

El empleo de la información ecológica en el manejo de malezas

JAVIER I VITTA ✉, DANIEL H TUESCA, EDUARDO C PURICELLI,
LUISA A NISENSOHN & DELMA E FACCINI

Cátedra de Malezas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario; CC 14;
2123 Zavalla; Santa Fe, ARGENTINA. ✉: jvitta@agatha.unr.edu.ar

En el transcurso de la evolución de la agricultura, numerosos ejemplos destacan la aplicación de conceptos de ecología al manejo de agroecosistemas. En su mayoría, esos conocimientos no fueron generados científicamente sino a través de creencias y tradiciones basadas en observaciones espontáneas. En el caso de las malezas, ciertas nociones de demografía han influenciado históricamente la realización de distintas prácticas agronómicas (Mortimer 1983). Por ejemplo, determinadas medidas culturales han tenido como objetivo central contener o reducir el tamaño de las poblaciones de malezas, ya sea maximizando la mortalidad o minimizando la fecundidad de las mismas. La importancia de esos conocimientos ha ido decreciendo simultáneamente con la modernización de la agricultura, de la mano de la ciencia y la tecnología. La mayor dependencia de herbicidas, y en particular de aquellos de amplio espectro y alta eficacia, provoca que dichos conocimientos sean cada vez menos significativos. En muchos casos, la pérdida de esos conocimientos populares no ha sido compensada con la aplicación de conocimientos ecológicos generados científicamente.

Ghersa et al. (2000) definen dos aproximaciones tendientes a solucionar los problemas de enmalezamiento: el control de malezas —que está fundado en la eficacia de herramientas químicas y mecánicas para reducir los niveles de infestación— y el manejo de malezas. Esta segunda aproximación se basa en el conocimiento de la ecología de malezas y, en particular, de aquellas estrategias de las poblaciones de malezas que las hacen exitosas en un agroecosistema. Existe numerosa bibliografía que destaca el aporte que puede realizar la ecología al manejo de malezas (Altieri & Liebman 1988; Aldrich & Kremer 1997;

Radosevich et al. 1997). Ghersa & Holt (1995) sostienen que el éxito en los programas de manejo de malezas depende en gran medida de la capacidad de predecir diferentes aspectos de la fenología del cultivo y de la maleza, como, por ejemplo, la emergencia de plántulas y vástagos o el crecimiento y desarrollo comparativo de las especies y su efecto sobre la competencia. Si bien la racionalidad de esta aproximación es comúnmente aceptada en el ámbito científico, su aplicación efectiva no ha sido significativa hasta el presente (Cousens & Mortimer 1995; Aldrich & Kremer 1997; Forcella 1997; Martínez-Ghersa et al. 2000). Pese a ser criticado desde un punto de vista ambiental, económico y ético (Radosevich & Ghersa 1992), el control —especialmente mediante herbicidas— es el paradigma actual en el cual se basa la reducción de las poblaciones de malezas (Mortensen et al. 2000).

El objetivo de este trabajo es discutir las causas de la ausencia de información ecológica en el diseño de prácticas de manejo de malezas.

La información ecológica no se orienta a solucionar un problema agronómico relevante

Muchos de los estudios acerca de la biología de poblaciones de plantas se han llevado a cabo en especies consideradas malezas. No obstante, en ciertos casos los mismos han tenido una finalidad académica más que la intención de generar una alternativa para el manejo de malezas (Mortimer 1984). Es así que, si bien el objeto de estudio puede ser importante para la agronomía, la investigación es llevada a cabo fuera del marco del sistema de producción (Forcella 1997). Esta característica se fundamenta en una clásica antinomia entre la agricultura y la ecología (Paul & Phillip Robertson 1989).

En otros casos, aunque la información biológica puede ser fácilmente interpretada en términos de manejo de malezas, su utilidad puede no ser considerada relevante por quienes tienen a su cargo la toma de decisiones. En Argentina, por ejemplo, el control químico ha crecido en forma exponencial durante las últimas décadas, asociado a la aparición de nuevos grupos de herbicidas de alta eficacia y cada vez más económicos (Vitta et al. 1999). La estrategia de control basada en el uso de herbicidas ha sido cuestionada por favorecer tanto la difusión de biotipos resistentes a herbicidas como la contaminación del ambiente (Ghersa et al. 2000). No obstante, en nuestro país sólo se ha documentado la presencia de una sola maleza resistente a herbicidas (Tuesca & Nisensohn 2001). Por otra parte, el herbicida más empleado es el glifosato (representa el 76% de la cantidad total de herbicidas usada; CASAFE 2001), el cual es considerado relativamente benigno desde el punto de vista ambiental (Dyer 1994). En este escenario, el empleo de información ecológica acerca de las malezas no parece ser considerado prioritario.

La información ecológica generada carece de un enfoque sistémico

El manejo de malezas no representa un objetivo en sí mismo sino que es un componente del manejo del agroecosistema (Cussans 1995). A menudo las investigaciones con malezas no tienen en cuenta las complejas interacciones que actúan a nivel de un sistema biológico y que condicionan fuertemente el proceso que se está estudiando (von Bertalanffy 1968). Mortensen et al. (2000) señalan que esa ausencia de enfoque sistémico es el principal condicionante para la incorporación de criterios ecológicos en el diseño de sistemas de producción de cultivos. Por ejemplo, en algunos casos existe un compromiso entre la habilidad competitiva de un cultivo—definida por características morfológicas y fisiológicas del mismo— y su rendimiento en ausencia de competencia (Bastiaans et al. 1997), de manera que el diseño de ideotipos competitivos puede ir en desmedro de su comportamiento en monocultivos. Un segundo ejemplo tiene que ver con el distanciamiento óptimo de plantas en el cultivo de soja: la disminución de la separación entre surcos le confiere al cultivo ventajas con respecto a las

malezas (Puricelli 1997), pero resulta favorable a su vez para el desarrollo de ciertas enfermedades (Vallone & Giorda 1997). Por otra parte, el distanciamiento óptimo está determinado por el cultivar, la fecha de siembra y la oferta ambiental (Baigorri 1997). Las interacciones que afectan la toma de decisión referida a malezas incluyen no solo los componentes biológicos y ambientales del agroecosistema, sino también elementos económicos y sociales (Radosevich & Ghersa 1992).

Los tiempos de la investigación ecológica y los de la producción de cultivos son marcadamente diferentes

Generalmente debe transcurrir un período relativamente prolongado para generar—y posteriormente comunicar— un conocimiento ecológico. Por el contrario, la agronomía está cada vez más orientada a la obtención rápida de conocimientos, con un impacto inmediato en la producción agropecuaria. Las decisiones asociadas al control de malezas comúnmente se realizan mediante la acumulación de experiencia directa, sin tener en cuenta las bases científicas de las respuestas observadas (Levins 1973). Las técnicas de control han surgido mayoritariamente de las recomendaciones de compañías agroquímicas, si bien en ocasiones algunos agricultores innovadores han modificado parcialmente esas técnicas a partir de ensayos de prueba y error. La información ecológica de base científica normalmente ha ido detrás de ese proceso de innovación, ampliando el caudal de conocimientos aunque sin generar nuevas prácticas.

Para fundamentar la anterior aseveración recurriremos a dos ejemplos nacionales. El primero de ellos tiene que ver con el desarrollo de un modelo simple de predicción de la brotación de rizomas de *Sorghum halepense* (sorgo de alepo) basado en la acumulación de unidades térmicas (Satorre et al. 1985). Mediante este modelo ecológico es posible ajustar la oportunidad de control de manera que coincida con el momento de mínima biomasa de rizomas, considerado como el de mayor vulnerabilidad de la maleza. Mediante validaciones realizadas en el cultivo de soja, se demostró que la mayor eficiencia de control coincide con la mínima biomasa de rizomas y que ésta puede predecirse mediante la suma

térmica (Vitta & Leguizamón 1991; Tiesca et al. 1999). Sin embargo, dicho momento fue muy próximo al recomendado por las compañías de agroquímicos para la aplicación de herbicidas postemergentes en el cultivo, basado en la altura o en el número de hojas de la maleza (Correge 1982; Fenyvesi & Knudtsen 1982). De hecho, estos últimos criterios más empíricos son los comúnmente empleados en la práctica (Leguizamón 1999). El segundo ejemplo tiene que ver con las ventajas de reducir la dosis de herbicidas: el uso de subdosis en el cultivo de soja es una práctica comúnmente empleada por los agricultores desde hace ya décadas, con la finalidad de disminuir los costos de control (Mitidieri 1989). Recientemente, Vitta et al. (2000) han comprobado las ventajas económicas de dicha práctica para el caso particular de *Amaranthus quitensis* (yuyo colorado), basándose en estudios tanto de la competencia cultivo–maleza como de ensayos de control de la maleza en un amplio rango de dosis de herbicida. En el trabajo mencionado, la dosis óptima desde un punto de vista económico fue hasta un 94% menor que la dosis comercial, variando en función del herbicida y del tamaño y densidad de la maleza. Al igual que en el caso anterior, el conocimiento de la interacción maleza–cultivo sirvió básicamente como una herramienta para confirmar las ventajas de prácticas agronómicas generadas empíricamente.

El valor predictivo de la información ecológica es bajo

Tanto las respuestas fenológicas de cultivos y malezas como la competencia entre ambos están fuertemente reguladas por el ambiente (Firbank et al. 1990; Ghera & Holt 1995). Por lo tanto, es difícil predecir el comportamiento de cualquier evento ecológico en un ambiente variable como el de un agroecosistema. Con el objetivo de ganar capacidad predictiva, el proceso ecológico en cuestión puede describirse mediante la formulación de modelos mecanísticos, que contemplen las principales variables ambientales (e.g., Kropff & Van Laar 1993). La dificultad de emplear estos modelos como parte de un programa de manejo de malezas radica fundamentalmente en su complejidad: para su funcionamiento requieren muchos parámetros específicos y del ambiente, algunos de ellos de difícil obtención.

Ghera et al. (2000) sostienen que la adopción de prácticas de manejo de malezas depende de la capacidad para transformar la complejidad de la información derivada de estudios ecológicos en modelos simples basados en variables fácilmente cuantificables y cuyas predicciones sean precisas. Ghera & Holt (1995) destacan la importancia de considerar los estadios de desarrollo en términos de acumulación de factores ambientales más que en tiempo calendario, de manera de reducir el alto grado de plasticidad fenotípica de cultivos y malezas. No obstante, aún los modelos que se basan en la acumulación de temperatura manifiestan variaciones significativas en las predicciones de las tasas de crecimiento de una especie, tanto a nivel temporal como espacial (Assemat 1992). Dichas variaciones son importantes teniendo en cuenta la gran incidencia que tiene la tasa de crecimiento relativo de cultivos y malezas en la definición del resultado de la competencia (Vitta & Satorre 1999).

La difusión de la información ecológica no es adecuada

La producción agrícola descansa fuertemente en el uso de tecnologías de insumos (Soule et al. 1990). Los canales de información más comunes se relacionan con las compañías proveedoras de tales insumos (Ghera et al. 1994), de manera que la difusión abarca prioritariamente aquellos ítems que tienen un valor comercial inmediato. En este marco, la difusión de información ecológica no solo se ve fuertemente restringida, sino que además puede contradecir conceptualmente a la información dominante: mientras que ésta última se limita a la comunicación de recetas agronómicas, los conocimientos ecológicos enfatizan la capacitación como requisito necesario para el manejo de malezas (Viglizzo 1994).

El rol de la ecología en el control de malezas

Martínez-Ghera et al. (2000) señalan tres importantes desafíos para la agroecología en relación con el manejo de malezas: (1) predecir la dirección que seguirá la sucesión vegetal y el tipo de malezas que aparecerá en el futuro, (2) comprender los cambios evolutivos que se suceden en las poblaciones de malezas, y (3) manejar esos cambios evolutivos de manera de reducir la interferencia de las ma-

lezas en los cultivos. La importancia de responder a tales desafíos radica en que tanto la sucesión como la evolución y la interferencia son procesos que se relacionan con prácticas agronómicas. Mediante el diseño de determinadas prácticas es posible orientar los cambios, tanto en la composición de las comunidades de malezas como en la estructura genética de sus poblaciones. Sin embargo, en la actualidad, los cambios en las técnicas de control de malezas varían en función de factores políticos, económicos y sociales más que de demandas biológicas del sistema de producción (Deo & Swanson 1990; Ghera et al. 1994). Por ejemplo, en Argentina una de las malezas más estudiadas desde el punto de vista de su ecofisiología ha sido *Datura ferox* (chamico). Los estudios comenzaron en la década del sesenta y estuvieron básicamente orientados a explicar por qué las semillas requieren cierto nivel de disturbio de suelo para que se desencadene la germinación (e.g., Scopel et al. 1994). *Datura ferox* ha disminuido su incidencia en la última década, como consecuencia de la generalización del sistema de siembra directa y la consecuente reducción del laboreo (Tuesca et al. 2001). La implementación de este nuevo sistema estuvo motivada por circunstancias ajenas al control de dicha maleza y los estudios ecofisiológicos acerca de la misma solo proveyeron una explicación post-hoc acerca de la disminución de su frecuencia.

El desplazamiento del actual paradigma dominante del control de malezas requiere de la aceptación de una alternativa superadora, tanto por parte de los hacedores de tecnología como de los que la aplican. Los motivos delineados en este trabajo restringen fuertemente la posibilidad de que esa aceptación sea realmente efectiva. Al menos por ahora, el desarrollo de estrategias basadas en el empleo de teoría ecológica permanece en el terreno de la especulación académica.

AGRADECIMIENTOS

A S. Cloquell, R. Martignone, S. Montico, E. Pire, C. Primolini y S. Rosenstein por la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDRICH, RJ & RJ KREMER. 1997. *Principles in weed management*. Iowa State University Press.
- ALTIERI, MA & M LIEBMAN. 1988. *Weed management in agroecosystems: ecological approaches*. CRC Press.
- ASSEMAT, L. 1992. Stability of crop and weed growth rates. Pp. 361-367 en: *IXème Colloque International sur la Biologie des Mauvaises Herbes*. Dijon, Francia.
- BAIGORRI, H. 1997. Elección de cultivares. Pp. 105-122 en: L Giorda & H Baigorri (eds). *El cultivo de la soja en Argentina*. INTA.
- BASTIAANS, L; MJ KROPFF; N KEMPUCHETTY; A RAJAN & TR MIGO. 1997. Can simulation models help design rice cultivars that are more competitive against weeds? *Field Crop. Res.* **51**:101-111.
- VON BERTALANFFY, L. 1968. *Teoría general de los sistemas*. Fondo de Cultura Económica.
- CASAFE. 2001. *Estadísticas del mercado fitosanitario 2000*. URL: <http://www.casafe.org/estad/Inf2000.htm>
- CORREGE, E. 1982. Furore: nuevo herbicida selectivo postemergente para el control del sorgo de Alepo en soja. Pp. 165-170 en: Asociación Argentina para el Control de Malezas (ed.). *IX Reunión Argentina sobre la Maleza y su Control*. Vol. 4. ASAM. Santa Fe, Argentina.
- COUSENS, R & AM MORTIMER. 1995. *Dynamics of weed populations*. Cambridge University Press.
- CUSSANS, GW. 1995. Integrated weed management. Pp. 17-29 en: DM Glen; MP Greaves & HM Anderson (eds). *Ecology and integrated farming systems*. John Wiley & Sons.
- DEO, SD & LE SWANSON. 1990. Structure of agricultural research in the third world. Pp. 583-612 en: CR Carroll; JH Vandermeer & PM Rosset (eds). *Agroecology*. Academic Press.
- DYER, WD. 1994. Resistance to glyphosate. Pp. 229-261 en: SB Powles & JAM Holtum (eds). *Herbicide resistance in plants. Biology and biochemistry*. Lewis Publishers.
- FENYVESI, J & OA KNUDTSSEN. 1982. Dowco 453. Nuevo herbicida selectivo para controlar malezas gramíneas en cultivos latifoliados en aplicaciones de postemergencia. Pp. 171-175 en: Asociación Argentina para el Control de Malezas (ed.). *IX Reunión Argentina sobre la Maleza y su Control*. Vol. 4. ASAM. Santa Fe, Argentina.
- FIRBANK, LG; R COUSENS; AM MORTIMER & RGR SMITH. 1990. Effects of soil type on crop yield-weed density relationships between winter wheat and *Bromus sterilis*. *J. Appl. Ecol.* **27**:308-318.
- FORCELLA, F. 1997. My view. *Weed Sci.* **45**:327.

- GHERSA, CM; RL BENECH-ARNOLD; EH SATORRE & MA MARTÍNEZ-GHERSA. 2000. Advances in weed management strategies. *Field Crop. Res.* **67**:95–104.
- GHERSA, CM & JS HOLT. 1995. Using phenology prediction in weed management: a review. *Weed Res.* **35**:461–470.
- GHERSA, CM; ML ROUSH; SR RADOSEVICH & SM CORDRAY. 1994. Coevolution of agroecosystems and weed management. *BioScience* **44**:85–94.
- KROPFF, MJ & HH VAN LAAR. 1993. *Modelling crop-weed interactions*. CAB International.
- LEGUIZAMÓN, ES. 1999. The refinement of the biological model of *Sorghum halepense* under a soybean crop. Pp. 337–342 en: *British Crop Protection Council* (ed.). *The 1999 Brighton conference. Weeds*. British Crop Protection Council. Brighton, Reino Unido.
- LEVINS, R. 1973. Fundamental and applied research in agriculture. *Science* **181**:523–524.
- MARTÍNEZ-GHERSA, MA; CM GHERSA & EH SATORRE. 2000. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. *Field Crop. Res.* **67**:181–190.
- MITIDIERI, A. 1989. El problema de las malezas en soja y su control en Argentina. Pp. 1657–1664 en: AJ Pascale (ed.). *IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Vol. 4*. Asociación Argentina de la Soja. Buenos Aires, Argentina.
- MORTENSEN, DA; L BASTIAANS & M SATTIN. 2000. The role of ecology in the development of weed management systems: an outlook. *Weed Res.* **40**:49–62.
- MORTIMER, AM. 1983. On weed demography. Pp. 3–40 en: WW Fletcher (ed). *Recent advances in weed research*. Commonwealth Agricultural Bureau.
- MORTIMER, AM. 1984. Population ecology and weed science. Pp. 363–388 en: R Dirzo & J Sarukhán (eds). *Perspectives on plant population ecology*. Sinauer.
- PAUL, EA & G PHILLIP ROBERTSON. 1989. Ecology and the agricultural sciences: a false dichotomy? *Ecology* **70**:1594–1597.
- PURICELLI, EC. 1997. Influencia del espaciamiento entre filas y de la competencia de sorgo de Alepo sobre el rendimiento de soja tardía. *Pesqui. Agropecu. Bras.* **28**:1319–1326.
- RADOSEVICH, SR & CM GHERSA. 1992. Weeds, crops, and herbicides: a modern-day "neckriddle". *Weed Technol.* **6**:788–795.
- RADOSEVICH, SR; J HOLT & CM GHERSA. 1997. *Weed ecology: implications for management*. Wiley.
- SATORRE, EH; CM GHERSA & AM PATARO. 1985. Prediction of *Sorghum halepense* (L.) Pers. rhizome sprout emergence in relation to air temperature. *Weed Res.* **25**:103–110.
- SCOPEL, AL; CL BALLARÉ & SR RADOSEVICH. 1994. Photostimulation of seed germination during soil tillage. *New Phytol.* **126**:145–152.
- SOULE, J; D CARRÉ & W JACKSON. 1990. Ecological impact of modern agriculture. Pp. 165–188 en: CR Carroll; JH Vandermeer & PM Rosset (eds). *Agroecology*. Academic Press.
- TUESCA, D & L NISENSOHN. 2001. Resistencia de *Amaranthus quitensis* H. B. K. a imazetapir y clorimurón-etil. *Pesqui. Agropecu. Bras.* **36**:601–606.
- TUESCA, D; E PURICELLI; L NISENSOHN; D FACCINI & JC PAPA. 1999. Decision criteria for optimizing post-emergence johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) control in soybeans. *Pesqui. Agropecu. Bras.* **34**:749–753.
- TUESCA, D; E PURICELLI & JC PAPA. 2001. A long term study of weed flora shifts in different tillage systems. *Weed Res.* **41**:369–382.
- VALLONE, S & LM GIORDA. 1997. Enfermedades. Pp. 213–244 en: L Giorda & H Baigorri (eds). *El cultivo de la soja en Argentina*. INTA.
- VIGLIZZO, EF. 1994. El INTA frente al desafío del desarrollo agropecuario sustentable. Pp. 11–30 en: L Verde & E Viglizzo (eds). *Desarrollo agropecuario sustentable*. INTA-INDEC.
- VITTA, JI; DE FACCINI & LA NISENSOHN. 2000. Control of *Amaranthus quitensis* in soybean crops in Argentina: an alternative to reduce herbicide use. *Crop Prot.* **19**:511–513.
- VITTA, J; DE FACCINI; LA NISENSOHN; E PURICELLI; D TUESCA & E LEGUIZAMÓN. 1999. *Las malezas en la región sojera núcleo argentina: situación actual y perspectivas*. Dow Agrosiences. San Isidro, Argentina.
- VITTA, JI & ES LEGUIZAMÓN. 1991. Dynamics and control of *Sorghum halepense* (L.) Pers. shoot populations: a test of a thermal calendar model. *Weed Res.* **31**:73–79.
- VITTA, JI & EH SATORRE. 1999. Validation of a weed: crop competition model. *Weed Res.* **39**:259–269.