

# APORTES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DEL INIA A LAS **TRAYECTORIAS AGROECOLÓGICAS**

Editores: Georgina Paula García-Inza, José Paruelo y Roberto Zoppolo



**Primera sección**  
**Transitando hacia la protección**  
**agroecológica de los cultivos**

Editora: Carolina Leoni

# Introducción

## Transitando hacia la protección agroecológica de los cultivos

Carolina Leoni

Desde los años 1960, el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas (MIP) ha sido el paradigma de la protección vegetal de los cultivos. Idealmente y para cada cultivo se priorizan las medidas preventivas, el uso de variedades resistentes/tolerantes, métodos culturales, físicos y biológicos de control y se recurre al control químico solamente cuando es indispensable. A su vez, el control químico se realiza según umbrales de intervención y prefiere los principios activos con menor impacto ambiental y sobre la salud humana (FAO, 2021). Sin embargo, el control químico, por su simplicidad y relativo bajo costo –entre otras razones–, sigue siendo la opción dominante y no la última, con los múltiples efectos negativos que conlleva. Si bien a nivel nacional se ha trabajado en generar información y tecnología para contribuir al MIP, según estadísticas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP, 2021) la importación de fitosanitarios en el año 2020 fue cercana a US\$ 124 millones para 11,3 millones de kilogramos (kg) de materia activa, lo que equivale a 3 kg de materia activa por hectárea (ha) agrícola.<sup>1</sup> Estos montos implicaron, con respecto al año 2005, un aumento en US\$ de 178%, 166% y 211% para insecticidas, fungicidas y herbicidas, respectivamente, explicado en parte por el incremento del área agrícola nacional. La materia activa con mayor volumen de importación para cada grupo corresponde al insecticida clorpirifos, al fungicida mancozeb y al herbicida glifosato. Todos

---

<sup>1</sup> Se consideró como área agrícola la definida en el *Anuario Estadístico 2021* (MGAP-DIEA, 2021) para los cultivos de secano, arroz, fruticultura, horticultura, plantaciones forestales y praderas sembradas + verdeos forrajeros en la producción ganadera, agrícola-ganadera y lechera. La superficie total de estas actividades es de 3.912.000 ha.

ellos están cuestionados por sus impactos negativos en la salud y el ambiente, y, por ejemplo, el clorpirifos y el mancozeb no están permitidos en la Unión Europea (UE), mientras que el glifosato tiene autorización hasta diciembre de 2022 (EUR-Lex, 2021).

Este relativo fracaso del MIP nos interpela y demanda un nuevo paradigma que oriente la protección vegetal. Ese nuevo paradigma se plantea desde la agroecología y se denomina Protección Vegetal Agroecológica (PVA) (Deguine *et al.*, 2021). La PVA sustituye el foco en el binomio cultivo – enfermedad/plaga/maleza por el de salud del agroecosistema. Ese cambio implica el rediseño de los agroecosistemas y propone prácticas a nivel de cuadro, de predio y de paisaje simultáneamente, así como la valoración ecológica y socioeconómica de las mismas. El rediseño de los agroecosistemas busca fortalecer los servicios ecosistémicos de regulación y provisión, establecidos por las múltiples interacciones entre plantas, animales y comunidades microbianas tanto aéreas como del suelo, así como reducir los insumos químicos y promover los insumos alternativos (principalmente biológicos), ya sean externos o propios del sistema. Para que ello sea posible es necesario promover la biodiversidad aérea y subterránea y la salud del suelo.<sup>2</sup> Pero no debemos olvidar que para alcanzar los objetivos de la PVA es necesario rediseñar también el concepto de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i) de la protección vegetal, lo cual implica integrar actores (productores, técnicos, investigadores) y disciplinas (ecología, fisiología, bioinformática, ciencia de datos) que nos permitan entender mejor el agroecosistema con sus procesos y servicios, implementar y mejorar las estrategias de manejo que vienen del MIP (prácticas culturales, control biológico, rotaciones, resistencia genética, resistencia inducida), desarrollar nuevas herramientas y comunicar mejor.

En el camino hacia la PVA, podemos implementar y mejorar medidas de manejo que vienen del MIP (prácticas culturales, control biológico, control físico, rotaciones, resistencia genética, resistencia inducida), sin perder el objetivo de potenciar globalmente la salud del agroecosistema. Esas medidas de manejo, o prácticas agronómicas, pueden ser estratégicas o tácticas, según su impacto sea a corto o largo plazo (Tabla 1). El INIA ha desarrollado y/o evaluado prácticas agronómicas que aportan a

---

<sup>2</sup> Salud del suelo: Capacidad sostenida del suelo de funcionar como un sistema vivo que soporte la productividad biológica, mantenga la calidad ambiental y promueva la salud de las plantas, los animales y las personas (Larkin, 2015).

repensar la protección vegetal en los diversos sistemas productivos del país y en los capítulos siguientes se presentan algunos ejemplos.

**TABLA 1.** ALGUNAS MEDIDAS ESTRATÉGICAS Y TÁCTICAS QUE CONTRIBUYEN AL REDISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN, CON FOCO EN LA PROTECCIÓN AGROECOLÓGICA DE LOS CULTIVOS

MEDIDAS ESTRATÉGICAS (MEDIANO Y LARGO PLAZO)	MEDIDAS TÁCTICAS (CORTO PLAZO)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación y sistematización del predio</li> <li>• Diversificación productiva (sistemas mixtos de producción animal y vegetal; especies vegetales anuales y plurianuales)</li> <li>• Biodiversidad planificada (rotaciones, cultivos asociados, cultivos de servicios, coberturas vivas, cercos vivos, fajas de vegetación permanente)</li> <li>• Infraestructura ecológica (corredores e islas de biodiversidad; cortinas y cercos vivos)</li> <li>• Solarización y biofumigación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del material de propagación (identidad genética, sanidad, vigor)</li> <li>• Variedades/cultivares (resistencia genética duradera, materiales multilínea)</li> <li>• Época de siembra y cosecha</li> <li>• Manejo del suelo (laboreo: cero, reducido, vertical; enmiendas orgánicas; abonos verdes; uso de mulch)</li> <li>• Manejo del agua (riego localizado, calidad de agua)</li> <li>• Tratamientos sanitarios específicos                         <ul style="list-style-type: none"> <li>o Control biológico inundativo (predadores, parasitoides, agentes microbianos)</li> <li>o Uso de semioquímicos (feromonas, kairomonas y otros volátiles de plantas y/o insectos)</li> <li>o Insumos alternativos (inductores de resistencia, extractos de plantas y algas, sales y minerales)</li> <li>o Control mecánico de malezas</li> </ul> </li> </ul>

Una medida táctica-estratégica clásica de estudio en el INIA ha sido la resistencia genética a enfermedades y en menor medida a plagas. En esta primera sección, Silvia Pereyra (Capítulo 3) presenta los avances del mejoramiento genético en trigo por resistencia a varias enfermedades, pero otros aportes del INIA se presentan en la tercera sección “Tecnologías con enfoque en la productividad y la calidad”.

Asimismo, se ha trabajado en valorizar y conservar la diversidad vegetal y la fauna asociada como estrategia para el manejo de plagas, enfermedades y malezas. Se muestra cómo es posible, mediante el uso de la diversidad vegetal, manejar poblaciones de insectos plaga como los hemípteros fitófagos de soja (“chinchas”) empleando cultivos trampa y/o barreras vivas (Zerbino y Leoni, Capítulo 1), o contribuir al control de la

psila del peral mediante el manejo de la vegetación espontánea en las entrefilas de los montes (Mujica y Valle, Capítulo 2). Las rotaciones de cultivos son otra forma de favorecer la diversidad vegetal y ha sido una estrategia clásica para el manejo de enfermedades. Se muestra cómo es posible manejar las enfermedades ocasionadas por patógenos de suelo como *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* en sistemas hortícolas si se plantea una adecuada secuencia de cultivos (Leoni, Capítulo 4), o cómo las rotaciones de cultivos favorecen la sanidad del cultivo de trigo y cebada, no solo al evitar la sobrevivencia de los patógenos sino por la promoción de comunidades microbianas benéficas como *Trichoderma* spp. (Pereyra, Capítulo 3). También, Amparo Quiñones-Dellepiane *et al.* (Capítulo 6) evidencian la importancia de la diversidad de campo natural, y la eficiencia de las herramientas de control mecánico en regular las poblaciones de cardilla (*Eryngium* spp.) y carqueja (*Baccharis* sp.) si se combinan con un adecuado pastoreo que evite el consumo excesivo de las especies de interés.

Finalmente, se presentan algunas medidas dirigidas específicamente a reducir y/o eliminar el control químico. Entre ellas, el manejo de las poblaciones de lepidópteros plaga en frutales de hoja caduca mediante el empleo de feromonas sexuales y volátiles de plantas para mejorar la eficiencia de las capturas en trampas, haciendo más efectivo el control y monitoreo (Mujica y Valle, Capítulo 2). Por otra parte, Leticia Rubio y colaboradores (Capítulo 5) plantean los beneficios de la solarización y biofumigación con crucíferas para el control de nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne* spp.) en sistemas hortícolas protegidos y de la solarización a campo en el cultivo de cebolla para el control del nematodo del tallo (*Ditylenchus dipsaci*) y de la podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*), y la reducción del banco de semillas de malezas. Por último, y pensado específicamente en una alternativa al glifosato en los sistemas agrícolas de siembra directa, se muestra como el rolado de los cultivos de cobertura permite sustituir el “quemado químico” y controlar malezas en las etapas iniciales del cultivo de soja (Quiñones-Dellepiane *et al.*, Capítulo 6).

## Referencias

**Deguine, J. P., Aubertot, J. N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A. G. y Ratnadass, A.** (2021), “Integrated pest management: good intentions, hard realities. A Re-

view”, en *Agronomy for Sustainable Development*, 41, p. 38. <<https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>>.

**EUR-Lex**

(2021), Diario oficial de la Unión Europea. Disponible en: <<https://eur-lex.europa.eu>> [Consulta: 5 de noviembre de 2021].

**FAO**

(2021), “Manejo integrado de plagas y plaguicidas”. Disponible en: <<https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/ipm/integrated-pest-management/es/>> [Consulta: 5 de noviembre de 2021].

**Larkin, R. P.**

(2015), “Soil Health Paradigms and Implications for Disease Management”, en *Annual Review of Phytopathology*, 53, pp. 199-221.

**MGAP**

(2021), Importaciones de productos fitosanitarios. Disponible en: <<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/importaciones-productos-fitosanitarios>> [Consulta: 5 de noviembre de 2021].

**MGAP-DIEA**

(2021), *Anuario Estadístico Agropecuario 2021*. Disponible en: <<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/diea>>.