectores en la Comunidad Valenciana. Se ha convertido la producción en valor económico usando un precio para cada producto, con la condición de que se situara dentro de los márgenes de oscilación durante los años 1999-2000. Aunque con este método se introduce un error en la estimación, dadas las oscilaciones de los precios agrarios, es suficiente para obtener cifras aproximadas en cada caso.

Para el cálculo del valor económico generado por los polinizadores en los cultivos valencianos se han utilizado parámetros específicos para cada uno. El factor introducido, cuyo valor va de 0 a 1, nos informa de la proporción de semillas o frutos del cultivo que son producidas por la polinización entomófila. Con los conocimientos sobre la biología floral, sobre el proceso de formación de semillas y frutos y con la experimentación sobre la variación de los rendimientos de algunos cultivos en presencia y ausencia de insectos, se han obtenido los valores de este parámetro para cada planta.

Estos valores se encuentran en la bibliografía consultada y son los que se han utilizado en este trabajo. En algunos casos hay cierta variación según el autor referido, en otros se recomienda investigar más para aproximarse a los valores reales, pero en todo caso, todos reflejan este grado de dependencia de la polinización cruzada. Los objetivos de estos trabajos, y también del presente, son ofrecer una valoración económica aproximada del beneficio producido por los polinizadores, llamar la atención sobre su importancia y constatar la necesidad de experimentar e investigar más sobre los diversos aspectos relacionados con la polinización cruzada, asumiendo la complejidad del tema.

Así pues, al multiplicar este factor de dependencia por el valor económico de un producto determinado, el resultado es la fracción de este valor que se debe a la acción de los polinizadores. En otras palabras, podemos decir que si no existieran estos insectos, el sector agrario valenciano tendría unas pérdidas equivalentes a la fracción indicada.



En la siguiente tabla se muestran los resultados de los cálculos que se han comentado.

VALORACION ECONOMICA DE LOS BENEFICIOS PRODUCIDOS POR LOS INSECTOS POLINIZADORES EN LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE LA COMUNIDAD VALENCIANA.

CULTIVO	PRODUCCIÓN ¹ (Toneladas)	VALOR ECONÓMICO (Millones de ptas ²)	FACTOR DE DEPENDENCIA POLINIZADORES ³	VALOR GENERADO POR POLINIZADORES (Millones ptas.)
CÍTRICOS				
Naranjas	1.742.919	69.700	0.3	20.910
Mandarinas	1.795.651	89.783	0.3	26.935
Limones	308.911	9.267	0.5	4.634
OTRAS FRUTAS				
Almendras	56.711	28.356	0.9	25.520
Manzanas	11.062	664	0.8	531
Peras	16.476	1.153	0.5	577
Nísperos	30.927	2.165	0.5*	1.082
Albaricoques	32.900	4.277	0.5	2.139
Melocotones	79.618	4.777	0.2	955
Ciruelas	39.344	2.754	0.5	1.377
Granadas	30.649	2.145	0.1	215
Cerezas	6.044	2.418	0.6	1.451
HORTICOLAS				
Alcachofas	91.843	2.755	0.1	275
Berenjenas	9.491	569	0.6	341
Cebollas	120.326	4.813	0.3	1.444
Lechugas	68.136	4.769	0.03	143
Coles	16.275	1.139	0.9	1.025
Coliflores	18.260	1.461	0.9	1.315
Habas	11.221	786	0.4	314
Judías	11.828	3.548	0.01	36
Melones	53.009	1.590	0.6	954
Sandías	92.160	2.765	0.4	1.106
Pepinos	8.095	567	0.6	340
Pimientos	48.972	3.428	0.2	686
Tomates	198.191	9910	0.1	991
Fresones	3.723	559	0.3	167
OTROS CULTIVOS				
Uva	503.378	15.100	0.15	2.265
Alfalfa	149.700	2.624	0.7	1.837
Algarrobas	43.640	1.527	0.5*	764
TOTAL		275.369		100.329

Notas: 1. Datos de producción de 1999, Informe del Sector Agrario Valenciano.

2. Valor Económico estimado según los precios agrarios del Servicio de Estudios Agrarios y Comunitarios de la Conselleria d'Agricultura (años 1999-2000).

3. Los factores de dependencia de los polinizadores han sido consultados en la bibliografía que se muestra al final del trabajo, excepto los marcados con "*", que son valores supuestos.



Comentarios a la valoración económica.

La conclusión más inmediata es que la actividad de los insectos polinizadores genera en la producción agraria valenciana unos 100.000 millones de pesetas, aproximadamente el 36% del total. Una cifra muy significativa que no se puede obviar fácilmente.

En el caso de los cítricos, alrededor del 30% del valor se debe a la polinización cruzada. No obstante, el caso de los cítricos es complejo. Desde la formación de frutos sin intervención de los insectos, hasta llegar a las variedades que no producen de forma significativa si no hay polinización entomófila. De todas formas, en general, la producción de cítricos aumenta gracias a los insectos, tanto en cantidad como en calidad, parámetro este último más difícil de valorar. La única excepción, invocada en el Decreto 37/2001, al cual ya nos hemos referido, es cuando la polinización implica también un aumento considerable del número de semillas. Este fenómeno no había sido relevante en la citricultura valenciana hasta la introducción de los híbridos de mandarinos. Algunos de ellos, sobre todo los autocompatibles, no necesitan de los insectos para producir semillas. Estos han provocado la aparición de semillas en los campos vecinos que tienen variedades compatibles, debido al vigor de su polen, y han desencadenado una polémica sin precedentes. Pero, este problema, en la mente de cualquier persona razonable, tiene una solución que no pasa por eliminar la valiosa aportación de los polinizadores, y que es planificar y regular las plantaciones de cítricos presentes y futuras.

El sector que más beneficios obtiene de la polinización cruzada es el de los frutales. Alrededor del 70% del valor económico generado. Aquí hay casos llamativos como el de las almendras, que sin insectos no producirían más allá del 10% de los valores normales. También se da la circunstancia de que frutales y cítricos coexisten en muchas áreas agrícolas, y que cualquier disminución de polinizadores provocada por la problemática de los híbridos de mandarinos, repercutirá de forma más negativa en la producción de frutas.

Como ya se ha comentado antes, ahora cabría añadir al valor de la tabla anterior, el generado en sectores como las plantas ornamentales, flor cortada, producción forrajera y ganadera y otros. No obstante, se ha preferido evitar valoraciones más complejas y en todo caso asumir que el valor real todavía supera al que aparece en la tabla anterior.

También se ha dicho que la abeja melífera es el polinizador mayoritario. Un caso posible en los entornos agrícolas sería aquel en el que esta abeja representa el 80% de todos los polinizadores. Con este valor, podemos estimar que la abeja de miel puede generar anualmente unos 80000 millones de pesetas en el sector agrario valenciano. Los productos derivados de la apicultura pueden suponer unos 2000-3000 millones anuales, por tanto, la polinización que llevan a cabo las abejas supera en 30-40 veces el valor de los productos apícolas. Este argumento es el de mayor peso a la hora de valorar la importancia de la apicultura pero, paradójicamente, todavía no se tiene en cuenta.

Estas cifras son similares a las que se ofrecen en otros estudios realizados en la Comunidad Europea o por organismos como la FAO, que pretenden resaltar la importancia de los polinizadores para la alimentación humana y medio ambiente.

AUTORES: Fernando Calatayud, Dr. en Ciencias Biológicas.

Enrique Simó, Licenciado en Ciencias Biológicas y en Veterinaria.



actividad nº 3

¿Me l l e v a s?

Modelo de ficha de "polen". En la ficha de "polinizador" sólo aparece el nombre de la planta que deben buscar y el espacio para el dibujo que tienen que hacer.

Dibuja aquí tu planta	
FOTO DE POLEN	FOTO DE POLINIZADOR



actividad nº 4

La flor nos dice como lo hace

Clave de identificación:

1. Flores poco vistosas, sin colores llamativos y estambres muy grandes o muy abundantes

– son polinizadas por el viento

1. Flores con alguna parte de colores vivos ----- 2.

2. Flores muy abiertas, que presentan una gran superficie, de pétalos libres (no soldados ente si) y simétricas, con abundantes estambres

– son polinizadas por todo tipo de insectos:
abejas, escarabajos, etc. que van a comer el propio polen.

2. Flores con parte de la corola cerrada, asimétrica, con pocos estambres --- 3.

3. Corola en forma de embudo o de pétalos cerrados y con una parte libre, con pocos estambres (máximo 10)

– son polinizadas principalmente
por abejas y abejorros.

3. Flores con el tubo de la corola largo y estrecho, a veces con espolones (cavidades alargadas) o cascós (cavidades redondeadas) que contienen néctar, con pocos estambres

– son polinizadas casi exclusivamente
por mariposas o Bombilidos (moscas
parecidas a abejorros con una larga trompa
que liban en vuelo como los colibríes)

Algunos datos para ilustrar la producción de polen:

En primavera pueden encontrarse hasta 10.000 granos de polen por metro cúbico de aire.

La inflorescencia de sauce libera 400 millones de granos de polen en un día; la de los arces produce 25 millones; un amento (grupo de flores) de nogal produce 3; la de haya, unos 175000 granos; la cebada produce 50000 y el maíz unos 3000. En las plantas



polinizadas por insectos estos valores caen considerablemente hasta el caso extremo de algunas orquídeas que producen unas pocas polinias (conjuntos granos de polen que se liberan juntos).

Otro dato a tener en cuenta es la duración de la viabilidad del polen (tiempo en que puede fecundar al óvulo): en las encinas y alcornoques el polen es útil para la reproducción durante 25 días, en las Rosáceas entre 15 y 50 días. Los alisos mantienen la viabilidad durante 21 días, los llantenes, unos 10 días, las vinagreras (*Chenopodium*), 5 días y otras herbáceas no son viables más allá de las 12 horas siguientes a la liberación.

El 20 % de las plantas emplea el aire para la polinización.

La miel:

La miel es el compendio de las flores que habitan cerca de la colmena. Si pudiéramos mirar al microscopio una muestra de miel encontraríamos granos de polen de muchas plantas diferentes.

Este producto está fabricado con néctar, polen y agua. Mediante un proceso de desecación muy preciso las abejas consiguen fabricar la miel.

Haciendo un recuento, vemos que en una colonia de medianas dimensiones viven unos 60.000 individuos, de los que 2/3 (unos 40.000 aproximadamente) más o menos salen todos los días a por polen y néctar, con una frecuencia diaria de 15 ó 20 viajes, durante cada uno de los cuales visitan de 30 a 50 flores. Una vez hechas las cuentas, para una sola colonia, en un día alcanzamos ya la magnitud de millones de flores visitadas diariamente. Si consideramos, por experimentos realizados, un radio medio de trabajo de 1.500 m, cada colmena se encargaría de 700 hectáreas de terreno. Si además tenemos en cuenta que cada flor cede a la abeja néctar en cantidades que se miden en miligramos, para cada kilo de miel hacen falta cientos de miles de visitas. Este rápido repaso nos puede dar una idea de la magnitud del fenómeno.

www.casadelamiel.com/api/poliniza.html

Para saber más:

La existencia de aminoácidos, proteínas, vitaminas, lípidos y carbohidratos, entre otros compuestos, confiere valor nutritivo a los granos de polen. Su principal utilidad para los insectos es la nutrición de sus larvas.



Desde el punto de vista químico, la savia de la que deriva el néctar consiste principalmente en sacarosa, con la adición de pequeñas cantidades de polisacáridos, aminoácidos, vitaminas, lípidos e iones inorgánicos disueltos en agua. Los dos componentes principales y esenciales del néctar son carbohidratos y agua, por lo general acompañados por aminoácidos en baja concentración (entre 0,007 y 2mg/ml, según la especie). La sacarosa y sus dos monosacáridos constituyentes (fructosa y glucosa) son los azúcares característicos de la mayoría de los néctares estudiados hasta el momento, en los que lo más frecuente ha sido encontrar los tres, aunque en casos había dos o sólo uno, raramente se han hallado otros carbohidratos, como maltosa, melibiosa, rafinosa y galactosa.

La proporción relativa de los azúcares en el néctar es diferente según los géneros y las especies de plantas, y estaría determinada genéticamente. En algunos vegetales estos porcentajes se mantienen constantes a lo largo de la vida de la flor; en otros, se pueden modificar, por diversas razones, como la presencia de enzimas que escinden la sacarosa. De todos modos, falta mucho por conocer acerca de los factores ambientales y genéticos que afectan la fisiología de la secreción del néctar. En varias oportunidades en los néctares de ciertos vegetales se han hallado otros compuestos químicos, como lípidos, proteínas, alcaloides y fenoles. A veces aparecen incluso compuestos tóxicos como ocurre en el caso de los rododendros.

Las citadas sustancias constituyen el soluto del néctar, cuya cantidad relativa puede expresarse en términos de concentración (cantidad de soluto/cantidad de solvente). Los néctares estudiados hasta la actualidad tienen una concentración extremadamente variable: del 5% a más del 80%. En general, cada especie mantiene un rango bastante ajustado de valores de concentración de su néctar. No obstante, condiciones ambientales como humedad relativa, temperatura y viento, entre otras, pueden influir en la concentración. También el volumen de néctar producido por las flores es muy variable. Se conocen especies que secretan menos de 0,005ml y otras que superan los 20ml por flor. Esta variación depende de la estructura de la flor, de la posición de ésta en la planta y de las condiciones ambientales.

Para su estudio, el néctar se extrae de las flores con tubos de vidrio muy delgados, que se introducen con cuidado en aquellas, hasta donde se encuentre el exudado; por lo común, éste asciende por capilaridad, pero si es muy viscoso es necesario succionarlo. Debe tenerse siempre suma precaución en no dañar las partes florales y en evitar que se deposite polen en el néctar, pues en ambos casos resulta contaminado y se alteran sus propiedades. Para interpretar más correctamente variaciones muestrales o poblacionales, es importante tener en cuenta el volumen de néctar por flor, la cantidad de flores y el número de individuos de los que se recolectó, la hora del día en que se tomó la muestra, y, de ser posible, la temperatura y humedad atmosféricas.



Inmediatamente después de extraerlo, se mide la concentración del néctar con un refractómetro de mano; luego se conserva en condiciones adecuadas, en pequeños frascos de vidrio que se guardan en frigorífico o congelador, hasta efectuar posteriores análisis en el laboratorio que permitan identificar y cuantificar los azúcares. También se colocan gotas de néctar en papeles de filtro y se las deja secar para que queden retenidos los solutos, cuyos compuestos se identifican mediante distintos ensayos químicos con reactivos específicos; el estudio cualitativo y cuantitativo de los carbohidratos se realiza por cromatografía (líquido-líquido, gas-líquido o papel).

<http://www.cienciahoy.org/hoy30/nectar01.htm>

Volumen 5 – N.º 30. Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Asociación Ciencia Hoy

¿Sabías que en la antigüedad se localizaban las colmenas silvestres siguiendo a las abejas desde los lugares en los que bebían o se alimentaban?. Para ello las teñían de carmín mientras bebían, calculando por el tiempo que tardaban en ir y venir a la colmena, la distancia a la que ésta se encontraba. Después las capturaban metiéndolas en un trozo de caña que tapaban con el dedo. Abrían una pequeña rendija para que una abeja intentara salir. La asustada abeja volaba directamente hacia la colmena para protegerse, seguida por el colmenero. Si, durante el trayecto, la perdía de vista, liberaba otra abeja hasta que encontraba el panal. Todas saben, en todo momento en qué dirección se encuentra su colmena. (Extraído del Tratado de Agricultura de Paladio, siglo V).



actividad nº 8

La carrera de Semil l as

Apunten, fuego (otras formas de dispersión).

Relojicos, pepinillos del diablo, jérguenes y otras especies emplean sus propios medios para alejar las semillas de la planta madre y lograr que germinen:

Los relojicos se entierran mediante un movimiento en espiral

Los pepinillos del diablo lanzan a lo lejos sus semillas mediante la explosión del fruto.

Las legumbres de los jérguenes se rompen de forma asimétrica con el calor de modo que se van enroscando y, a la par, liberando sus semillas.

Frutos que quieren que los dejen en paz

Las almendras amargas tienen alto contenido en cianuro, un compuesto muy tóxico: podéis enfermar gravemente si coméis más de 8 o 10 almendras amargas. Suerte que saben fatal. La almendra, de la misma familia que los melocotones, es un caso curioso pues carece de pulpa (la carne del melocotón). La almendra (que es, en sentido estricto, la semilla) está rodeada por una envuelta pilosa y seca que correspondería a toda la pulpa. Parece claro que los mecanismos de dispersión del almendro no pasan por ofrecer recompensas.

¿cuál puede ser su forma de dispersión?

El muérdago es una planta parásita de majuelos, olivos y otras especies arbóreas y arbustivas. Carece de raíces y crece directamente sobre las ramas de su huésped absorbiendo la savia ya elaborada. ¿Cómo consigue encaramarse a las copas de los árboles? Sus frutos, rojos y brillantes cuando maduran, son muy apetecidos por diversas especies de pájaros. Éstos tienden a consumir la pulpa y eliminar las semillas, que están rodeadas por una sustancia muy pegajosa. Así, las semillas quedan adheridas a las comisuras del pico. Al limpiárselo frotándolo contra una rama, el propio pájaro realiza la siembra.



Cuestión de tamaño

Ser un fruto pequeño o mediano aumenta la cantidad de animales que pueden comerlo y por lo tanto incrementa la posibilidad de dispersión de sus semillas, pero también de predación.

Por otra parte, los frutos grandes guardan más reservas, y sus semillas tienen mayor posibilidad de desarrollarse, pero son menos los animales que las dispersan.

<http://www.contenidos.com/ciencias/iguazu/frutos.htm>

Otras experiencias:

Si en vuestro centro o cerca de vuestra casa hay un hormiguero podéis comprobar cómo con las lluvias del otoño germinan gran cantidad de plantas en sus alrededores. Son semillas que las hormigas han recogido durante el verano y no han llegado a consumir ni transformar. Esta forma de dispersión se llama mirmecocoria y se aprovecha de los "olvidos" de las hormigas.



actividad nº 9

La despensa de la Naturaleza

La conservación de las semillas

Las semillas son la forma de perduración de las especies vegetales. Imitando a la Naturaleza, hemos comenzado a guardar semillas para el futuro con el fin de evitar la desaparición de las especies vegetales. Este trabajo lo realizan en la actualidad los Bancos de Germoplasma. Son los lugares donde se conservan semillas, bulbos, esporas, polen, esquejes, yemas y cualquier órgano o tejido de la planta capaz de reproducirse.

Se habla de bancos de germoplasma como de lugares donde estos órganos y tejidos (principalmente semillas) se conservan durante largos periodos de tiempo en condiciones adecuadas para que puedan germinar más tarde.

En caso de que alguna especie se extinga o tenga dificultades de reproducción, se puede recurrir a este material para reintroducirla en la Naturaleza.

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía cuenta con un Banco de Germoplasma localizado en el Jardín Botánico de Córdoba, donde se almacenan más de 5800 muestras de semillas de plantas en condiciones de baja humedad (por debajo del 10%) y a $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura que permite mantener su capacidad de germinación durante muchas décadas. En estas condiciones de hibernación las semillas están listas para su largo viaje en el tiempo.



actividad nº 10

Los frutos y el monte mediterráneo

La sucesión es el proceso mediante el cual un espacio vacío es ocupado gradualmente por plantas cada vez más grandes hasta llegar el máximo que permiten las condiciones climáticas de un lugar.

Así, las primeras plantas que ocupan un lugar son musgos y pequeñas herbáceas que facilitan la formación de suelo. Posteriormente llegan herbáceas más grandes y los primeros arbustos de pequeño porte. Después van llegando arbustos más grandes hasta que llegan, por fin, los árboles y se establece un bosque.

En sentido contrario, se habla de etapas de degradación, desde la etapa climácica hasta la etapa de pastizal.

Las etapas de sustitución del bosque mediterráneo son las siguientes:

- *Etapla climácica:* es la etapa de madurez del monte mediterráneo. Compuesta, casi siempre, por un estrato de arbolado dominado por quercíneas (encinas, quejigos y alcornoques) y pináceas (distintas especies de pinos). Todas estas especies arbóreas cuentan con frutos muy alimenticios: las bellotas y piñones. Curiosamente estos frutos son destruidos cuando se consumen, incluida la semilla y el germen, por lo que no parecen tener mecanismos efectivos de dispersión. Cabe la posibilidad de que necesiten un estrato de matorral para crecer bajo su protección e impedir que sean consumidas.

Los frutos más frecuentes son:

- Sámaras: aquenios provistos de alas. Áceres y fresnos
 - Nueces: frutos con protección exterior dura. Nogal
 - Núculas: pericarpo endurecido y recubierto por una cápsula en la base. Bellotas y castañas.
 - Estróbilos: las piñas de los pinos.
 - Sicono: infrutescencia (muchos frutos juntos). Por ejemplo, los higos.
- *Etapla de matorral noble:* compuesta por plantas que tienen los frutos brillantes (visibles a distancia) y carnosos (para que la recompensa sea interesante para el dispersante).



Los frutos más frecuentes que podemos encontrar en este tipo de plantas son:

- Bayas: epicarpo (piel) blando, mesocarpo y endocarpo (pulpa) muy blandos. Como ejemplo: el enebro.
 - Drupas: mesocarpo carnoso y el endocarpo endurecido en forma de hueso. Por ejemplo, la aceituna o el majuelo.
 - Polidrupas: combinación de drupas. Por ejemplo, las moras.
- *Etapa de matorral degradado:* compuesto por plantas, a menudo espinosas, de frutos secos.

Los más frecuentes son:

- Legumbres: frutos alargados, dehiscentes (que se abren) por ambos lados para liberar las semillas. Aulagas y escobones.
 - Cápsulas: frutos redondeados que se abren por numerosas aberturas. Jaras
- *Etapa de pastizal:* formada por plantas con frutos y semillas adaptados a la dispersión por el viento o pegados a la piel o plumas de los animales.

Los más frecuentes son:

- Aquenios: frutos con una sola semilla, no soldada al ovario. Margaritas.
- Cariópsides: semillas pegadas al pericarpo. Gramíneas.



actividad n° 13

Cuéntalo por ahí

Descubriendo el jardín

Dos niños jugaban en el patio trasero de su casa, sentados en el pasto, y ya cansados de jugar a las cartas, se tendieron cuan largos eran, mirando el sol de la tarde.

Cuando en uno de esos instantes, uno de ellos, sintió una picadura, miraron y era una hormiga, Pablo y Pedro se dieron la vuelta y se pusieron a observar las hormigas. Vieron cómo ellas caminaban una detrás de la otra, cómo algunas transportaban pequeñas piedras de maicillo sobre sus espaldas.

Empezaron traviesamente a ponerles tropiezos a sus caminos con piedras grandes y palos grandes para el tamaño de ellas, y observaron que nada las detenía, que ellas rodeaban el obstáculo o lo escalaban, y se comenzaron a dividir en dos flancos, aquéllas que escalaban o rodeaban los objetos.

Pablo tomó una hormiga y la encerró en un vaso de plástico. Y vio que las hormigas eran solidarias pues al estar ésa prisionera, estas hormigas se organizaron en círculos y sacaron a la hormiga del vaso.

Los muchachos se dieron cuenta de que ellas cooperaban, las unas con las otras, es decir siempre se ayudaban entre sí y pensaron que era importante estar unidos en la adversidad. Ya era tarde, su madre les llamaba y regresaron a la casa.

Pero esa noche Pedro soñó muchas cosas, como por ejemplo: se vio pequeñito, soñó que muchos niños como él, eran pequeñitos, que se paseaban entre las inmensas selvas que formaban los pastos, todo se veía tan distinto desde abajo, cada roca que encontraba a su paso era solo una piedrecita, las mariposas semejabán grandes y gigantescos aviones.

Y empezó a llamar a las mariposas para volar con ellas, y les cantaba una canción que decía:

*"Mariposa, mariposa, mariposa
que vas de rosa en rosa,
que vas de flor en flor,
llévame en tus alas por favor."*

No sabía Pedro por qué cantaba esa canción, hasta que finalmente se le acercó una mariposa pequeña, que le preguntó por qué las llamaba y él le contestó que él no sabía volar, y que quería saber si ella le llevaría en sus alas. Entonces la mariposa le dijo que bueno y pasearon por todas las flores del jardín de la casa de Pedrito, y él se dio cuenta de que las flores, las plantas, los árboles, las aves, las hormigas, las mariposas conocían un lenguaje de paz y armonía.

Las mariposas amaban a las flores y éstas, a su vez, les correspondían, ya que las



mariposas llevaban en sus pequeñas patitas sus mensajes a otras flores, y ellas eran sus brazos y sus pies.

Ese día Pedro despertó muy temprano, y se asomó a su ventana, estuvo un largo rato mirando el jardín y el sol amaneciendo, sentía su corazón liviano, feliz y pleno de ternura y expectación por todas las cosas que le rodeaban.

<http://www.geocities.com/inchilen/CUENTOS/cuento1.html>

(Nota: este texto procede de Chile. Se han cambiado ciertos giros en el texto para adecuarlos al castellano que se habla en nuestra Comunidad)

El arrendajo Esteban

El arrendajo Esteban abrió un ojo y se quedó todavía un momento hecho un ovillo de plumas. Las mañanas de noviembre ya eran frías y no le apetecía nada echar a volar hasta que saliera el Sol; pero tenía tanta hambre...

Desde donde habían pasado la noche él, sus hermanos y hermanas y otros grupos familiares que se habían reunido, Esteban podía ver a lo lejos la Encina Gorda, que este año estaba cargada de frutos que ya estaban madurando. ¡Hoy sería el primer día de bellotas! ¡Toda la comida que quisiera y aún le sobraría!. Después tendría todo el resto del día para recorrer el monte jugando con sus nuevos amigos y amigas y asustando al personal a base de graznidos.

A su lado oyó un suave chirrido y luego otro y otro: el resto del grupo ya estaba despertando. Sacudidas de plumas, pequeños vuelos para quitarse el frío animaban la copa del fresno donde estaban. Por su parte, los mayores miraban la escena, encantados de ver a sus hijos e hijas crecer sanos y fuertes.

- Venga, detrás de mí y en silencio- dijo una vieja arrendaja

Todos volaron hasta la encina de la que tanto les habían hablado sus padres, atravesando la espesura para evitar así la vista de halcones y águilas.

Cuando se acercaban pudieron comprobar que todo lo que les habían contado era la pura verdad: la encina estaba cargada de frutos brillantes y maduros que se veían desde lejos. Un enorme revuelo de alegría se produjo en la bandada.

Los más jóvenes quisieron precipitarse sobre las bellotas pero los padres, más prudentes, los refrenaron: era más que probable que algún azor vigilara el comedero para satisfacer, él también, su hambre.

Así que, con cautela, se fueron aproximando hasta asegurarse de que no había peligro. Eso sí: una familia de jabalíes buscaba entre la hojarasca las bellotas que comenzaban a caer.

.....

Por su parte, la Encina Gorda también se alegró cuando sus ramas se poblaron con



aquellos ruidosos personajes. Sus largos años de experiencia le aseguraban que aquellos pájaros tan listos serían el seguro para la germinación de sus bellotas y el nacimiento de nuevas encinas. Sin embargo, miraba con pena cómo los jabatos destruían sus preciosos frutos.

Los arrendajos no hacían sino graznar y engullir cuantas bellotas les cabían en el buche. Los más viejos, previsores ellos, volaban hasta árboles donde sabían que había grietas y huecos donde esconder el botín para los fríos días del invierno. Los jóvenes los veían ir y venir sin comprender muy bien.

No sabían qué hacer pues sentían que debían imitar a los mayores pero éstos no los dejaban meter sus semillas en los mismos huecos.

Era éste el momento en que la encina aprovechaba para poner en práctica su estrategia susurrando en el aire:

- Llévatelas hasta el claro del monte y entiérralas allí.

Los jóvenes arrendajos, persuadidos de que aquella voz procedía de sus padres, obedecían y volaban hasta el lindero del monte, donde dejaban su preciosa carga enterrada entre la hierba y volvían por más semillas que iban desperdigando por ahí.

.....

Por la tarde, todos reunidos de nuevo en el fresno, comenzaron a charlar sobre cuántas bellotas habían recogido, cuántos almacenes tenían y la forma que tenían de recordarlos.

Esteban estaba muy triste porque por más que lo intentaba no recordaba ni uno solo de los enterramientos que había hecho. No le apetecía jugar con sus hermanos, ni siquiera quería graznar.

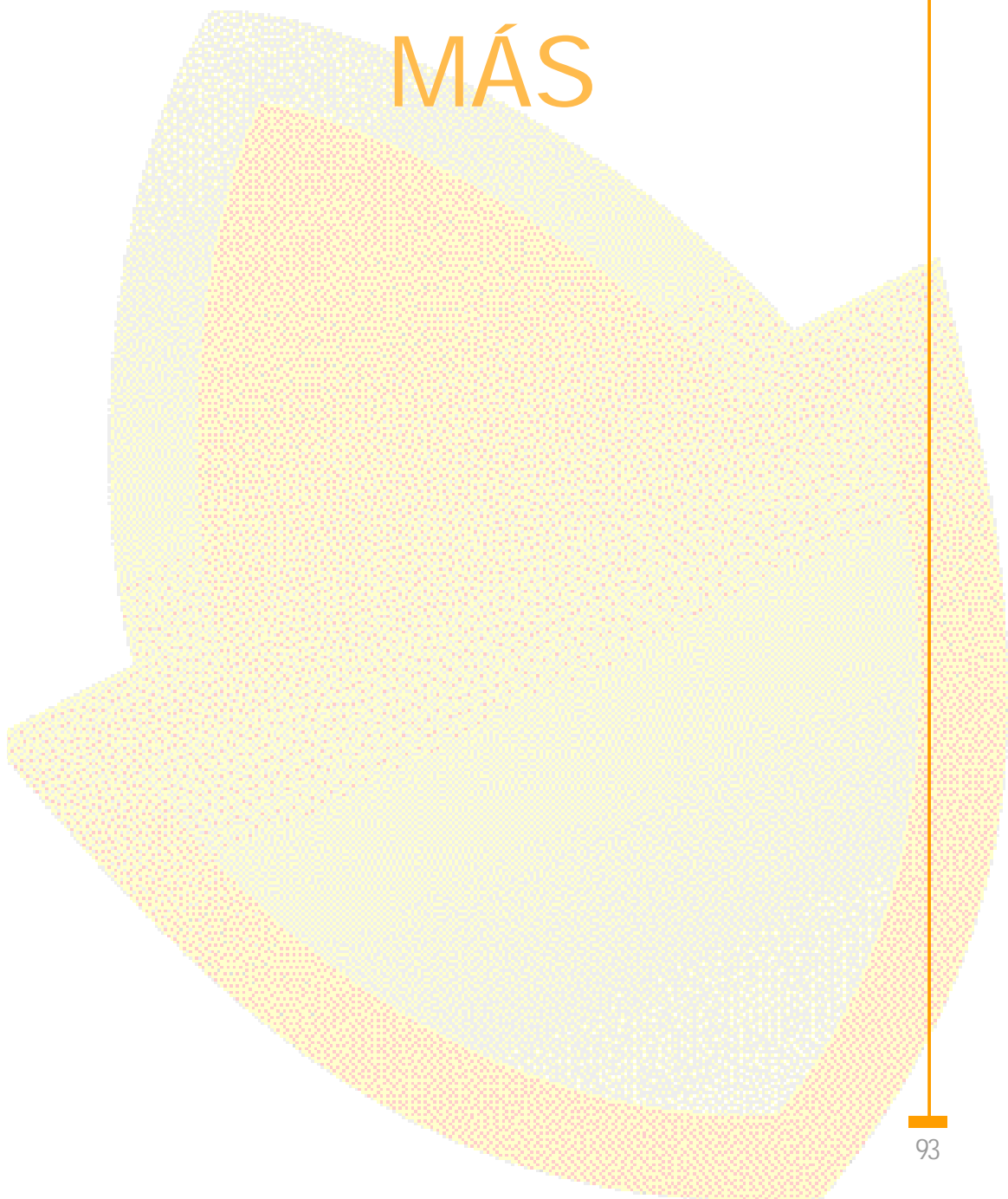
La vieja arrendaja que esa mañana lo había llevado hasta la encina lo vio triste y aburrido y tras oír de su boca esta parte de la historia sonrió y le dijo:

- Aprende de los demás y no te preocupes pues tu acción no ha sido inútil: esas semillas que has olvidado son la garantía de que tus hijos e hijas tendrán encinas donde coger bellotas. Germinarán en el claro del bosque y de ellas crecerán nuevos árboles que, con el tiempo, darán su fruto y harán que el bosque sea más grande. Los arrendajos viejos dejamos así que los jóvenes sembréis durante vuestro primer día de recogida de bellotas para que la vieja encina también esté contenta. Es una especie de novatada que, año tras año y generación tras generación, venimos repitiendo. Mañana sígueme y te enseñaré a no olvidar los almacenes.

Esteban se quedó más tranquilo y comprendió que, sin aquellos "olvidos", tarde o temprano las encinas viejas morirían y no habría encinas jóvenes que las sustituyeran, pudiendo llegar a desaparecer todo su bosque.



PARA SABER MÁS





<http://www.acguanacaste.ac.cr/rothschildia/v5n1/textos/26.html>: *polinización por colibríes en Costa Rica.*

<http://www.audinex.es/~ratormo/frutos/frutos6.html>: *dispersión de frutos, muy recomendable.*

<http://www.bioplanet.it/espanol/bombox/>: *empleo de polinizadores en invernaderos, agricultura ecológica.*

<http://www.botanical-online.com/losfrutos.htm>: *tipos de frutos.*

<http://www.botanical-online.com/llavorcastella1.htm>: *dispersión de frutos*

<http://www.botanical-online.com/polinizacion.htm>

<http://www.casadelamiel.com/api/poliniza.html>

<http://www.cienciahoy.org/hoy30/nectar01.htm>

<http://www.cienciahoy.org/hoy40/horm2.htm>: *dispersión por hormigas.*

<http://www.contenidos.com/ciencias/iguazu/seducion.htm>

<http://www.desertmuseum.org/conservation/polinazcion.html>: *ecología de polinización y dispersión en plantas del desierto.*

<http://www.ebd06.ebd.csic.es/docs/Granada2000.pdf>: *Dispersión de semillas por animales en el Mediterráneo: Ecología y evolución. Carlos M. Herrera.*

<http://www.edustatspr.com/proyectos/Inv99-2000-II-4.pdf>: *influencia del color en las visitas de las abejas.*

<http://www.est.uniandes.edu.co/~in-sanch/>: *síndromes de polinización en orquídeas.*

<http://www.fai.unne.edu.ar/biologia/planta/evolflo.htm>: *evolución floral*

<http://www.huso30.com/num5/enpantalla/quercus.html>: *dispersión de Quercus.*

http://www.iespana.es/natureduca/botan_reproducc4.htm: *génesis y dispersión de frutos.*



http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/abejorros.htm

http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/polinizacion_abejorros.asp:
agricultura ecológica, empleo de polinizadores.

<http://www.ifrc.org/sp/what/health/diseases/malaria/index.asp>: *tratamiento y prevención del paludismo.*

<http://www.lectura.ilce.edu.mx:3000/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/146/htm/vidayob.htm>: *Biología de las semillas. Muy interesante.*

http://www.panda.org/toxics/downloads/resolving_ddt_summ_spanish.pdf:
efectos del DDT.

<http://www.platea.pntic.mec.es/~rmartini/BOTANICO2.HTM>: *polinización en el Real Jardín Botánico.*

<http://www.quercus.es/redquercus/Articulos/ecofisio.htm>: *geminación de jaras.*

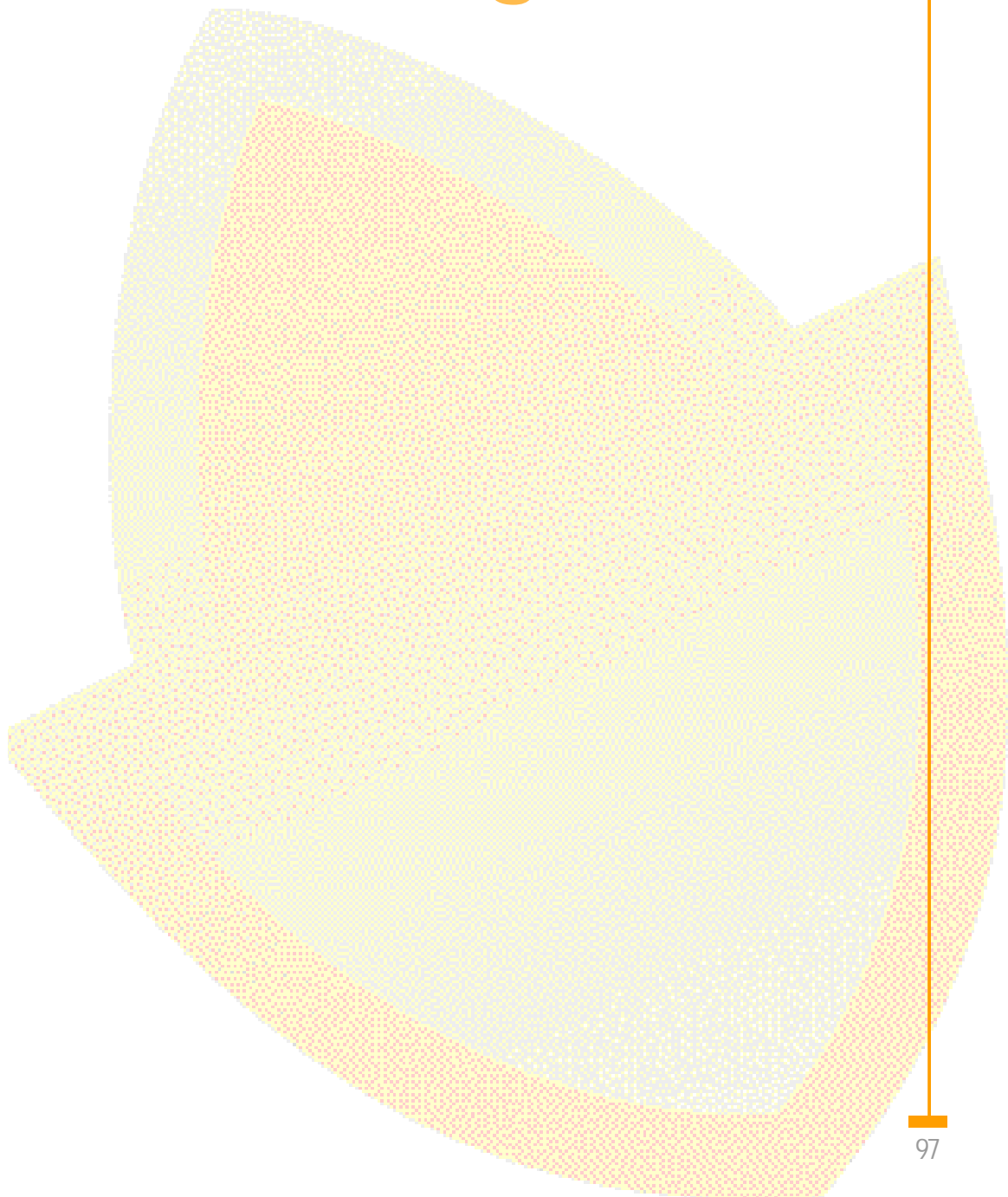
<http://www.usuarios.lycos.es/apatura/>: *mariposas de la península ibérica.*

<http://www.viasalus.com/us/B2P/cn/toxi/pages/x/search15.jsp>: *grupos de insecticidas químicos.*

http://www.webcolombia.com/insecticidas_Alelopaticas.htm: *insecticidas naturales.*



bibl iografía



Vilches Arenas, J. (1984). Seminario sobre ecología de la polinización y dispersión de frutos y semillas. Dpto. Biología Vegetal. Universidad de Sevilla.

Vilches Arenas, J. et al. (2002). Red de Jardines Botánicos en Espacios Naturales de Andalucía. Programa de Educación Ambiental: Educación Primaria y Secundaria. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente

Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia. DG de Evaluación Educativa y Formación del Profesorado (1992). Colección de materiales curriculares para la Educación Primaria.

Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia. DG de Promoción y Evaluación Educativa (1995). Decreto de Educación Secundaria Obligatoria. Articulado y Anexos

Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia. Dirección General de Promoción y Evaluación Educativa (1995). Materiales Curriculares. Educación Secundaria Obligatoria

<http://www.apiunio.com/pdf/polinizacion.pdf>, 13/06/03

<http://www.casadelamiel.com/api/poliniza.html>, 13/06/03

<http://www.cienciahoy.org/hoy30/nectar01.htm>, 13/06/03

<http://www.contenidos.com/ciencias/iguazu/frutos.htm>, 10/06/03

<http://www.ebd06.ebd.csic.es/docs/Granada2000.pdf>, 02/06/03

<http://www.geocities.com/inchilen/CUENTOS/cuento1.html>, 10/06/03

http://www.infoagro.com/agricultura_ecologica/apicultura4.asp 16/06/03

<http://www.proutworld.org/news/es/2002/may/2002020bra.htm> 13/06/03

<http://www.revistadelsur.org.uy/revista.089/Ambiente03.html> 13/06/03

http://www.virtualmuseum.ca/Exhibitions/Butterflies/espanol/teach+games/b_watch.html 16/06/03

tú l a l l e v a s





RED DE JARDINES
BOTÁNICOS

