

Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales

Facultad de Ciencias
Naturales y Museo



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Insectos benéficos, agricultura y cuidado ambiental

Guía de Actividades

Fabiana Gallardo, Cecilia Margaría, Daniel Aquino y Mónica Ricci

Insectos benéficos, agricultura y cuidado ambiental: Guía de Actividades / Fabiana E. Gallardo... [et al.]; editado por Cecilia B. Margaría; Daniel A. Aquino; editor literario Sofía Silva ; fotografías de Elisabet Mónica Ricci. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2016.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-950-34-1419-4

1. Cuidado del Medio Ambiente. 2. Agrónomos. I. Gallardo, Fabiana E. II. Margaría, Cecilia B., ed. III. Aquino, Daniel A., ed. IV. Silva, Sofía, ed. Lit. V. Ricci, Elisabet Mónica, fot.
CDD 577

Fecha de catalogación: Noviembre de 2016.

Diseño de tapa y diagramación de interior: Cecilia B. Margaría y Daniel A. Aquino.

Fotos de tapa: E. Mónica Ricci.

Corrección: Sofía Silva

Fabiana E. Gallardo, Cecilia B. Margaría, Daniel A. Aquino y Elisabet Mónica Ricci.

Permitida su reproducción total o parcial sin previa autorización bajo normas



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Datos de contacto: gallardo@fcnym.unlp.edu.ar

Queda hecho el depósito que marca la ley 11.723

Impreso en Argentina

INDICE

Prólogo _____	4
1. Introducción _____	5
2. Diversidad biológica _____	6
3. Control biológico _____	9
4. Enemigos naturales _____	10
5. Polinizadores _____	11
6. Descomposición de la materia orgánica y fertilización del suelo _	20

Prólogo

Esta obra de divulgación científica está dirigida a profesores y estudiantes con el propósito, principalmente, de colaborar con su tarea educativa. Se trata de un material didáctico basado en actividades y lecturas, producto del trabajo en proyectos de investigación científica y extensión universitaria por parte de los autores; con un enfoque global interdisciplinario, en temas relativos a la diversidad biológica y el cuidado ambiental.

El acceso al texto mediante un lenguaje sencillo de divulgación científica, invita a los lectores a la reflexión y al debate en torno a la fauna benéfica como herramienta posible para el reconocimiento y control de artrópodos plaga, disminuyendo así el uso de insecticidas, por ejemplo, en la agricultura. Para ello, se abordarán temas generales, como la diversidad biológica y los reinos de la vida, para luego explorar el campo de los insectos en el rol de enemigos naturales, polinizadores, descomponedores de materia orgánica y bioindicadores.

La edición de este libro digital es el resultado de la experiencia práctica junto a docentes y estudiantes durante dos años de desarrollo de Proyectos de Extensión de la Universidad Nacional de La Plata titulados: "Insectos y ambiente: el agrónomo en la secundaria" e "Insectos y ambiente: ¡ayuda para docentes!", cuyos objetivos fundamentales fueron, colaborar con las tareas docentes y motivar a los jóvenes en su rol como actores sociales en la demanda de alimentos saludables, el cuidado ambiental, la dignidad del trabajador rural y la agricultura familiar.

Los autores

1. Introducción

Según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica (CISDB, 1992), el término diversidad biológica hace referencia a la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras, los ecosistemas terrestres y acuáticos y así también, los complejos ecológicos mayores de los que forman parte. Comprende tanto la diversidad dentro de cada especie, entre las especies, y entre los ecosistemas en general.

Los distintos grupos de organismos brindan al hombre numerosos beneficios directos e indirectos, que en última instancia determinan las condiciones necesarias para su subsistencia (McNeely, 1988). En particular, los insectos son conocidos en su mayoría por sus hábitos perjudiciales al atacar cultivos, alimentos almacenados y por ser vectores de enfermedades. Pero debe tenerse en cuenta que existen muchas especies benéficas para el hombre como fuente de alimento, materia prima de indumentarias y medicinas, también como controladores biológicos de plagas y malezas, polinizadores de distintas especies vegetales, y como agentes en la desintegración de materia orgánica y fertilización del suelo. Desde el punto de vista agronómico, estos organismos se presentan en los términos de enemigos naturales, pero al mismo tiempo son polinizadores descomponedores y agentes claves en el cuidado del ambiente. El manejo inadecuado de los agroecosistemas ha contribuido en mucho al problema del cambio climático, que impulsa la pérdida de la biodiversidad en los hábitats, la sobreexplotación de los suelos, la contaminación y el aumento de especies exóticas e invasoras. Los efectos del cambio climático sobre la diversidad biológica agravan sus riesgos de conservación, por lo tanto, las acciones deberían focalizarse en la promoción de políticas de conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica.

CISDB, 1992. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>. (Última fecha de consulta: 30 de octubre de 2016).

MCNEELY, J.A. 1988. *Economics and Biological Diversity: Developing and Using Economic Incentives to Conserve Biological Diversity*. IUCN, Gland, Switzerland.

2. Diversidad biológica

Los dos aspectos fundamentales de la naturaleza orgánica son la diversidad y los procesos que le han dado origen. La Sistemática o Taxonomía es la disciplina biológica dedicada al estudio de la diversidad de los seres vivos, entre sus objetivos podemos señalar la clasificación y la identificación de los organismos. Clasificar significa agrupar organismos según características compartidas. Por otro lado, identificar un individuo es asignarlo al grupo al que pertenece de acuerdo con un esquema clasificatorio previamente construido (Lanteri *et al.*, 2004).

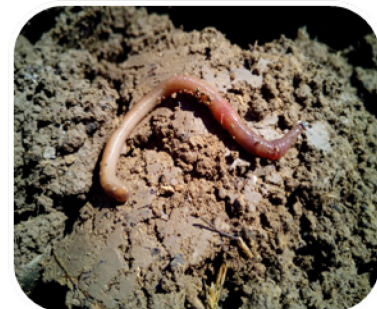
Según el criterio utilizado, los mismos seres pueden incluirse en diferentes grupos. Por otro lado, al clasificar, es necesario asegurarse que todos los elementos se puedan integrar en algún grupo. Se intenta hacer una aproximación a clasificaciones estandarizadas de los seres vivos, entendiendo que se trata de una de las clasificaciones posibles y que los científicos utilizan criterios distintos.

LANTERI, A.A., L.A. FERNÁNDEZ & F.E. GALLARDO. 2004. Sistemática Biológica: generalidades y conceptos básicos. En: *Sistemática biológica: fundamentos teóricos y ejercitaciones*. A.A. LANTERI & M.M. CIGLIANO (eds.). Edulp, La Plata, 241 págs.

Actividad 1: Completar el cuadro que se encuentra más abajo con las características de cada reino biológico.

	MONERA	PROTISTA	FUNGI	PLANTAE	ANIMALIA
Tipo de células					
ADN					
Cantidad de células					
Nutrición					
Energía que utilizan					
Reproducción					
Tejidos diferenciados					
Existencia de pared celular					
Movilidad					

Actividad 2: ¿Cuáles de los siguientes individuos son insectos? En aquellos casos que no lo sean, investigar a qué grupo de organismos pertenece cada uno.

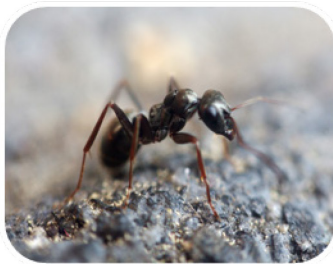


Fotografías tomadas de www.pixabay.com

Actividad 3; ¿Cuáles son las características que permiten agrupar a los insectos? Dibujar un insecto y marcar sus partes.

Actividad 4: Definir cuáles son las características que permiten identificar a los seres vivos como tales y qué es lo que tienen en común.

Actividad 5: ¿Cuáles de los siguientes insectos son benéficos para el hombre y cuáles perjudiciales? Observar las imágenes de insectos benéficos que se muestran e indicar el rol que cumplen en la naturaleza.



Fotografías tomadas de www.pixabay.com

Actividad 6: Seleccionar imágenes de organismos e incluir información acerca de sus principales características: hábitat, tamaño corporal, tipos de patas, tipos de hojas, forma de alimentación, entre otras. Agrupar las imágenes con distintos criterios, y explicar cuáles fueron utilizados. Si tuvieran que exponer los grupos de imágenes de seres vivos en distintas salas de un museo, ¿cómo los agruparían? ¿Cuántos salones necesitarían? ¿Qué características tendrían en cuenta para formar cada grupo? Propongan un nombre para cada salón que se relacione con ese criterio.

Lectura sugerida:
http://www.buenosaires.gob.ar/areas/educacion/curricula/plan_plurianual_oct07/cs_naturales/cn_s_v1_d.pdf

3. Control biológico

Las exigencias actuales, que a nivel internacional propician una producción agroalimentaria basada en el respeto por el ambiente, hacen que el desarrollo de estrategias para el control de plagas adquiera un papel relevante. El uso de insecticidas químicos es aun incapaz de resolver problemas sanitarios en los cultivos, al mismo tiempo que constituye una fuente de contaminación y toxicidad de los sistemas ecológicos y de la salud humana. Mediante las técnicas de control biológico, entendido como la utilización por parte del hombre de organismos benéficos (enemigos naturales), se han reducido exitosamente numerosas plagas sin producir efectos nocivos colaterales para otros organismos, incluido el hombre. Para comprender cuáles son las bases que justifican dicho control debemos saber que toda especie tiene enemigos naturales que regulan el crecimiento de sus poblaciones; y cuando estos están ausentes o fallan por alguna razón, se incrementa la población de modo excesivo, se producen daños económicos y la especie es considerada plaga (Loiácono y Margaría, 2010).

LOIÁCONO, M.S. & C. MARGARÍA (ed. lit.). 2010. *Insectos y hombres: Una diversidad de interacciones*. Al Margen Ed., La Plata, Colección Diagonios, 1º edición. 122 págs.

Actividad 7: Explicar qué se entiende por control biológico (CB).

Actividad 8: Investigar sobre los tipos de CB más utilizados a nivel mundial.

Actividad 9: Brindar ejemplos de CB exitosos a nivel mundial y en la Región neotropical.

Actividad 10: Mencionar los países que aplican programas que incluyen al control biológico.

Actividad 11: Investigar casos de CB en la República Argentina.

Sitios de consulta: www.senasa.gob.ar, www.inta.gob.ar, www.conicet.gob.ar, www.iobcntrs.org, http://www.censa.edu.cu/wp-content/uploads/2016/03/reunion_Control-Biologico.pdf

4. Enemigos naturales

Son diversos los organismos que se comportan como enemigos naturales de los insectos plaga. Su acción directa, sin la intervención del hombre, es conocida como control natural. Para que sea considerada en los términos de control biológico, el hombre debe participar en la cría y liberación de los organismos del cultivo en que son detectadas plagas. Algunos enemigos naturales son generalistas, es decir, viven alimentándose de gran variedad de especies; de lo contrario, los especialistas, consumen individuos de una o varias especies. Por su parte, los enemigos naturales que se emplean en las técnicas de control biológico pertenecen a diferentes grupos, y comprenden desde virus a animales vertebrados. Se los agrupa en cuatro clases básicas: depredadores, parásitos, patógenos y parasitoides (LOIÁCONO & MARGARÍA, 2010).

Actividad 12: Completar el siguiente cuadro con las características de los depredadores y de los parasitoides sobre la base de los textos de las páginas 11 y 35 del libro "Insectos benéficos: guía para su identificación" (NÁJERA RINCÓN & SOUZA, 2010).

Características	Depredadores	Parasitoides
Forma de vida		
Tipo de alimentación		
Estados de la presa/hospedador que ataca		
Tamaño corporal con respecto al de la presa/hospedador		
Alimentación de tejidos o de organismos		
Cantidad de presas/hospedadores que atacan los estados inmaduros		

LOIÁCONO, M.S. & C. MARGARÍA (ed. lit.). 2010. *Insectos y hombres: Una diversidad de interacciones*. Al Margen Ed., La Plata, Colección Diagonios, 1º edición. 122 págs.
 NÁJERA RINCÓN, M.B. & B. SOUZA, 2010. Insectos benéficos: guía para su identificación. https://www.socla.co/wp-content/uploads/2014/INSECTOS_BENEFICOSNajeraySouza.pdf

5. Polinizadores

Son los animales que visitan las flores en busca de alimento (néctar, polen) y durante esas visitas transportan el polen de una flor a otra. Más del 90% de las plantas con flores son polinizadas por insectos, a esta polinización se la denomina entomófila. Una adecuada polinización mediante insectos incrementa el rendimiento del cultivo, e influye tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha. El hombre puede aumentar la polinización natural ejercida por las abejas silvestres con la incorporación de colmenas de abejas melíferas domésticas en las proximidades del cultivo.

Actividades 13: leer el siguiente texto y responder por qué creen necesario la construcción de abejas robóticas. Teniendo en cuenta su objetivo: ¿Qué alternativa propondrían a este proyecto?

“Abejas robot polinizarán los campos de cultivo de Monsanto”. Disponible en: <https://actualidad.rt.com/actualidad/view/101944-abejas-robot-transgenicos-monsanto> (última consulta: 31 de octubre de 2016).

Actividad 14: Asociar el texto que se da a continuación tomado de GALLARDO & RECHE (2010) con la siguiente lectura: “Diesel: otro factor que amenaza la supervivencia de las abejas”. Disponible en: <http://ecoosfera.com/2016/02/este-es-el-pesticida-que-esta-extinguendo-a-las-abejas> (última consulta: 31 de octubre de 2016).

Las flores atraen a los insectos mediante estímulos visuales (color, tamaño, forma) y estímulos olfativos (diferentes aromas). En general, los aromas que atraen a insectos nocturnos son fuertes, a diferencia de aquellos que estimulan a los visitantes durante el día, cuyos aromas son más suaves. Los

insectos asocian estos estímulos a recompensas que les ofrecen las flores por transportar su polen como alimento o lugares de apareamiento y refugio de crías.

Actividad 15: Asociar el texto que se da a continuación tomado de GALLARDO & RECHE (2010) con la siguiente lectura “Este es el pesticida que está extinguiendo a las abejas”. Disponible en: <http://ecoosfera.com/2016/02/este-es-el-pesticida-que-esta-extinguiendo-a-las-abejas>

Los agricultores pueden contribuir a la protección de las abejas melíferas y su hábitat, mediante la toma de conciencia al momento de seleccionar y utilizar pesticidas. Es importante evitar el uso de insecticidas cuando las flores están abiertas, ya que los insectos se posan en las plantas florecidas y son envenenados por estos productos químicos.

Actividad 16: Asociar el texto que se da a continuación tomado de GALLARDO & RECHE (2010) con la siguiente lectura “Exitoso invento chileno permite polinizar con moscas”. Disponible en: <http://www.agromeat.com/118617/exitoso-invento-chileno-permite-polinizar-con-moscas>.

Las moscas son polinizadores oportunistas, y en general no especializados. Algunas flores atraen a moscas de la carne emitiendo olores desagradables.

GALLARDO & RECHE, 2010. En: Insectos y hombres: una diversidad de interacciones. LOIÁCONO & MARGARÍA Eds., Ediciones Al Margen, La Plata, 120 páginas).

Los insectos y la polinización

La polinización es un proceso fundamental para que las plantas con flores produzcan sus frutos y semillas; mediante ésta se lleva a cabo la reproducción sexual en estos vegetales. La flor es el aparato reproductor de la planta. Básicamente está constituida por las siguientes partes (Fig. 1): desde afuera hacia adentro, el cáliz, conformado por los sépalos de color verde, más parecidos a hojas comunes; por dentro del círculo de sépalos se encuentra la corola, constituida por los pétalos, de colores típicamente brillantes para atraer a los insectos y a las aves. El cáliz y la corola presentan función protectora de las partes reproductivas de la flor. Por dentro del círculo de pétalos se hallan las partes masculinas o estambres. Cada estambre está formado por un filamento que lleva en su extremo la antera, en la que se originan los granos de polen, que contienen las células sexuales masculinas. En el centro de la flor se encuentra la parte reproductiva femenina, el pistilo, conformado por una parte basal, el ovario, y una porción delgada, el estilo, que termina en el estigma, estructura achatada que segrega una sustancia pegajosa para retener los granos de polen. En el ovario (Fig. 2a) se hallan los óvulos, dentro de los cuales se producen las células sexuales femeninas.

La polinización propiamente dicha es la transferencia de polen desde las anteras hasta el estigma. Para la fecundación, el

grano de polen desarrolla un tubo polínico, encargado de recorrer el estilo y llegar hasta el ovario, para allí contactar el óvulo (Fig. 2b). Luego de la fecundación, el ovario se agranda y madura, transformándose en el fruto y conteniendo en su interior a las semillas.

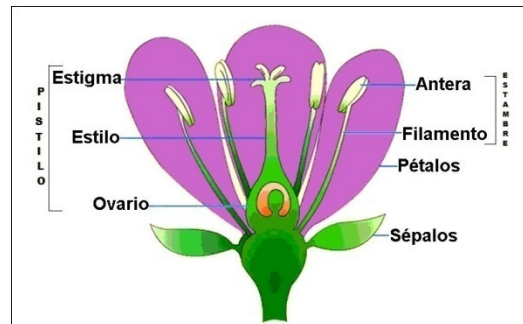


Figura 1. Partes de una flor (modificado de <http://www.ceibal.edu.uy>)

La polinización puede producirse entre el polen y el estigma de la misma flor (autogamia) o entre el polen de una flor y el estigma de otra (polinización cruzada). Esta última puede establecerse entre flores de la misma o de distintas plantas, pero básicamente de la misma especie.

La polinización cruzada se puede realizar mediante diferentes agentes que transportan el polen de una flor a otra (viento, agua y animales).

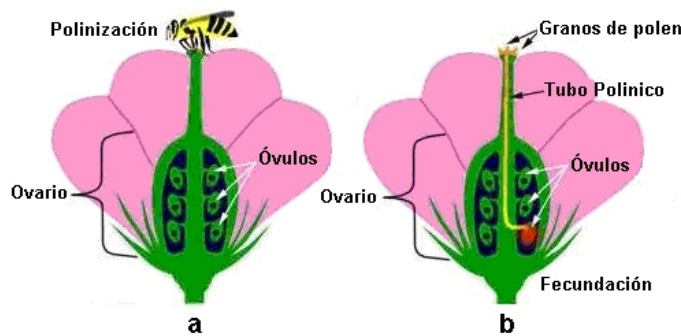


Figura 2 a y b. a. Polinización cruzada mediante insectos, b. Fecundación (Modificado de: www.sindioses.org)

Los polinizadores son los animales que visitan las flores en busca de alimento (néctar, polen) y durante esas visitas transportan el polen de una flor a otra. Más del 90% de las plantas con flores son polinizadas por insectos, a esta polinización se la denomina entomófila. Estos organismos son especialmente apropiados para polinizar, ya que tienen un tamaño relativamente semejante al de las flores, son muy numerosos, voladores, y por lo tanto, muy móviles (Viejo Montesinos & Ornos Gallego, 1997). Entre los insectos que visitan las flores se encuentran los coleópteros (escarabajos), los dípteros (moscas), los lepidópteros (mariposas) y los himenópteros (abejas, abejorros y avispas).

Estímulos y recompensas florales

Las flores atraen a los insectos mediante estímulos visuales (color, tamaño, forma) y olfativos (diferentes aromas). Aquellas que son polinizadas por insectos nocturnos son de colores claros, las visitadas por insectos diurnos presentan colores brillantes. Algunas flores poseen líneas o marcas en los pétalos, llamadas “guías de néctar”, que presentan cierta coloración -generalmente no visible para el ojo humano- y que conducen al insecto hasta el nectario, generalmente ubicado en el fondo de la flor. El tamaño de la flor se correlaciona con el del polinizador. Las flores más grandes tienen mayor superficie para que el insecto aterrice; aquellas que son tubulares generalmente brindan mayor refugio y cantidad de néctar. Las señales olfativas ayudan al insecto a reconocer a una determinada flor. En general los aromas que atraen a insectos nocturnos son fuertes, en cambio aquéllos que estimulan a los visitantes durante el día son más suaves.

Los insectos asocian estos estímulos a recompensas que les ofrecen las flores por transportar su polen. La mayoría de ellas tienen función alimenticia (néctar, polen, aceites) o para construcción de nidos (aceites impermeabilizantes, resinas), otras sirven como lugares de apareamiento y cría. El polinizador puede recordar aquellas flores que le proporcionan la mayor recompensa y en consecuencia responderá visitándolas (Ollerton, 1999).

Algunas plantas pueden ser polinizadas por distintas especies de insectos, sin embargo, existen otras que dependen sólo de un polinizador. Por esta razón, se encuentran sistemas de planta-polinizador que son muy especializados e implican una serie de adaptaciones por parte de ambos, tanto de color, forma, tamaño, como de comportamiento. Un ejemplo de ello es la relación que existe entre las orquídeas y sus polinizadores: las formas, colores y fragancias de las orquídeas son el resultado de esta relación. El 97% de las especies de orquídeas necesitan de un polinizador específico para que se lleve a cabo la fecundación y la consiguiente formación de las semillas; estos visitantes pueden ser moscas, mosquitos, abejas, avispas, mariposas, escarabajos y aves (especialmente colibríes) (Strasburger, 1994). Las orquídeas (Fig. 3) atraen a sus polinizadores con engaños variados y sorprendentes: las flores imitan la forma y el colorido de las especies que usualmente las recompensan (engaño mimético); imitan los sitios de postura de huevos de los insectos, o bien, las flores mimetizan las señales de apareamiento (tanto visuales como olfativas) de las hembras (engaño sexual), entre otros tipos de atrayentes (Jersáková y cols., 2006).



Figura 3 a y b. Orquídeas, a. Flor que mimetiza señales de apareamiento, b. Flor que imita a las hembras de los polinizadores (tomado de [http:// www.infojardin.com](http://www.infojardin.com))

Principales grupos de insectos polinizadores

Escarabajos (Fig. 4). Son insectos polinizadores no especializados, tienen un aparato bucal adaptado para masticar, por lo tanto no pueden alimentarse de néctar con facilidad. Consumen partes florales y polen, el cual queda adherido a su cuerpo, y al visitar otra flor, lo transfieren a ella. Además de utilizar a las flores para alimentación, lo hacen para el apareamiento y para depositar sus huevos. Las flores visitadas por los escarabajos suelen tener colores variados, poco vistosos, producir olores fuertes, frutales o putrefactos, y presentar forma plana o cóncava, contienen abundante polen y nectarios accesibles.



Figura 4. Escarabajos polinizadores (tomado de www.infojardin.com)

Moscas (Fig. 5). Muchas de ellas son polinizadores oportunistas, y en general, no especializados. Utilizan a las flores para su alimentación y para depositar sus huevos. Presentan un aparato bucal chupador, que les permite consumir néctar, aunque también se alimentan de polen. Algunas flores atraen a moscas de la carne emitiendo olores desagradables.



Figura 5. Flor que atrae a moscas de la carne (tomado de www.bionaturalist.blogspot.com)

Mariposas (Fig. 6). Estos insectos presentan pelos y escamas sobre la superficie de su cuerpo y alas, en sus visitas a las flores el polen se adhiere a estas estructuras y así lo transfieren a otras flores durante la siguiente visita. Las mariposas tienen un aparato bucal alargado (espiritrompa), que les sirve para llegar hasta el néctar de la flor. En general, las flores visitadas por las mariposas son de forma tubular, en cuyo fondo se encuentran los nectarios. Aquellas polinizadas por mariposas diurnas presentan colores brillantes y fragancias tenues, mientras que las visitadas por mariposas nocturnas son de colores claros y aromas fuertes. Algunas plantas polinizadas por mariposas nocturnas, abren sus flores, emiten fragancias y comienzan la producción de néctar sólo por la noche, mientras que las plantas polinizadas por mariposas diurnas generalmente cesan la producción de néctar y olor durante la noche (Ollerton, 1999).

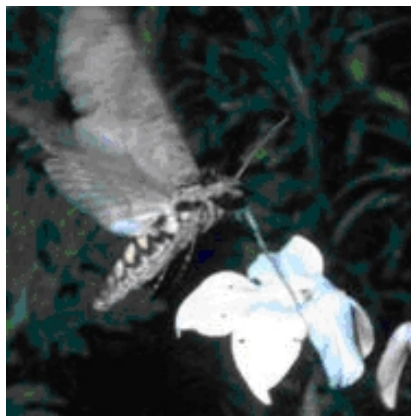


Figura 6. Mariposa nocturna succionando néctar de una flor (tomado de www.efn.uncor.edu)

Abejas, abejorros y avispas (Figs. 7-9). La mayoría de los polinizadores son abejas, tanto solitarias como sociales -abejas melíferas y abejorros-. Se caracterizan por la presencia de pelos plumosos sobre la superficie del cuerpo y estructuras para acumular polen, que pueden estar ubicadas en las patas posteriores o parte ventral del abdomen (Fig. 8). Así el polen se adhiere a los pelos y pasa a las estructuras especiales, y es transportado a otra flor, a la colmena o nido. Presentan un aparato bucal lamedor adaptado para obtener néctar; su longitud depende del tipo de flor que visiten y de

la profundidad del nectario. Las flores visitadas por las abejas presentan pétalos atractivos, a veces modificados a manera de una plataforma de aterrizaje, generalmente de colores vistosos y brillantes (nunca rojos, por su incapacidad de reconocer este color), con guías de néctar y aromas dulces. Las abejas son los polinizadores por excelencia. Su eficacia se debe a su abundancia, vuelo rápido, tendencia a visitar varias flores de la misma especie, su necesidad de grandes cantidades de néctar y polen y sus pelos especializados que pueden atrapar y mantener hasta 15.000 granos de polen por abeja (Viejo Montesinos & Ornos Gallego, 1997).

Las avispas son un grupo de menor importancia en el proceso polinizador y no son visitantes especializados, sin embargo, algunas plantas son exclusivamente visitadas por ellas. Un caso interesante es la interacción entre un grupo de pequeñas avispidas y las higueras, esta relación es altamente complicada y específica, en general, cada especie de higuera tiene su especie de avispidita polinizadora, ésta utiliza el higo para la alimentación y refugio de sus larvas, ya que la hembra adulta deposita allí dentro a sus huevos.



Figura 7. Abeja solitaria colectando polen (foto tomada por Mariano Lucia)



Figura 8. Abeja melífera colectando polen (foto tomada por Ana Gaddi)



Figura 9 a y b. Abejorros polinizadores, a. Sobre flor de cardo, b. Sobre flor de pepino (fotos tomadas por Mariano Lucía)

Polinización y cultivos

Muchos cultivos dependen de la polinización cruzada para producir frutos o semillas de mejor calidad, hecho que es importante para la obtención de una buena cosecha. La polinización se considera exitosa cuando los frutos están completamente desarrollados, son simétricos, de buen color y peso, y tienen muchas semillas con posibilidad de germinar. Una adecuada polinización mediante insectos incrementa el rendimiento del cultivo, e influye tanto en la cantidad como en la calidad de la cosecha.

El hombre puede aumentar la polinización natural ejercida por las abejas silvestres con la incorporación de colmenas de abejas melíferas domésticas en las proximidades del cultivo. Esto permite un mayor rendimiento agrícola y además obtener rentabilidad por los productos de la colmena (miel y jalea real, entre otros).

Los agricultores pueden contribuir a la protección de las abejas melíferas, y su hábitat, mediante la toma de conciencia al momento de seleccionar y utilizar pesticidas. Es importante evitar el uso de insecticidas cuando las flores están abiertas, ya que los insectos se posan en las plantas florecidas y son envenenados por estos productos químicos. También resulta beneficioso que los agricultores permitan que las plantas silvestres florezcan en las zonas no cultivadas porque contribuyen a la alimentación variada de los insectos; finalmente, se puede propiciar que el hábitat sea adecuado para la construcción de nidos y la hibernación de los insectos polinizadores (Bradbear, 2005).

Cabe destacar que los beneficios de la polinización por medio de insectos no se limitan sólo a los cultivos, su ausencia tendría un efecto devastador en la flora silvestre porque desaparecerían la mayoría de las plantas de importancia vital para el equilibrio natural y la supervivencia del planeta (Viejo Montesinos & Ornos Gallego, 1997).

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Norma Díaz y Fabio Achinelli por la lectura crítica del manuscrito. A Ana L. Gaddi y Mariano Lucía por haber cedido fotografías para su publicación.

Bibliografía

- BRADBEAR, N. 2005. La apicultura y los medios de vida sostenibles. Folleto de la FAO sobre diversificación 1.
- JERSÁKOVÁ, J., S. JOHNSON & P. KINDLMANN. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological Reviews* 81(2):219-235.
- OLLERTON, J. 1999. La evolución de las relaciones polinizador-planta en los artrópodos. *Boletín S.E.A.*, 26: 741-758.
- STRASBURGER, E. 1994. *Tratado de Botánica*. 8va. Edición. 1.098 pp. Omega, Barcelona.
- VIEJO MONTESINOS, J.L. & C. ORNOSA GALLEGO. 1997. Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Boletín S.E.A.*, 20: 71-74.

Actividad 17: Responder las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuál es la diferencia entre la autogamia y la polinización cruzada?
- 2) ¿Cómo se denomina la polinización llevada a cabo por los insectos?
- 3) ¿Cuáles son los grupos de insectos que actúan en la polinización?
- 4) ¿Cómo atraen las flores a los insectos?
- 5) ¿Cómo puede contribuir el hombre a la polinización de los cultivos?, ¿y a la protección de los insectos polinizadores?

Actividad 18: ¿A qué grupo de insectos polinizadores (escarabajos, moscas, mariposas, abejas) se refieren las siguientes frases? Los grupos pueden repetirse en más de una respuesta.

- 1) Presentan pelos en las patas posteriores o en la parte ventral del abdomen, los cuales forman estructuras especiales para acumular polen:
- 2) Son polinizadores no especializados, con aparato bucal masticador, por lo tanto no pueden alimentarse de néctar con facilidad:
- 3) Tienen pelos y escamas sobre la superficie del cuerpo y sobre las alas, así, el polen se adhiere a estas estructuras y es trasladado a otras flores:
- 4) Insectos que presentan un aparato bucal chupador y pueden consumir néctar, algunas flores los atraen con olores desagradables:
- 5) Generalmente, las flores visitadas por estos polinizadores son de forma tubular. En consonancia, el aparato bucal del insecto es alargado y denominado espiritrompa:
- 6) Las flores que son polinizadas por estos insectos tienen pétalos de colores vistosos, nunca rojos, ya que no pueden reconocer este color:

Actividad 19: Considerar la siguiente afirmación “*Las abejas son consideradas los polinizadores más importantes y eficaces*”, e indicar cuáles son las características de este grupo de insectos que permiten que sean llamados “polinizadores por excelencia”.

6. Descomposición de la materia orgánica y fertilización del suelo

Los insectos juegan un rol importante en la descomposición de otros organismos, lo son de productores y consumidores de cadenas alimenticias, facilitando la aireación y fertilización del suelo. Llevan a cabo el reciclaje de los desechos de estos seres vivos y permiten reingresar los nutrientes al ecosistema, dando cierre de esta forma a la cadena alimenticia iniciada por los productores.

Actividad 20: Leer el siguiente párrafo e indicar a qué reino biológico pertenecen los organismos mencionados:

Las moscas, escarabajos y cucarachas desintegran gradualmente a las plantas y animales muertos, dejándolos disponibles para la degradación mediante las bacterias y hongos para que finalmente se incorporen al suelo.

Actividad 21: Leer el capítulo "Insectos y ambiente: su utilidad en la descomposición, reciclaje de desechos y como indicadores ecológicos" (MARGARÍA & RICCIARDI, 2010. En: Insectos y hombres: una diversidad de interacciones. LOIÁCONO & MARGARÍA Eds., Ediciones Al Margen, La Plata, 120 páginas) y elaborar una lista de organismos que habitan en un ecosistema particular (laguna, cultivo, planta de maíz, árbol frutal) y qué función cumplen. Asimismo indicar cuál es la importancia de los bioindicadores, cómo se puede determinar el impacto de la contaminación sobre ellos, cuáles son los biocontroladores ideales y por qué.

Los insectos y el medio ambiente

Los insectos se encuentran entre los principales depredadores de otros invertebrados, son componentes clave en la dieta de muchos animales terrestres, juegan un rol importante como descomponedores y son empleados como indicadores de la calidad del ambiente. Su función en la naturaleza se ve reflejada en el reciclaje de nutrientes, la dispersión de hongos, descomposición de la carroña, en la aireación del suelo, y en la propagación y polinización de las plantas.

Un ecosistema es un grupo de los seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente (Fig. 1): los organismos productores o autótrofos son capaces de elaborar todas las sustancias esenciales para su metabolismo a partir de sustancias inorgánicas, de manera que para su nutrición no necesitan de otros seres vivos; las plantas, algas y ciertas bacterias son algunos ejemplos. Los consumidores o heterótrofos son aquellos que deben consumir a otros organismos para incorporar las sustancias orgánicas sintetizadas por ellos, pueden ser primarios como los herbívoros

(que consumen materia orgánica vegetal viva), secundarios o carnívoros (ingieren de materia orgánica animal viva), y descomponedores o saprófitos (que se nutren de residuos procedentes de otros organismos, tales como hojas muertas, cadáveres o excrementos), facilitan la aireación y fertilización del suelo, reciclan los desechos de los productores y consumidores, y permiten que reingresar la materia al ecosistema.

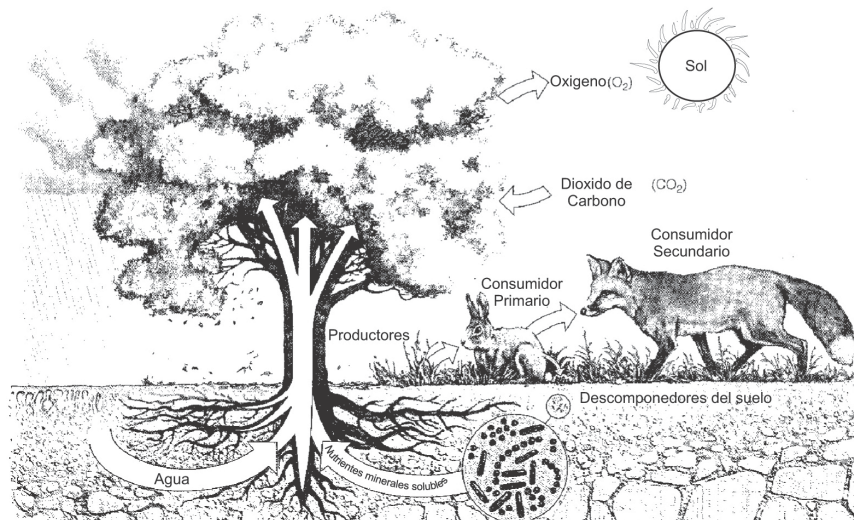


Figura 1. Principales componentes de un ecosistema terrestre (modificado de Miller, 2004).

La descomposición de los residuos constituye la clave del reciclaje natural y libera al ambiente de una enorme cantidad de residuos orgánicos de las plantas y animales que mueren constantemente. Se trata de un proceso mediante el cual un organismo o sus productos se fraccionan en las partes que lo componen; se desintegra gradualmente hasta que sus estructuras ya no son reconocibles, sus moléculas orgánicas complejas se degradan en compuestos más simples y se liberan al suelo. Tanto las bacterias, hongos hasta los escarabajos, lombrices y otros pequeños invertebrados, consiguen recuperar y devolver al suelo los materiales necesarios para que de nuevo se puedan desarrollar las plantas -alimento de los animales- y así cerrar el ciclo (reciclar).

Los insectos reciclan materia orgánica a través de su digestión, y cuando la fraccionan queda disponible para los microdescomponedores (hongos y bacterias), momento en que los animales carroñeros juegan un papel importante (escarabajos, moscas, cucarachas). La velocidad de descomposición aumenta con la temperatura y oxígeno disponibles. Los escarabajos, moscas, termitas y hormigas son organismos de la macrofauna porque superan los 2mm, alteran la estructura del suelo, crean poros que permiten la entrada al mismo de gas y agua. La megafauna incluye organismos mayores de 20mm, entre los cuales también hay moscas y escarabajos y son los principales responsables de la fragmentación inicial de restos vegetales, realizan una redistribución a gran escala

de los detritos. Los descomponedores recolectores se alimentan de detritos y sedimentos del fondo del cuerpo de agua, como las larvas de moscas, otros se alimentan raspando la capa de algas, hongos, bacterias y materia orgánica muerta absorbida por la superficie del sustrato (Begon, 2006).

Las moscas se encuentran entre los descomponedores más importantes; los adultos se alimentan de fluidos en descomposición, y las larvas secretan enzimas sobre los restos de animales que ayudan a licuar los tejidos y facilitan la actividad bacteriana. Muchos escarabajos realizan su ciclo de vida dentro de la materia orgánica en descomposición que han enterrado, y que les sirve para depositar y proteger a sus huevos, y luego para alimentar a sus larvas. Con el proceso de reciclaje de residuos urbanos con estos animales se disminuye la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios de pueblos y ciudades, genera rentabilidad desde los puntos de vista social y económico. Las hormigas habitan en casi todos los suelos facilitando con su actividad su mezcla. Las termitas se alimentan de madera, humus, hojarasca otras cultivan hongos para nutrirse; todas ellas cavan túneles en el suelo y algunas construyen montículos o termiteros colaborando en la descomposición y mezcla de materia orgánica y mineral. La mayoría tiene microorganismos intestinales (protozoos flagelados, bacterias u hongos) que son los que producen enzimas para digerir la celulosa, y de este modo proporcionar nutrientes de origen vegetal al suelo. Las termitas que no poseen estos organismos son las que cultivan hongos como alimento.

Los insectos como bioindicadores

El conjunto de técnicas de medición indirecta, basadas en la reacción y sensibilidad de distintos organismos vivos a diversas sustancias contaminantes presentes en un ecosistema se llama biomonitoreo. Su objetivo es evaluar el impacto de un disturbio en el ambiente mediante la información brindada por diversos organismos, y utilizar ese conocimiento para el manejo de un ecosistema, ambientes urbanos o agrícolas. Los insectos son indicadores ideales dada su abundancia, la facilidad de recolección y el bajo costo económico. Para realizar el monitoreo de un área dada se debe contar con un conjunto de insectos sensibles a determinados factores ambientales.

Existen diferentes niveles de biomonitoreo los cuales se reflejan en los distintos tipos de indicadores. Como indicador ambiental, un grupo de organismos debe responder predeciblemente a un cambio en su ambiente, y debe poder ser observado y cuantificado con facilidad, en general se mide la acumulación de compuestos químicos en su cuerpo. Los indicadores ecológicos son usados para demostrar efectos de alteración de hábitat o cambio climático, la respuesta puede reflejarse en un cambio en el tamaño poblacional o en la distribución espacial. En ambientes acuáticos, la distribución de los insectos depende de la disponibilidad de oxígeno, la temperatura, el tipo de sustrato y de sedimento, y de la presencia de metales pesados. La variación de uno de estos factores es suficiente para causar fluctuaciones en el tamaño de una población o la disminución de la diversidad de toda una comunidad de insectos acuáticos.

Algunos dípteros que poseen hemoglobina muestran un aumento poblacional al disminuir la concentración de oxígeno disuelto en el agua; otros, como las moscas de las piedras, muestran un descenso en la cantidad de ninfas al aumentar la temperatura.

En ambientes terrestres, se utilizan insectos para indicar, por ejemplo, la fertilidad del suelo. Las mariposas son sensibles a los cambios en el microclima y niveles de luz, por ello, todo cambio en la fertilidad del suelo se verá reflejado en la planta, y como las mariposas interactúan con ellas en todos sus estados de desarrollo, se podrán inferir estos cambios en ellas.

Muchos insectos son considerados plaga porque compiten con los humanos por comida, transmiten enfermedades, y porque invaden cultivos, jardines y hogares. Pero este punto de vista no reconoce el rol de los insectos en los ecosistemas. La mayoría de las plantas dependen de los insectos para la polinización de sus flores. A su vez, los humanos y otros animales terrestres dependen de las plantas para alimentarse; sin los insectos polinizadores, muy pocos frutos y vegetales estarían a su disposición. Si todos los insectos desaparecieran hoy, dentro de un año la extinción de las plantas llevaría a la muerte de la mayor parte de los animales del planeta. A su vez, la Tierra estaría cubierta de gran número de bacterias y hongos descomponiendo volúmenes elevados de materia orgánica. Afortunadamente, éste no es un escenario posible ya que los insectos son el grupo de animales más antiguos que viven sobre la Tierra, además de ser los primeros animales en invadirla, colonizar el aire, siendo hoy los animales más diversos y abundantes (Miller, 2004).

Bibliografía

BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. 2006. Ecology: from individuals to ecosystems. Blackwell Publishing (ed.), Malden, MA U.S.A.

BRUSCA, R.C. & G.J. BRUSCA. 2003. Invertebrates. Sinauer Associates, Inc. (eds.), Sunderland, MA U.S.A.

FISHER, R.F. & D. BINKLEY. 2000. Ecology and management of forest soils. 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY U.S.A.

GALANTE, E. & M.A. MARCOS-GARCIA. 1997. Detritívoros, Coprófagos y Necrófagos. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 20:57-64.

GALANTE, E. & M.A. MARCOS-GARCIA. 2005. Decomposer Insects. Encyclopedia of Entomology 2005:665-674.

HAIMI, J. 2000. Decomposer animals and bioremediation of soils. Environmental Pollution 107:233-238.

MELIC, A. 2003. Mitos, ritos y delitos en la conservación de los insectos. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 33:319-322.

MILLER, G.T. Jr. 2004. Environmental Science. Working with the Earth. Brooks/ Cole- Thomson Learning (ed.), Pacific Grove, U.S.A.

Los autores

- Fabiana E. Gallardo, Licenciada en Biología orientación Zoología, Doctor en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). Docente-Investigador, Cátedra de Introducción a la Taxonomía (FCNyM-UNLP); Investigador de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Lugar de trabajo: División Entomología del Museo de La Plata (FCNyM-UNLP). gallardo@fcnym.unlp.edu.ar
- Cecilia B. Margaría, Licenciada en Biología orientación Zoología, Doctor en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). Docente-Investigador, Curso Zoología Agrícola (Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales-UNLP); Investigadora Adscripta del Museo de La Plata. Lugares de trabajo: Curso Zoología Agrícola y División Entomología del Museo de La Plata (FCNyM-UNLP). cmargaria@fcnym.unlp.edu.ar
- Daniel A. Aquino. Licenciado en Biología orientación Zoología, Doctor en Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata (FCNyM-UNLP). Docente de la Cátedra Entomología (FCNyM-UNLP); Investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Lugar de trabajo: Centro de Estudios Parasitológicos y de Vectores (CEPAVE-CONICET-FCNyM). daquino@fcnym.unlp.edu.ar
- Elisabet Mónica Ricci. Ingeniera Agrónoma, Doctora de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (FCAyF-UNLP). Docente-Investigador, Curso Zoología Agrícola (FCAyF-UNLP); Lugar de trabajo: Curso Zoología Agrícola. mrizzi@agro.unlp.edu.ar