

Incorporación del Académico de Número Ing. Emilio H. Satorre

Presentación por el Ing. Agr. /Ph.D. Fernando H. Andrade

Es un gran honor para mí presentar al nuevo Académico de Número, Dr. Emilio Satorre

Este es un merecido reconocimiento por sus importantes y sostenidas contribuciones al desarrollo agropecuario de nuestro país, en 3 campos:

- En investigación
- En extensión
- En docencia universitaria

Investigación

Posee una nutrida producción científica en tres áreas temáticas:

- Ecología de malezas (gramón y sorgo de Alepo), que condujo al diseño de métodos y estrategias para su manejo y control. Estos estudios son reconocidos en la bibliografía internacional y el cincuenta por ciento de los trabajos científicos que ha publicado tratan sobre estos temas.

- Ecología, ecofisiología y producción de los principales cultivos de granos. Esta área incluye estudios sobre factores determinantes del rendimiento, nutrición de cultivos y modelos de simulación. Representa el treinta por ciento de su producción científica.

- Sistemas de producción pampeanos: En ellos, aborda procesos de transformación tecnológica y sustentabilidad de los sistemas de producción extensivos e incluye estudios sobre el proceso de agriculturización, rotaciones, intensificación cultivos/año, etc.

Sus trabajos sobre sistemas de producción representan el veinte por ciento del total de su producción científica y el sesenta por ciento del total de su producción en los últimos cinco años, lo que refleja su creciente interés por abordar temas a mayor escala de complejidad.

Como resultado de esta fecunda tarea ha publicado 65 trabajos en revistas científicas con referato, numerosos trabajos en actas de congresos, 16 capítulos de libro y 6 libros.

Ha coordinado y coordina proyectos de investigación interdisciplinarios e interinstitucionales, lo cual refleja su gran capacidad para articular esfuerzos.

Por este accionar cuenta con un amplio reconocimiento de la comunidad científica, de sus pares.

Extensión

Por sus investigaciones sobre procesos y mecanismos que regulan los sistemas de cultivo y por su contacto con la realidad del productor, Emilio está en posición privilegiada para entender la atenuación de factores y la magnificación de las interacciones, en la medida que se trepa en la escala de complejidad.

Sobre esta base logró conectar con éxito la generación del conocimiento con la realidad del productor, contribuyendo a un modelo interactivo de innovación.

Emilio es un constructor de articulaciones de calidad entre actores, visiones y disciplinas, entre investigación-extensión-comunidad.

En esto radica su éxito en el campo de la extensión y transferencia.

Menciono algunas de sus funciones y logros

- Coordinador Académico de la Unidad de Investigación y Desarrollo de AACREA. En esta función ha diseñado y coordinado proyectos de investigación y de desarrollo con transferencia de impacto nacional.
- Responsable de convenios de vinculación tecnológica con transferencia a grupos de productores y empresas del sector.
- Conformación de amplias redes de investigación con grupos de productores en varias provincias.
- Fortalecimiento de relaciones inter-institucionales.
- Permanente dedicación a la difusión del conocimiento entre asesores y productores a través de: cursos de actualización, programas de capacitación, escritos, manuales y libros de divulgación, conferencias y charlas en jornadas de campo, reuniones técnicas y congresos tecnológicos.
- Cuenta con un amplio reconocimiento de los productores y muchos de ellos han dado repetidamente testimonio de los beneficios de este accionar.

Docencia

Inicia su carrera académica como ayudante de la Cátedra de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires. Obtenido su doctorado en el exterior, se incorpora a la Cátedra de Cereales de dicha casa de estudios, haciéndose cargo de la misma desde 1989.

Dirige la actividad de un cuerpo docente formado por 12 investigadores, todos con grado de doctor en ciencias. Trabajó para mejorar la calidad de enseñanza a través de la capacitación de los docentes y de promover su participación en proyectos de investigación.

Dicta Cursos de grado y postgrado.

Su curso de grado está entre los mejor calificados de la Carrera de Agronomía.

Ha dirigido numerosos estudiantes de doctorado, maestría en ciencias, especialidad y grado.

Muchos de ellos hoy ocupan puestos de referencia en instituciones públicas y empresas privadas del sector, en el país y el extranjero.

Por su amplia y sólida experiencia en investigación está en una posición privilegiada para desarrollar en los estudiantes creatividad, espíritu crítico, independencia de criterio y para aportar las bases cognitivas para el crecimiento profesional.

Por la pertinencia de sus aproximaciones, su conocimiento de la realidad productiva y por la construcción de espacios de articulación de calidad entre investigación, extensión y comunidad, trasmite entusiasmo a sus estudiantes, a los profesionales y productores que capacita.

Cuenta con el sentido reconocimiento de sus alumnos

La cantidad y relevancia de los premios recibidos son claros testimonios de los logros mencionados en los tres campos. Solo menciono un par de ejemplos:

Premio Espiga de oro 2016, Bs. As. “Por su labor en asesoramiento, educación e investigación en aspectos de la producción agrícola”.

Premio Bolsa de cereales 2008, de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. “Por crear conocimiento original para desarrollar aproximaciones técnicas novedosas y

eficientes para abordar problemas de la producción agrícola y para promover la actualización y capacitación de asesores técnicos y productores.

Conclusión

En síntesis, en su carrera profesional, Emilio

- Conduce investigación de calidad y de pertinencia.
- Aplica los conocimientos generados a los sistemas de producción de cultivos. Su labor es un puente entre los centros de generación de conocimiento y la producción agropecuaria.
- Ejerce docencia y capacitación, enriquecida por su vasta experiencia en investigación y extensión.

Es inusual descollar de tal manera en los tres frentes (investigación, extensión, docencia).

Es poco común alcanzar tal aprovechamiento de las sinergias entre dichos campos.

Emilio es un constructor de la articulación entre investigación, extensión y comunidad, contribuyendo así a un modelo virtuoso de innovación en el sector.

Es un ejemplo a seguir.

Querido Emilio, tengo muy presente nuestras épocas de estudio en la universidad. Nuestros sueños y planes con Jorge González Montaner.

La vida nos presentó caminos distintos, pero a pesar de las distancias, la amistad y el respeto se fueron consolidando con los años.

Guardo por vos un gran afecto, por tu empatía, afectuosidad y generosidad y un gran respeto, por la tarea que desarrollas, por la conjunción de investigación, extensión y docencia y en los últimos tiempos además, por tu fortaleza y serenidad.

Hoy te inicias como Académico de Número y me siento muy feliz por este tan merecido reconocimiento y porque me has pedido que te acompañe en este momento tan relevante de tu carrera.

A continuación, el Dr. Satorre disertará sobre el tema: “Ciencia y Tecnología en el problema de las malezas de los cultivos extensivos de granos”.

Ing.Agr. /Ph.D. Fernando H. Andrade

Incorporación del Académico de Número Ing. Agr. Emilio H. Satorre

Conferencia

Ciencia y Tecnología en el problema de las malezas de los cultivos extensivos de granos

PhD. Ing. Agr. Emilio H. Satorre ^a

^a Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, IFEVA, CONICET, Departamento de Producción Vegetal, Cátedra de Cereales.

INTRODUCCIÓN

La problemática de las malezas en los cultivos nace con la agricultura misma y, su presencia y efecto sobre ellos forma parte de los textos más antiguos. Las malezas siempre han sido importantes en la agricultura del mundo y de Argentina, particularmente si medimos su importancia en el interés de librarnos de ellas (Soriano, 1975), debido a sus efectos negativos directos e indirectos sobre el rendimiento y manejo de los cultivos. Las malezas están entre las principales causas de pérdida de rendimiento en el mundo entero. A pesar de los esfuerzos invertidos, las pérdidas de rendimiento promedio se han estimado entre 10 y 12 % para el mundo entero, aunque pérdidas cercanas al 40 % han sido reportadas en los trópicos y subtrópicos donde son aplicadas escasas medidas de control (Stoskopf, 1985; Agrios, 1999). En Argentina se ha reportado que, en ausencia de control o manejo de las malezas, las pérdidas de rendimiento por competencia de las malezas alcanzarían valores entre el 30 y 60 %, según el cultivo y la maleza considerada (por ej. Ghersa & Martínez-Ghersa, 1991a; Vitta, Satorre & Leguizamón, 1993; Bedmar, Eyherabide & Satorre, 2000). Independientemente de las posibles pérdidas que puedan generar, los costos involucrados en el control de las malezas son un indicador directo de su importancia económica. Así, el costo total de los productos herbicidas utilizados en los principales cultivos de grano (sin incluir los costos de aplicación) largamente excede los 1.400 millones de dólares anuales (Casafe, 2013), lo que representa cerca del 11 % del valor bruto de la producción de esos cultivos.

A pesar del enorme número de especies identificadas como malezas de los cultivos, la mayor parte del perjuicio se concentra en unas pocas especies problema. Delucchi (2011) se refiere a 100 especies malezas habituales en los cultivos extensivos de Argentina. Sin embargo, la importancia de ellas no es similar. Holm & Herberger (1969) y Holm et al (1977) mencionan que 10 especies se encuentran entre las más dañinas, muchas de ellas

presentes en los cultivos de Argentina. Estos, relativamente reducidos grupos de especies son usualmente identificadas como las maleza problema y concentran la atención de los investigadores, técnicos y productores.

Muchos métodos han sido usados para prevenir o evitar el perjuicio de las malezas. Algunos han sido diseñados para evitar el ingreso de las malezas en los lotes cultivados, otros lo han sido para destruirlas (Fryer, 1983) y otros han buscado reducir el efecto de las malezas, por ejemplo a través del aumento de la habilidad competitiva de los cultivos (Satorre, 1988). Independientemente del método de control que se utilice con las malezas, su eficiencia y eficacia depende del nivel de comprensión que se tenga del fenómeno de enmalezamiento y de las interacciones que ocurren entre las especies y el ambiente en los cultivos.

La ciencia de malezas tiene ya muchos años y, a lo largo de su desarrollo ha tenido enfoques divergentes y los recursos y esfuerzos se han distribuido de manera desigual. Desde el advenimiento de las primeras moléculas de acción herbicida en la década del 40, la ciencia de las malezas se orientó al desarrollo de estas tecnologías. En especial los esfuerzos se concentraron en el desarrollo de nuevos productos herbicidas. En la década de 70, por ejemplo, Heywood (citado en Soriano, 1975) indicaba que 25 nuevos productos eran evaluados todos los años para su uso como herbicidas en Oxford, Reino Unido; principalmente para entender los modos de acción, las respuestas y efectos de los herbicidas sobre las malezas, el cultivo y el ambiente. De hecho, la mayor parte de los textos de malezas dedican entre el 50% y 70 % de sus contenidos a distintos aspectos del control con herbicidas (Zimdhal, 2007). Hay pocas excepciones a esta regla (entre ellas, Aldrich & Kremer, 1997; Satorre, Kruk & De la Fuente, 2016). En contraposición a ese enfoque fuertemente tecnológico, los estudios sobre la ecofisiología y ecología de malezas ocuparon y ocupan una porción menor de este tema y, sus aplicaciones directas a la lucha de las malezas raramente pasan del ejercicio académico (Satorre, Kruk & De la Fuente, 2016).

A juzgar por los resultados obtenidos, el enfoque tecnológico apoyado en el uso de herbicidas químicos ha ganado algunas batallas, pero no la guerra. De la idea inicial de “erradicar” las malezas –finalizar la guerra en poco tiempo- ya poco se espera y, a pesar de las herramientas cada vez más sofisticadas, parece que las malezas no cejan en su lucha y se levantan fortalecidas de cada intento de eliminarlas. Por ello, el objetivo de las líneas que siguen es enfocar el problema de las malezas en la agricultura argentina de las últimas

décadas con atención, (i) al papel que pudieron haber jugado los cambios experimentados en la problemática actual de enmalezamiento de los principales cultivos extensivos; y (ii) las necesidades que plantea a la ciencia y a la tecnología ese estado de situación hacia futuro.

LAS MALEZAS Y EL ENMALEZAMIENTO EN LA NUEVA AGRICULTURA.

La agricultura argentina, desde el establecimiento de las primeras colonias en la segunda mitad del siglo XIX, se caracterizó por estar dominada por actividades extensivas mixtas, con relativamente cortas rotaciones agrícolas y fuertes interacciones entre la agricultura y la ganadería. La composición y organización de las malezas estuvo fuertemente determinada por las características de ese modelo productivo (Martínez-Ghersa, Ghersa & Satorre, 2000). Luego del primer período de expansión de la agricultura en la primera mitad del siglo XX, la presión de las malezas causaba pérdidas de magnitud (Copello, 1972) y algunas especies malezas podían ser reconocidas como problemas en los cultivos de granos; tal es el caso del Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L. Pers), el gramón (*Cynodon dactylon* L.) o el chamico (*Datura ferox* L.). Estas especies, dieron origen a esfuerzos coordinados desde el estado para su lucha y control, gestándose, por ejemplo, el Plan piloto Salto (INTA, 1978; para el estudio y control de sorgo de Alepo) y, el Plan piloto Rufino (Anónimo, 1982; para el caso de gramón). Desde entonces, y con mayor impacto desde la década de 1990, la agricultura experimentó grandes cambios que llevaron a un proceso de expansión y agriculturalización (Navarrete et al, 2009). El área sembrada con cultivos se duplicó alcanzando algo más de 32 millones de hectáreas en todo el país, la producción agrícola creció de poco menos de 40 a cerca de 100 millones de toneladas para el conjunto de los cultivos de trigo, soja, maíz, sorgo, cebada y girasol (Satorre, 2005; SIIA-Mincyt, 2015). Este crecimiento en superficie y en productividad de la agricultura intensificó dos procesos que actúan como fuerzas motrices del enmalezamiento (Guglielmini, Kruk & Satorre, 2015) ligadas a: (i) el reemplazo de praderas y pastizales por cultivos de una sola especie, que abrió oportunidades a nuevos procesos evolutivos y al ajuste genético adaptativo de especies a esos nuevos ambientes fuertemente intervenidos y manejados por el hombre; y (ii) los cambios en el ambiente mismo, generados por el manejo de los cultivos y, frecuentemente vinculados a un proceso de deterioro del suelo asociado a un modelo agrícola con crecientes niveles de producción y extracción. Hay evidencias muy diversas del deterioro físico y químico de

los suelos en ambos períodos de nuestra agricultura. Ambas fuerzas, adaptativas y sucesionales, promovieron fuertes cambios en las comunidades de malezas en este último período de la agricultura.

Las malezas se organizan en comunidades pluri-específicas conformando una unidad funcional compleja, derivada de su diversidad específica, su organización –abundancia relativa de las especies-, sus formas de vida y su distribución en el espacio y en el tiempo, entre otras características. Estos grupos funcionales están constantemente expuestos a las fuerzas de organización mencionadas arriba y, entonces, vinculadas a la forma de manejo de los cultivos (su fecha de siembra, fertilización, genotipo, arreglo espacial, y control químico con herbicidas) y, a los cambios en el ambiente que los sistemas de producción ocasionan, por deterioro o enriquecimiento de la salud del suelo.

Sin embargo, los últimos 40 años no sólo muestran expansión de superficie cultivada y de producción en Argentina sino que, paralelamente, se incrementa el uso de nuevas tecnologías en los cultivos. Es reconocido que cuatro grandes grupos de tecnologías han contribuido en gran medida a la producción de alimentos a nivel global. Ellas son los fertilizantes minerales, la mecanización agrícola, el mejoramiento genético y los plaguicidas y reguladores de crecimiento (Zimdhal, 2007). Esos cuatro motores de la producción, han sido y son también potentes fuerzas de cambio en las comunidades vegetales en Argentina. En los últimos años aumentó el uso de los fertilizantes tanto en cantidad como en oportunidad, cambió la base genética de los cultivos reduciéndose, especialmente en la incorporación de algunos genes de gran influencia y que se convirtieron en determinantes de las tecnologías y manejo de los cultivos. Así la biotecnología incorpora los cultivos transgénicos, por ejemplo resistentes al herbicida glifosato, en especies tales como soja, maíz y sus genotipos se difunden rápidamente. El uso de agroquímicos cambió con la liberación de estos genotipos introduciéndose nuevos productos y formas de uso de herbicidas, fungicidas e insecticidas. Otro cambio relevante, estuvo representado por la amplia adopción de la siembra directa como sistema de “cero” labranza de los cultivos (Peireti, 2001; Meninato, 2001). De unos pocos miles de hectáreas sembradas en siembra directa a fines de los 80, llegamos a más de 20 millones de hectáreas en la actualidad. Con esto, los nuevos patrones de diseño espacial (distanciamiento entre hileras) y temporal (fecha de siembra) de los tradicionales cultivos de Trigo, Soja y Maíz cambian y pasan a actuar también fuertes como organizadores de las comunidades de malezas. En algunos casos aumentando la ocupación de los cultivos,

como en el caso del Trigo/Soja de 2da o Trigo/Maíz de 2da (Martínez-Ghersa & Ghersa, 1991b; Satorre, 2012); en otros, cambiando su disposición temporal, la fecha de siembra y de cosecha, como es el caso del cultivo de Maíz Tardío que hoy ocupa casi el 60 % de la superficie cultivada con esta especie (Juan Lariguet, 2016 –comunicación personal).

El aumento del área sembrada y de la producción junto al cambio relativo de las especies cultivadas y el ajuste de tecnologías (Satorre, 2005; Satorre, 2012) no podía pasar inadvertido a numerosas especies espontáneas y a otras introducidas, las que se convertirían en malezas problema. Especies tales como *Conyza bonariensis*, *Conyza sumatrensis*, *Gomphrena pulchella*, *Chloris sp.*, *Trichloris crinita* y otras resistentes al herbicida glifosato tales como *Sorghum halepense*, *Eleusine indica*, *Echinochloa colonna*, *Lolium multiflorum*, *Amaranthus sp.* o *Cynodon hirsutus*, por citar algunas, alcanzan rápidamente un lugar destacado entre los nuevos o rejuvenecidos problemas de la agricultura extensiva Argentina (Ustarroz, 2013). Había evidencias de procesos semejantes en el pasado (León & Suero, 1962) que sugerían que las poblaciones de malezas podían responder con ajustes muy específicos a las prácticas de manejo de los cultivos.

De hecho, las malezas expusieron eficazmente en este período distintos mecanismos de supervivencia, perpetuación y crecimiento. Entre estos mecanismos, la capacidad de las semillas de malezas de dormirse y no germinar, aún frente a estímulos ambientales de humedad y temperatura adecuados, fue relevante. Pero también, y por el contrario, la capacidad de desarrollar poblaciones capaces de responder a estímulos lumínicos para romper la dormición, poder despertar y establecerse en los cultivos cuando las condiciones son favorables a su supervivencia (luego de una labor, o en ausencia de vegetación, por ejemplo), supusieron estrategias de selección y adaptación poblacional sumamente especializada y muy bien documentada en numerosas especies malezas (por ej. Baskin y Baskin, 1985; Benech Arnold et al, 2000; Ustarroz et al; 2016).

Frente a esta evidencia y para responder aquella pregunta de Soriano (1975) sobre si es la maleza un sujeto exitoso por lo especializado o por lo altamente generalizado (yuyo); es necesario reconocer que los procesos de ajuste y cambio a los que me he referido operaron a niveles superiores al del organismo, y fueron ellos la población y la comunidad. La población es una unidad funcional fuertemente generalizada o generalizable (puede adquirir variabilidad y aumentar su base genética). Esto, le permite desembocar más o menos rápidamente en unidades funcionales fuertemente

especializadas. Las malezas problema son tales porque resultaron entonces, ambas cosas en el escenario agrícola.

UN ABORDAJE ECOLÓGICO AL MANEJO DE MALEZAS

Las tecnologías y decisiones alrededor del manejo de los cultivos actúan regulando procesos ecológicos y funcionales de las malezas y, a través de ellos, los patrones de cambio que estas experimentan. Desde este punto de vista, el éxito ecológico de una maleza depende de los atributos que le confieren capacidad para sobrevivir a los disturbios producidos por el manejo del cultivo y ajustarse a la oferta ambiental del sistema agrícola (Soriano, 1971). El enmalezamiento es un problema ecológico complejo.

Hay consenso que los nuevos procesos de producción y cambios tecnológicos incrementaron el problema de las malezas, su impacto en el mundo y particularmente en Argentina. Afortunadamente, mientras el éxito transitorio de algunos modelos productivos fuertemente tecnológicos minimizaban el impacto de las malezas, la ciencia a través de la ecología y ecofisiología vegetal continuó buscando entender porque algunas especies malezas de los cultivos eran exitosas y, con ello, tan perjudiciales a los objetivos de los productores. Varios grupos de investigación en Argentina hicieron contribuciones originales que fueron reconocidas local y mundialmente. Hoy esos aportes abren oportunidades a un manejo integral y racional del problema de las malezas.

Usualmente, el marco teórico del abordaje inicial al problema de las malezas se apoyó en la importancia a las fuerzas que imperan en un proceso sucesional, movilizadas por la introducción de la agricultura y la simplificación de los sistemas (Soriano, 1971; Ghersa y León, 1999; de la Fuente et al., 2006). Este enfoque, si bien necesario, es fuertemente descriptivo. Contribuye a la identificación de las comunidades, especies dominantes, su inventario y, eventualmente, pone en evidencia sus cambios al nivel de comunidad.

Booth y Swanton (2002) propusieron una aproximación alternativa, elaborando ideas bajo la teoría de ensamblaje (Diamond, 1975; Belyea y Lancaster, 1999). Esta aproximación introduce un enfoque analítico, al considerar que diferentes filtros o restricciones que actúan sobre las poblaciones son los que conforman la organización de la comunidad. Identificar y comprender el funcionamiento de esos filtros sería clave, en este marco de

análisis, para explicar y, eventualmente, manejar la dirección de los cambios en las comunidades de malezas.

Sin embargo, ambos marcos teóricos mencionados no alcanzan a aportar elementos concretos que permitan un manejo integral y amplio del problema de las malezas en un contexto de cambio tecnológico. Por ello, en general, las aproximaciones al éxito de las malezas de una comunidad se han realizado a partir del análisis parcial o aislado de los procesos determinantes. Por ejemplo, mucha atención se prestó al proceso competitivo como determinante del éxito (Harper, 1977; Satorre, 1988). La habilidad competitiva relativa de malezas y cultivos ha sido muy estudiada (Satorre & Kruk, 2016) pero, por sí sola, no puede explicar el éxito de algunas especies problema; entre ellas las nuevas invasoras (ej. recientemente *Amaranthus palmeri*) o las resistentes a los herbicidas (Soriano, 1975). Para ello, es necesario introducir un marco de referencia que incorpore simultáneamente tres procesos demográficos claves determinantes de la estructura y funcionamiento de una población en un sistema cultivo-maleza. Ellos son: (i) la dinámica del establecimiento, modulada por la dormición fisiológica de los órganos de supervivencia de las especies. Esto incluye la semilla, incorporando la germinación y la emergencia hasta el establecimiento de la plántula, o la estructura vegetativa (rizoma, estolón, corona, raíz gemífera, etc.), incorporando la brotación y la emergencia hasta el establecimiento del vástago, en especies anuales y perennes, respectivamente; (ii) la competencia, regida por la habilidad competitiva específica para la captura y uso de recursos escasos y, (iii) la dispersión (en el espacio y el tiempo) de semillas y propágulos, como reguladores de la capacidad de invasión o expansión de la especie (Cousens y Mortimer, 1995). De estos procesos, la participación de la dispersión en el éxito de las malezas ha recibido la menor atención, aunque su importancia es grande. Por ejemplo, estudios de los vínculos entre la competencia y la capacidad dispersión de malezas han sido explorados a través de modelos de simulación (Maxwell y Ghera 1992; Vitta & Satorre, 1999; de Abelleira, 2008) y, experimentalmente, en malezas anuales y en perennes como gramón (Guglielmini y Satorre 2002; de Abelleira, 2008; Guglielmini, 2010). Estos estudios han demostrado que, si bien la competencia determina la fecundidad de una maleza, la capacidad de dispersión de una especie determinará su incidencia sobre los cultivos y, en alguna medida, también el resultado de la competencia.

Son esperables interacciones entre procesos demográficos (establecimiento, competencia y dispersión) en la jerarquización de poblaciones de malezas en la comunidad. Estas

interacciones operan aún frente a fuerzas selectivas de magnitud (herbicidas) que han generado genotipos resistentes. La menor eficacia de los herbicidas sobre algunas malezas es, sin dudas, un componente relevante del éxito de algunas especies maleza problema. Sin embargo, el resultado de la aplicación de tecnologías (herbicidas) no debe analizarse en forma aislada, pues operan asociadas a los procesos clave arriba mencionados. Además, en algunos casos, la importancia relativa de los procesos clave se ha visto alterada en una especie como respuesta al uso de herbicidas; tal el caso de *Lolium rigidum* que modificó el nivel de dormición de las semillas en las poblaciones resistentes, reduciendo su habilidad competitiva (Vila-Aiub et al, 2009). Resumidamente, los tres procesos poblacionales deben ser analizados en forma integrada pues actúan asociados y son responsables del éxito o fracaso de cada especie maleza en una comunidad. Ignorar las características de esos procesos en la lucha contra una maleza problema sólo puede llevar a éxitos parciales, frecuentemente aleatorios, raramente repetibles y sumamente costosos. Un enfoque integral científico aparece como alternativa a la búsqueda de soluciones duraderas para el manejo de malezas problema.

COMENTARIO FINAL

Es evidente que aún resta mucho trabajo para poder contar con un marco conceptual y analítico que permita integrar las prácticas del manejo del cultivo al de las especies malezas, y reducir su problema. El cuerpo de conocimiento sin embargo ha permitido simular matemáticamente y modelar estos procesos en varias especies y condiciones. Pero, es preciso reconocer que aún es escasa la información disponible y mucho esfuerzo debe ser puesto antes de poder obtener resultados confiables y criterios efectivos para el control de malezas en el corto y largo plazo. Sin duda, la velocidad de avance de la ciencia de malezas será proporcional a los recursos invertidos en el campo de la bioecología de las especies y la ecología de las comunidades. Lamentablemente, la búsqueda de soluciones simples y apropiables (tecnológicas) canaliza la mayor parte de los recursos. Invertir una fracción de esos recursos en enfoques complejos seguramente reportaría resultados más persistentes y eficientes que los que enfrentamos al cabo de casi 70 años de lucha contra las malezas.

Para este autor la información y el conocimiento son las principales herramientas para el manejo de malezas y, la lucha contra las malezas debería concentrarse en lograr, con el

manejo adecuado, que las malezas se muevan en los carriles en que no afecten la productividad y puedan aportar positivamente al desarrollo de una moderna agricultura. Es relevante considerar que muchas especies malezas, en condiciones de mínimos efectos negativos podrían contribuir a sostener calidad ambiental, biodiversidad, valor estético del paisaje, recreación entre otros valores del paisaje rural.

El uso de herramientas sin contar con las bases ecológicas, como se ha mencionado, sólo conduce a éxitos aislados y aleatorios. El manejo de malezas necesita un cambio cultural, reconocer que no existen soluciones simples, y que es necesario un mayor conocimiento sobre la bio-ecología de las especies malezas para enfrentar el problema. Es conocido que las estrategias de lucha y manejo que no consideran los aspectos ecológicos del problema están destinadas a fracasar (Booth, Murphy & Swanton, 2003). Sin embargo, es notable cuan poco conocen de las malezas, sus procesos clave, su reproducción, establecimiento o dispersión aquellos que enfrentan el problema. A pesar de ello, diariamente llevan adelante prácticas para controlar o reducir su impacto. Es este el cambio cultural que la ciencia y la Academia deberían contribuir a producir, pues los tiempos de las soluciones fáciles se alejan rápidamente de los escenarios de producción de nuestros nuevos cultivos y el efecto de las malezas deprime el resultado de la agricultura y su impacto positivo hacia la sociedad.

Palabras clave: Enmalezamiento, control de malezas, tecnologías de control

Keywords: Weeding, weed control, control technologies

BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G.N., 1999. General overview of plant pathogenic organisms. En: J.R. Ruberson (Ed), Handbook of Pest Management. Marcel Dekker, Inc. New York, p. 263-307.
- Aldrich, R.H. & Kremer, R.J., 1997. *Principles in weed management*. Second Ed. Iowa State Univ. Press, Ames, IA, USA, 455 pg.
- Anónimo, 1982. Plan Piloto Rufino. Revista ASAM 10 (1): 29-38.
- Baskin, J.M., & Baskin, C.C., 1985. The annual dormancy cycle in buried weed seeds: a continuum. *BioScience*, 35(8), 492-498.
- Bedmar, F., Eyherabide, J.J. and Satorre, E.H., 2000. Bases para el manejo de malezas. En: Andrade y Sadras (Eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Editorial Panamericana S.A., Argentina, p. 269-307.
- Belyea, L.R. & Lancaster, J., 1999. Assembly rules within a contingent ecology. *Oikos*, 402-416.
- Benech Arnold, R.L., Sánchez, R.A., Forcella, F., Kruk, B.C. & Ghera, C.M., 2000. Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crops Research*, 67: 105-122.
- Booth, B.D. & Swanton, C.J., 2002. 50th Anniversary-Invited article. Assembly theory applied to weed communities. *Weed Science*, 50: 2-13.
- Booth, B.D., Murphy, S.D. & Swanton, C.J., 2003. *Weed ecology in natural and agricultural systems*. CABI Publishing, Wallingford, UK. 312 pg.
- Casafe, Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, 2013. Consultado en http://www.casafe.org/web_css/mediciondemercado.htm

- Copello, A.C., 1972. Importancia económica de las pérdidas ocasionadas por las malezas en la producción agropecuaria argentina. *Malezas y su Control* 1(1):3-14.
- Cousens, R. & Mortimer, M., 1995. *Dynamics of weed populations*. Cambridge University Press. UK.
- de Abelleyra, D., 2008. Modelización del crecimiento de gramón (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) En: Cultivos de granos. Tesis de Maestría en Producción Vegetal. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 81 pp. URL: <http://www.agro.uba.ar/users/deabelle/gramon> (acceso en julio 2015).
- de la Fuente E.B., Suárez, S.A. & Ghersa, C.M., 2006. Soybean weed community composition and richness between 1995 and 2003 in the Rolling Pampas (Argentina). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 115: 229-236.
- Delucchi, G., 2011. Cien especies invasoras de flora en Argentina. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ar/?IdArticulo=52>.
- Diamond, J.M., 1975. Assembly of species communities. En M. L. Cody and J. M. Diamond (Eds.) *Ecology and Evolution of Communities*, pp. 342-444. Cambridge, MA: Belknap Press/Harvard University Press.
- Fryer, J.D., 1983. Recent research on weed management: New light on an old practice. In: Fletcher (Ed) *Recent advances in weed research*. Commonwealth Agricultural Bureaux, UK. Pp. 181-198.
- Ghersa, C.M. & León, R.J.C., 1999. Successional changes in the agroecosystems of the Rolling Pampas. En: L.R. Walker (Ed.) *Ecosystems of the World. Ecosystems of disturbed ground*, Chapter 20, pp. 487-502. Elsevier. Amsterdam. Netherlands.
- Ghersa, C.M. & Martínez-Ghersa, M.A., 1991a. A field method predicting yield losses in maize crops caused by *Sorghum halepense*. *Weed Technology* 5:279-285.
- Ghersa, C.M. y Martínez-Ghersa, M. A., 1991b). Cambios ecológicos en los agrosistemas de la Pampa ondulada. Efectos de la introducción de la soja. *Ciencia e Investigación*, 5: 182-188.
- Ghersa, C.M., de la Fuente, E.B., Suárez, S.A. & León, R.J.C., 2002. Woody species invasion in the Rolling Pampas grasslands, Argentina. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 88: 271-278.
- Ghersa, C.M., Satorre, E.H., Van Esso, M.L., Pataro, A. & Elizagaray, R., 1990. The use of termal calendar models to improve the efficiency of herbicide applications in *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Weed Research*, 30: 153-160.
- Guglielmini. A.C. & Satorre, E.H., 2002. Shading effects on spatial growth and biomass partitioning of *Cynodon dactylon*. *Weed Research*, 42: 123-134.
- Guglielmini, A.C. & Satorre, E.H., 2004. The effect of non-inversion tillage and light availability on dispersal and spatial growth of *Cynodon dactylon*. *Weed Research*, 44: 366-374.
- Guglielmini, A.C. 2010. Cambios poblacionales en las comunidades de malezas asociados a la secuencia de cultivos de verano en la región pampeana. El rol de la competencia. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires, 145 pp.
- Gulielmini, A.C., Kruk, B. y Satorre, E.H., 2015. Un enfoque funcional al análisis de los cambios en las comunidades de malezas de los sistemas agrícolas extensivos de la región pampeana. *Agronomía & Ambiente – Revista de la Facultad de Agronomía UBA* 35(2): 121-130.
- Harper, J.L., 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London.
- Heywood, B.J., 1971. Chemical control of plant growth. En Wareing & Cooper (Eds.). *Potential crop production*. Heinemann education books, London, 387 pp.
- Holm, L. & Herberger, C.H., 1969. The world's worst weeds. *Proceedings of the Second Asian Pacific Weed Control Interchange*, 1-14.
- Holm, L., Plucknett, D.L., Pancho, J.V. y Herberger, J.P., 1977. *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*; The University Press of Hawaii, Honolulu.
- León, R.J.C. & Suero, A., 1962. Las comunidades de malezas de los maizales y su valor indicador. *Revista Argentina de Agronomía*, 29: 23-28.
- Manuel-Navarrete, D., Gallopin, G.C., Blanco, M., Díaz Zorita, M., Ferraro, D.O., Herzer, H., Láttera, P., Muráis, M.R., Podestá, G.P., Rabinovich, J., Satorre, E.H., Torres, F. & E. Viglizzo, 2009. Multi-causal and integrated assessment of sustainability. The case of agriculturization in the Argentine Pampas. *Environment, Development and Sustainability*, 11:621-638.
- Martínez Ghersa, M.A., Ghersa, C.M. y Satorre, E.H., 2000. Coevolution of agricultural systems and their weed companions: implications for research. *Field Crops Research*, 67: 181-190.
- Maxwell, B.D. & Ghersa, C.M., 1992. The influence of weed seed dispersion versus the effect of competition on crop yield. *Weed Technology*, 6: 196-204.
- Meninato, R., 2001. The impact of biotechnology in South America. En: Paarlberg R., Solbrig O. & F. Di Castri (eds.) *Globalization and the rural environment*. Pg. 217-224; David Rockefeller Center for Latin-American Studies. Harvard University Press, Cambridge, USA.

- Peet, R. K., & Christensen, N. L., 1980. Succession: a population process. En *Succession* (pp. 131-140). Springer, Dordrecht.
- Peiretti, R.A., 2001. Direct seed cropping in Argentina: Economic, Agronomic and Sustainability benefits. En: Paarlberg R., Solbrig O. & F. Di Castri (eds.) *Globalization and the rural environment*, David Rockefeller Center for Latin-American Studies, Harvard University Press, Cambridge, USA. Pg. 179-200.
- Satorre, E.H., 1988. The Competitive Ability of Spring Cereals. PhD Thesis, Dept. of Agricultural Botany, University of Reading. 262 pp.
- Satorre, E.H., 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia Hoy*, 87: 24-31.
- Satorre, E.H. & Guglielmini, A.C., 2000. Ecophysiology of weed-crop competition and dispersion. Proceedings of the Third International Weed Science Congress; 2000 June 6-11; Foz do Iguassu, Brazil, Manuscript number 40, 10 p., CD-ROM. Available from: International Weed Science Society, Oxford, MS, USA.
- Satorre, E.H., 2001. Production Systems in the Argentine Pampas and their Ecological Impact. En: Paarlberg R., Solbrig O. & F. Di Castri (eds.) *Globalization and the rural environment*, David Rockefeller Center for Latin-American Studies. Harvard University Press, Cambridge, USA. Pp. 79-102.
- Satorre, E.H., 2012. Recent changes in Pampean agriculture: possible new avenues to cope global change challenges. En Slafer & Araus (Eds.). *Crop stress management & Climate Change*, CABI Climate Change Series, pp. 47-57.
- Satorre, E.H. y Kruk, B.C., 2016. Interacciones cultivo-maleza: Competencia. En: Satorre, Kruk & De la Fuente (Eds). *Bases y herramientas para el manejo de malezas*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA; Buenos Aires, Argentina, PP. 141-178.
- Satorre, E.H., 2015. Relevamiento de malezas CREA: Las malezas en los sistemas de producción. 1er Taller CREA del Proyecto Nacional de Malezas, Rosario, 21 y 22 de Abril, 2015.
- Satorre, E.H., Kruk, B.C. & De la Fuente, E.L., 2016. *Bases y herramientas para el manejo de malezas*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA, Buenos Aires, Argentina. 285 pg.
- Satorre, E.H., Ghersa, C.M., & Pataro, A.M., 1985. Prediction of Sorghum halepense (L.) Pers. rhizome sprout emergence in relation to air temperature. *Weed Research*, 25: 103-109.
- SIIA. (Sistema Integrado de Información Agropecuaria). 2015. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. URL: <http://www.siiia.gov.ar> (acceso en julio 2015).
- Soriano, A., 1975. Gloria y miseria de las malezas de los cultivos. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, 29(1): 13-34
- Soriano, A., 1971. Aspectos rítmicos o cíclicos del dinamismo de la comunidad vegetal. En: R.H. Mejía & J.A. Moguevski (Eds.) *Recientes adelantos en Biología*, pp. 441-445. Buenos Aires. Argentina.
- Ustarroz, D. (2013). Problemas de malezas derivados de la producción actual de cultivos con un intenso uso del herbicida glifosato. *Actas del 12º Curso Internacional de Agricultura de Precisión*, INTA EEA-Manfredi, 5pp.
- Ustarroz, D., Kruk, B.C., Satorre, E.H. & Ghersa, C.M., 2016. Dormancy, germination and emergence of *Urochloa panicoides* as regulated by temperature. *Weed research*, 56 (1): 59-68.
- Vila-Aiub, M.M., Neve, P. & Powles, S.B., 2009. Fitness costs associated with evolved herbicide resistance alleles in plants. *New Phytologist*, 184: 751-767.
- Vitta, J.I. & Satorre, E.H., 1999. Validation of a weed-crop competition model. *Weed Research*, 39:259-269.
- Vitta, J.I., Satorre, E.H. & Leguizamón, E.S., 1993. Using canopy attributes to evaluate competition between *Sorghum halepense* (L.) Pers and Soybean. *Weed Research*, 33: 89-97.
- Zimdhal, R.L., 2007. Fundamentals of weed science. Elsevier, san Diego, California, USA, 689 pg.