



Figura 1. Los setos de especies arbustivas autóctonas establecidos en el entorno de los invernaderos son infraestructuras ecológicas que nos permiten reconstruir hábitats adecuados para la conservación de enemigos naturales.

No te olvides de la biodiversidad

M. González

Estación Experimental
Cajamar, El Ejido,
Almería.

E. Rodríguez

Instituto de
Investigación y
Formación Agraria y
Pesquera. Centro IFAPA
La Mojonera (Almería).

La progresiva intensificación de la agricultura ha dado lugar a una pérdida de biodiversidad con la reducción de áreas de vegetación silvestre, lo que ha derivado en una merma en los servicios de regulación que nos ofrecen los ecosistemas y a la implantación de una agricultura altamente dependiente de insumos. Ante la creciente conciencia de que la agricultura se beneficia de la salud de los ecosistemas, la presente ponencia trata de poner en valor los servicios de regulación de plagas que puede ofrecer la biodiversidad como una herramienta clave en los programas de gestión integrada. La “reconstrucción” de hábitats adecuados para la conservación de enemigos naturales, mediante el establecimiento de diferentes infraestructuras ecológicas (Figura 1), puede ser clave para adaptar nuestro agroecosistema a las necesidades de la fauna auxiliar beneficiosa autóctona y mejorar su capacidad de control. Se hace un recorrido sobre los distintos trabajos realizados por el grupo de investigación.

Antecedentes

Hace ya años que la agricultura está bajo tela de juicio por el impacto que ha tenido en los ecosistemas naturales y su repercusión en el tan presente calentamiento global tras varias décadas poniendo en práctica los principios de la ‘revolución verde’, que ha llevado a una fuerte intensificación de los sistemas agrarios. Recientes trabajos científicos están poniendo de manifiesto la implicación que han tenido estos modelos de agricultura tan intensiva en el declive de la entomofauna en el mundo, derivado de la pérdida de hábitats, la contaminación por agroquímicos y la introducción de especies invasivas, con el impacto económico que ello supone (Doodly y Alexander, 2017; Sánchez-Bayo y Wyckhuys, 2019). La revolución verde tuvo su fundamento en la capacidad tecnológica, basada en principios científicos, para modificar el medio ambiente de manera que se pensó que se podían proporcionar condiciones más idóneas que las que ofrecía la propia naturaleza. Hoy es evidente que se necesita un cambio de rumbo, pero no significa que tengamos que retroceder cien años atrás y volver a la agricultura de subsistencia; la clave para revertir esta situación vuelve a estar en la ciencia, en este caso, en la agroecología. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define la agroecología como la ciencia que estudia las relaciones entre la agricultura y el medioambiente. Estos principios no son exclusivos de la agricultura orgánica, ni de la convencional, extensiva o intensiva, sino que propone tener en cuenta de manera holística y conjunta las cuatro propiedades de la agronomía: productividad, estabilidad, sostenibilidad y equidad. Los principios de agroecología se deben aplicar de manera que seamos capaces de alcanzar una mayor “intensificación ecológica”; es decir, tratar de aumentar la productividad con mínimos impactos negativos sobre el medio ambiente mediante un uso más racional de los recursos (Gaba y col., 2014; Gurr y col., 2016). Y la biodiversidad tiene un papel fundamental en esta intensificación ecológica, ya que una biodiversidad rica promueve distintos tipos de relaciones entre todos los



Figura 2. Detalle de una flor de *Cistus albidus*, ejemplo de flor productora de gran cantidad de polen muy accesible a la fauna auxiliar.

componentes del agroecosistema a todos los niveles, lo que deriva en la mejora de la capacidad de las plantas para defenderse por sí mismas de cualquier agente patógeno, ya sea una plaga o una enfermedad.

Biodiversidad y gestión integrada de plagas en los cultivos hortícolas

En el caso concreto de los cultivos hortícolas intensivos, hasta que el empleo del control biológico dentro de los invernaderos no fue una realidad, plantear cualquier otro tipo de estrategia relacionada con la biodiversidad sonaba a idea peregrina de unos cuantos locos románticos. Tanto en Campo de Cartagena hace 25 años, como en Almería unos cuantos después, el control biológico demos-

tró su efectividad y los agricultores se fueron convenciendo de que este era el único camino que había para seguir produciendo pimientos. Sin ser todavía una obligación en aquel momento, los agricultores comenzaron a desarrollar estrategias de Gestión Integrada de Plagas (GIP), pues son muchos los problemas fitosanitarios que enfrenta una horticultura tan intensiva. Empezaron a respetar la fauna auxiliar y a cuidar mucho qué materias activas empleaban con tal de no perjudicar a los enemigos naturales introducidos. En este nuevo contexto, fue posible plantearse desarrollar otras estrategias de control biológico dentro de los protocolos GIP, que a partir de la entrada en vigor de Real Decreto 1311/2012 de Uso Sostenible de Productos Fitosanitarios, ya sí eran obligatorios. En

este contexto, en 2010 nos planteamos estudiar cómo la biodiversidad podía contribuir al diseño de agroecosistemas más estables desde el punto de vista del control de plagas. Teniendo en cuenta que la variedad y composición de las plantas influye en gran medida en la presencia de fauna auxiliar, y que el concepto de paisaje podía servir como una herramienta de gran utilidad para proveer hábitat adecuados. Siempre desde una perspectiva científica y gracias al desarrollo de diversos proyectos abordamos esta investigación, pues entendemos que sólo desde la investigación es razonable la transferencia del conocimiento al sector. El primer paso fue seleccionar qué plantas autóctonas de nuestra flora mediterránea podrían contribuir a conformar setos en el entorno de los invernaderos (Figura 2). Para ello, se consideraron criterios relacionados con su facilidad de manejo y compatibilidad con el trabajo en el invernadero (disponibilidad de espacio, porte de la planta, disponibilidad comercial), que no fuera reservorio de virus de las plantas cultivadas y características deseables para atraer fauna auxiliar (fecha de floración, color de la flor, accesibilidad de la flor, estructura de la planta) (Rodríguez y col., 2012). Se evaluaron más de 70 arbustos autóctonos y finalmente se seleccionaron 28 especies, de 18 familias botánicas distintas, que se establecieron en un bosque-isla, simulando una mancha de vegetación natural de casi 900 m² en la Estación Experimental de Cajamar. Esta vegetación se dejó evolucionar durante dos años hasta que la mayor parte de las especies alcanzaron su tamaño final, como se aprecia en la Figura 3. Para caracterizar qué artrópodos se asocian a cada especie, en qué época del año y qué tipo de recurso estaban buscando, se procedió al muestreo de la parte aérea de cada planta con un aspirador entomológico, especie por especie, una vez al mes, entre junio de 2012 y junio de 2013 (Figura 3). La limpieza y determinación taxonómica de todas las muestras generadas fue un trabajo muy laborioso, pero muy interesante, pues a pesar de que ya se habían llevado a cabo algunos estudios en este campo, ninguno había realizado una evaluación tan exhaustiva y rigurosa de los artrópodos aso-



Figura 3. Estado del bosque-isla establecido en la Estación Experimental de Cajamar cuando se iniciaron los muestreos de entomofauna en 2012.



Figura 4. App PlantEN Plantas y Enemigos Naturales.

ciados a un número tan elevado de plantas arbustivas durante un periodo de tiempo tan prolongado.

Quizás otro aspecto relevante de este trabajo fue que se trató de interpretar el uso que podrían hacer las plagas de estos setos. Se consideró que este conocimiento era preciso dada la fuerte presión de plagas derivada de años de intensificación y simplificación del entorno agrario. Estos trabajos de investigación pusieron de manifiesto que la diversifi-

cación del entorno alrededor de los invernaderos contribuye a reducir el número de especies vegetales atractivas para las principales plagas, promoviendo un control biológico de abajo-arriba, al diversificar el primer nivel trófico y ofreciendo refugio a sus enemigos naturales (Rodríguez y col., 2017). Sin embargo, aunque son numerosos los trabajos que ponen de manifiesto el papel de la biodiversidad en la mejora de la regulación natural de las plagas, pocos son los trabajos que pueden demostrar

la funcionalidad de estos setos. Por ello, actualmente, y en el marco del proyecto 'GOIDEAS Implementación desarrollos ecológicos para una agricultura sostenible', proyecto innovador enmarcado en la convocatoria de Grupos Operativos Supraautonómicos (www.goideas.es), estamos estudiando la funcionalidad de los setos, con el objetivo de evaluar el verdadero papel que pueden tener en la reducción de la presión de plagas en los cultivos. Estos trabajos están en curso, por lo que aún no podemos presentar resultados del todo concluyentes. Pero resultados preliminares de ensayos con plantas centinela llevados a cabo en Almería, en tres ubicaciones distintas con setos maduros y sin setos, apuntan un efecto interesante en la reducción de la presión de plagas en las zonas con seto, así como un efecto significativo del paisaje en la magnitud del efecto del seto. Es decir, en zonas en las que el paisaje es más diverso, parece menos relevante el papel de los setos, pues en estos paisajes la fauna auxiliar nativa está más presente.

Perspectivas de futuro

Algo más de diez años después, podemos afirmar que hemos logrado que los agricultores hablen de biodiversidad y que tengan en cuenta el establecimiento de setos e islas de biodiversidad tanto fuera como den

/ El éxito de este tipo de estrategias de control biológico por conservación radica en que se adopten a gran escala, que se establezcan y se interconecten entre sí el mayor número de setos, y para ello es fundamental contar con el agricultor /

tro de sus invernaderos. Esto ha marcado un hito importante, pues desde hace muchos años su premisa era tener los linderos de los invernaderos totalmente libres de cualquier tipo de vegetación. El éxito de este tipo de estrategias de control biológico por conservación radica en que se adopten a gran escala, que se establezcan y se interconecten entre sí y con manchas de vegetación natural bien conservadas el mayor número de setos, y para ello es fundamental contar con el agricultor. La clave de este cambio de mentalidad fue la intensa labor de divulgación llevada a cabo desde el inicio de estos trabajos. Así, además de la divulgación a través de charlas, seminarios y visitas, podemos decir que el desarrollo de la APP PlantEN Plantas y Enemigos Naturales (Figura 4) nos ha permitido llegar a un mayor número de agricultores y ampliar nuestro radio de acción. Ahora el reto es apoyar a los agricultores en la toma de decisiones para diseñar los setos más adecuados y adaptados a sus necesidades, por lo que estamos trabajando en una nueva herramienta, DiseñEN Diseña un hábitat para tus Enemigos Naturales, que esperemos sea el impulso final para que "no nos olvidemos de la biodiversidad" y que el control biológico por conservación sea una realidad y una verdadera herramienta GIP en nuestros cultivos.

Bibliografía



- Dudley, N. y S. Alexander. 2017. Agriculture and biodiversity: a review. *Biodiversity*, 18:2-3, 45-49, DOI: 10.1080/14888386.2017.1351892.
- Gaba S., F. Bretagnolle, T. Rigaud y L. Philippot. 2014. Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2:1-9, DOI: 10.3389/fevo.2014.00029.
- Gurr G.M., Z. Lu, X. Zheng, H. Xu, P. Zhu, G. Chen, X. Yao, J. Cheng, Z. Zhu, J.L. Catindig, S. Villareal, H.V. Chien, L.Q. Cuong, C. Channoo, N. Chengwattana, L.P. Lan, L.H. Hai, J. Chaiwong, H.I. Nicol, D.J. Perovic, S.D. Wratten y K.L. Heong. 2016. Multi-country evidence that crop diversification promotes ecological intensification of agriculture. *Nature Plants* 2, 16014 (2016). <https://doi.org/10.1038/nplants.2016.14>.
- Rodríguez, E., V. Schwarzer, J. van der Blom, T. Cabello y M. González. 2012. The selection of native insectary plants for landscaping in greenhouse areas of SE Spain. *IOBC/wprs Bulletin* 75:73-76.
- Rodríguez, E., M. González, D. Paredes, M. Campos y E. Benítez. 2017. Selecting native perennial plants for ecological intensification in Mediterranean greenhouse horticulture. *Bulletin of Entomological Research*, 108(5):694-704, DOI: 10.1017/S0007485317001237.
- Sánchez-Bayo, F. y K.A.G. Wyckhuys. 2019. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. *Biological Conservation*, 232:8-27.