

SISTEMA INTEGRADO DE

PRODUCCIONES AGROECOLÓGICAS.

Aportes para el manejo de la transición
en agroecosistemas extensivos.



Compiladores:

Griselda MUÑOZ - Sergio MONTICO

Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas- SIPA : aportes para el manejo de la transición en agroecosistemas extensivos / compilado por Griselda Ma. del Carmen Muñoz ; Sergio Montico ; editado por Juan Manuel Vázquez ; ilustrado por Juan Manuel Vázquez.- 1a ed. - Zavalla : Fundación Ciencias Agrarias, 2021.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-46406-9-7

1. Agricultura Alternativa. 2. Agricultura Orgánica. 3. Agricultura Sustentable. I. Muñoz, Griselda Ma. del Carmen, comp. II. Montico, Sergio, comp. III. Vázquez, Juan Manuel, ilus.
CDD 631.583



Índice

05

PRÓLOGO

Sergio Montico

07

SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIONES AGROECOLÓGICAS: conformación, dinámica y evolución institucional

Griselda Muñoz



11

TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA: conceptos básicos y generales, desarrollo teórico sobre transición agroecológica en la región pampeana y su aplicación en el SIPA

Griselda Muñoz; Sergio Montico; Roberto Javier Crespo



17

APORTES PARA EL MANEJO DE SUELOS EN SISTEMAS EXTENSIVOS EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

Sergio Montico, Joel Spinozzi, José Berardi

17

I - BASES PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE SUELOS

22

II - INVESTIGACIONES

CIENTÍFICAS-TECNOLÓGICAS

22

Degradación de la fitomasa aérea de cultivos de cobertura luego de la supresión de su crecimiento en ambientes del sur de Santa Fe

Spinozzi, J.; Berardi, J.; Van Cruiser, I.; Tamburlini, G.; Montico, S.; Di Leo, N.

25

Aporte de carbono de cultivos de cobertura en un sistema agroecológico del sur de Santa Fe

Spinozzi, J.; Montico, S.; Berardi, J.

27

Testeo de propiedades edáficas en el sistema integrado de producciones agroecológicas

Spinozzi, J.; Montico, S.; Berardi, J.



31

EXPERIENCIAS EN INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

Roberto Javier Crespo, Nicolás Montero Bulacio, M. Cecilia Lescano, Federico Balassone y Celina Fernández

31

I - Caracterización inicial de la comunidad de malezas y del banco de semillas del suelo en la transición hacia la producción agroecológica del SIPA

Crespo, R.J. Compilador de los trabajos



36

II - Experiencias de formación práctica en un sistema productivo en transición agroecológica

María Cecilia Lescano; Nicolás Montero Bulacio; Federico Balassone; Celina Fernández

39

LOS ARTRÓPODOS EN LA AGROECOLOGÍA Y EL MANEJO DE LA DIVERSIDAD VEGETAL

Celina Fernández; Nicolas Montero Bulacio Eduardo Punschke; Luis Vignaroli; Gustavo Gonsebatt; Verónica Reyes; Ana Paula Carrizo; Facundo Huarte; Camila Hernández y Guillermo Montero



51

EXPERIENCIA DOCENTE EN FORMACIÓN PRÁCTICA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA: oportunidades y desafíos en la construcción de alternativas productivas sustentables

Vigna, Cecilia y Ceaglio, Emanuel



69

ESPACIO SILVOPASTORIL:

experiencias, replanteos y desafíos venideros

Federico Fina, Fiorela Celoria, Guillermo Tion e Ivan Van Kruijssen



76

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE SIEMBRA DE CULTIVOS DE COBERTURA ADAPTADO A COSECHADORAS:

Una experiencia formativa realizada en el marco del Programa Ingeniar Santa Fe del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Provincia de Santa Fe en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)

González, Matías; Jakas, Gabriel; Jakas, Mariano; Pergomet, Germán; Vucasovich Luzuriaga, Nicolás; Montico, Sergio; Muñoz, Griselda; Palazzesi, Pablo



83

ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN, APROPIACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO AGROECOLÓGICO EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL AGROPECUARIA

Muñoz, Griselda.; Montico, Sergio.; Crespo, Roberto Javier.; Fernández, Celina.; Montero, Nicolás; Vigna, Cecilia; Lescano, María Cecilia



Prólogo

El crecimiento y desarrollo del sector agropecuario de la región pampeana argentina atraviesa profundas modificaciones tecnológicas desde hace varias décadas. La mecanización, robótica, genética, herramientas remotas y la nueva generación de insumos químicos y biológicos, influyen decisivamente sobre el modo y la forma de producir alimento primario en este territorio. Asimismo, el soporte socio cultural sobre el cual se asientan e interactúan los agroecosistemas también están en continua y permanente evolución.

En este contexto, desde hace tiempo ya, la agroecología se advierte cada vez con mayor visibilidad y potencia en el sector productivo, en la consideración de la sociedad y en la de los gobernantes. Precisamente, gana espacio de manera continua y sostenida en virtud de sus preceptos fundacionales, los que vienen a confrontarse con los argumentos vigentes de los modelos de uso de la tierra.

No es el conflicto lo que motoriza la adopción de la visión agroecológica, sino el desafío de lograr una producción de alimentos sanos y seguros, en procesos amigables con el ambiente y cada vez más reclamados por la sociedad.

Es así, que las instituciones académicas de mayor nivel deben involucrarse en la gestación de propuestas que permitan producir de manera agroecológica, de modo de abrir nuevos espacios para la investigación, la tecnología, la comunicación de resultados, y ofrecer en el proceso de formación profesional, dimensiones diferentes respecto a los sistemas de producción y su contexto.

Con este objetivo, fue entonces que en 2017 se decidió llevar adelante el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) en nuestra Facultad, desarrollándose a lo largo de estos años, numerosas actividades de investigación aplicada, adaptación de tecnologías, test de campo, experimentos, jornadas técnicas y clases de campo. El SIPA por definición, es un sistema agroecológico transicional extensivo que tiene el propósito de validarse desde la práctica concreta de la agronomía.

En esta obra se podrá acceder a los resultados y experiencias logradas por los diferentes grupos de investigadores y estudiantes que participan en las actividades de seguimiento y monitoreo, quienes, con compromiso y dedicación, indagaron, exploraron y, por sobre todo, midieron los diferentes procesos y componentes del SIPA.

“SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIONES AGROECOLÓGICAS. Aportes para el manejo de la transición en agroecosistemas extensivos”, es una contribución a un tema muy vasto, una satisfacción por sumar, un desafío para continuar...



Ing. Agr. Dr. Sergio Montico



SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIONES AGROECOLÓGICAS: conformación, dinámica y evolución institucional

Griselda Muñoz

Dado que el presente libro tiene como objetivo compartir las experiencias desarrolladas en el contexto del Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA), comenzaremos exponiendo una caracterización del mismo, desde un enfoque sistémico.

¿Qué es el SIPA?

El SIPA surge en el ámbito de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR como un espacio institucional para la implementación de prácticas de “... transición a la producción agroecológica extensiva, de manera de desarrollar alternativas productivas a los esquemas tradicionales de la región y a gran escala¹.”

En el marco institucional del SIPA se desarrollan diferentes actividades, disciplinarias e interdisciplinarias, propuestas por docentes investigadores de la Facultad:

- Académicas: trabajos prácticos de asignaturas afines, Prácticas Preprofesionales, talleres integradores
- Científicas-tecnológicas: ensayos de investigación enmarcados en proyectos disciplinares e interdisciplinares
- Extensión: visitas de productores, profesionales, organizaciones, escuelas
- Vinculación tecnológica: convenios con empresas nacionales proveedoras de insumos y maquinaria de base agroecológica.

Según el informe de actividades presentado al Consejo Directivo en septiembre de 2019, el SIPA se configura como un sistema complejo, integrado por diversos y numerosos componentes que se conectan entre sí originando sinergias, beneficiosas para el propio sistema y para el entorno. En este último sentido se destaca que, a través de sus integrantes, el SIPA también es una oportunidad de vinculación con el contexto local, provincial, nacional e internacional:

- Convenio Específico de cooperación académica entre la Municipalidad de Casilda, la Facultad de Arquitectura, Planeamiento y Diseño y nuestra Facultad, para colaborar en problemáticas vinculadas a la producción agropecuaria en el periurbano
- Acta Acuerdo entre la Facultad de Ciencias Agrarias y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Rosario: Proyecto “Sub-sistema manejo de ovinos: Pastoreo Racional Intensivo”
- Programa “Ingeniar Santa Fe” del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Provincia de Santa Fe
- Sociedad Argentina de Agroecología: integración de la

Comisión Directiva (vocal regional) y Coordinación de la Comisión de Educación

- Proyecto PUMA (Proyecto Universitario de Movilidad en Agroecología) en el marco del Programa Argentina Francia Agricultura (ARFAGRI)

Complementariamente, se está trabajando con el equipo docente de Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata para formalizar las instancias de capacitación y asesoramiento sobre el sistema silvopastoril, y con el Colegio de Ingenieros Agrónomos 2° Circunscripción para compartir con los graduados los resultados de la transición agroecológica.

¿Cuál es el propósito del SIPA?

El proyecto propone avanzar a través de planteos de conversión agroecológica, graduales en el tiempo y en el espacio, y capaces de lograr: una progresiva disminución en el uso de insumos fitosanitarios a través de la incorporación de manejos integrales potenciadores de los servicios ecosistémicos inherentes al agroecosistema; una eliminación gradual de todos los insumos externos, si fuera necesario, reemplazándolos por biopreparados; y el rediseño del agroecosistema para alcanzar autosuficiencia ecosocial e independencia de los paquetes tecnológicos convencionales, asociado a un cambio de ética y de valores con relación al sistema agroalimentario. Si bien en la bibliografía general, y en el proyecto en particular, estos planteos se describen como una sucesión de fases ordenadas en el tiempo, en la realidad está comprobado que el orden puede variar según las particularidades locales y ciertos determinantes contextuales.

Para el caso del SIPA, resulta fundamental reconocer que la matriz productiva del sur de Santa Fe se encuentra fuertemente condicionada por las políticas estatales que amplían y profundizan el modelo agropecuario industrial basado en commodities, asociado al paquete tecnológico que acompaña a la siembra directa. Este condicionamiento político-económico solo ha sido “interrumpido” en los periurbanos, para los cuales han surgido otros determinantes, escasamente acompañados de políticas de apoyo para el desarrollo de producciones sin aplicación de fitosanitarios. Vemos así que en el SIPA hay un convencimiento y una profunda valoración ética sobre la importancia de lograr una producción de alimentos sustentable, así como una construcción de conocimientos para impulsar y/o consolidar procesos de conversión agroecológica, pero no hay un marco político-económico para lograr una transferencia efectiva. Esta situación conlleva a que la influencia de la FCA-UNR,

Resolución CD N° 331-17 de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. Para más información ver Anexos.



a través del SIPA, sobre la región esté supeditada a una reforma integral en materia de legislación (agraria, ambiental, laboral, etc.).

¿Cuáles son los objetivos del SIPA?

En el proyecto original se destaca que los objetivos generales están mayormente asociados una visión integral sobre la evolución del espacio en el largo plazo. En tal sentido, se propone "...desarrollar una alternativa a la producción agropecuaria extensiva tradicional. A través de la investigación y desarrollo de técnicas y tecnologías de producción [...] formación de estudiantes y de extensión de las técnicas y tecnologías, a productores locales y profesionales para la región...". A partir de este gran objetivo, el SIPA propone una serie objetivos específicos para la concreción de prácticas de base agroecológica susceptibles de ser transferidas al territorio de influencia de la institución.

En esta línea, se destaca el objetivo específico de crear una Red Regional de Experiencias Agroecológicas para favorecer el desarrollo productivo agroecológico, impulsando la participación activa de productores y profesionales de la región. Al respecto, durante el período 2017-2018 y en el marco del Programa Ingeniar Santa Fe, Etapa: Competencia de ideas-proyectos innovadores, un grupo de estudiantes del último año de Ingeniería Agronómica presentaron el proyecto "Inundaciones y su problemática social: creación de una red/plataforma participativa colaborativa sobre cultivos de cober-

tura" para iniciar la construcción de la Red mencionada. Dado que el proyecto fue aprobado sin financiamiento, no pudo ser implementado de acuerdo al desarrollo tecnológico planteado.

¿Dónde se ubica?

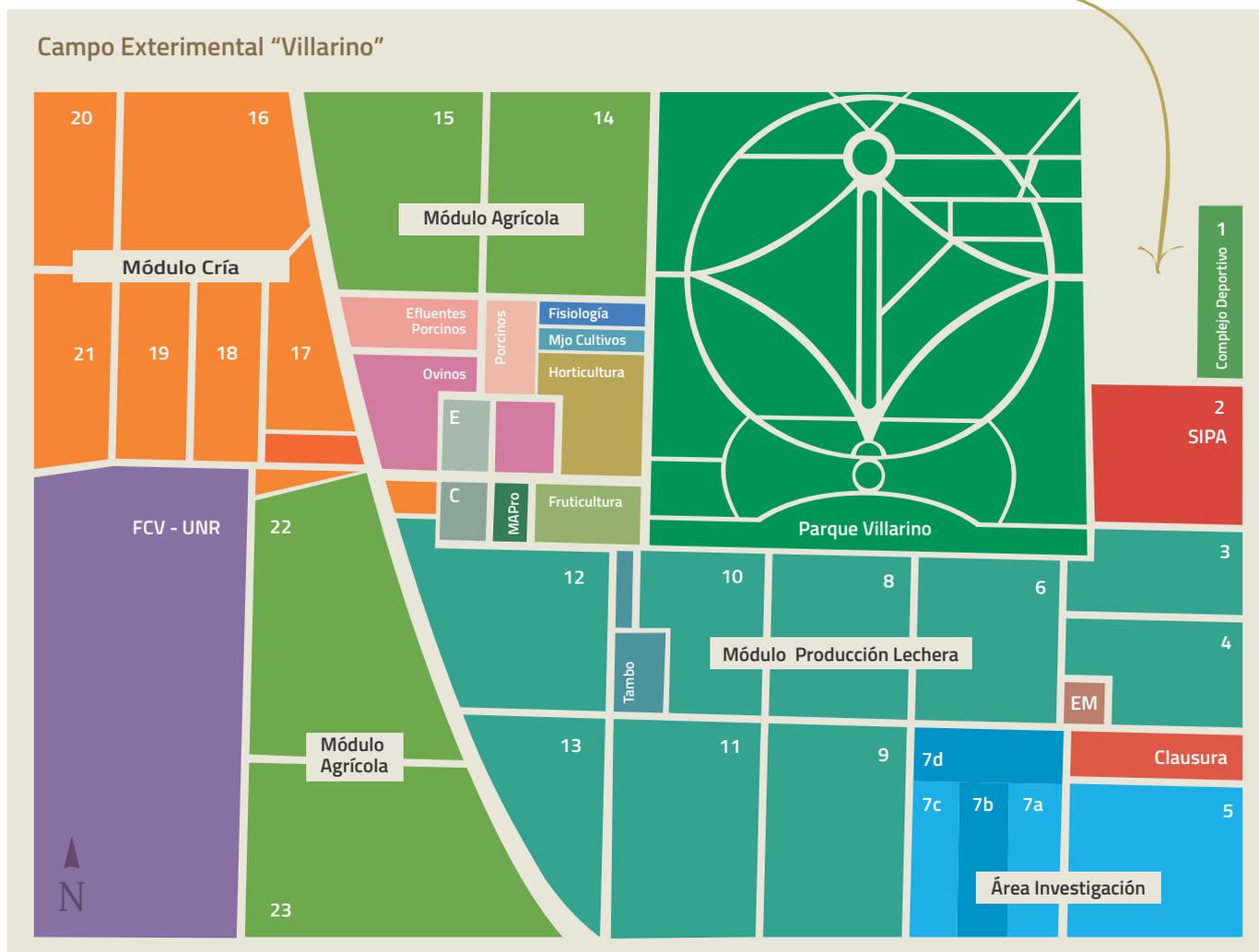
El SIPA no posee una ubicación específica ya que las actividades desarrolladas en el marco de la propuesta son transversales a diferentes grupos de trabajo, cuyas tareas están distribuidas dentro del predio de forma heterogénea. No obstante, una gran parte de las prácticas se concentran en el Lote 2 del Campo Experimental, situado lindante a Zavalla y con una extensión 12 hectáreas (Figura 1).

Dentro del Lote 2, es posible diferenciar tres sectores con funciones más o menos específicas:

- 1- Investigaciones científicas agronómicas para la obtención de datos válidos y confiables sobre el uso de principios y procedimientos de transición agroecológica
- 2- Ensayos para ajustar la aplicación de la información obtenida a prácticas potencialmente transferibles a la región
- 3- Diseño e implementación de un sistema silvopastoril

Las propuestas de trabajo para cada sector son analizadas y consensuadas por todos los integrantes del SIPA, según los objetivos generales del proyecto y atendiendo al logro de un trabajo interdisciplinario.

Figura 1: Ubicación del Lote 2 dentro del predio de la FCA-UNR, afectado exclusivamente al SIPA



¿Cuáles son los fundamentos de su creación?

En el proyecto, aprobado por el Consejo Directivo el 24 de mayo de 20017 (Resolución CD N° 331-17), se fundamenta la necesidad de crear el SIPA como respuesta a las problemáticas ambientales ocasionadas por el crecimiento de la actividad agropecuaria convencional. Tomando como punto de partida la necesidad de lograr un desarrollo sustentable, se argumenta a favor de la agroecología como oportunidad para transformar los procesos de desarrollo rural, favorecer la preservación de los recursos naturales y aumentar la diversidad natural de las ecorregiones.

Dentro de los fundamentos sobre la creación del SIPA también se hace referencia a la necesidad de legitimar otra forma de pensar y hacer ciencia, más inclusiva e integradora, dado que la agroecología incluye el acervo cultural de las comunidades rurales proveedor de saberes y prácticas respetuosas del ambiente.

Además, se destaca una fundamentación ética con respecto a la indiscutible necesidad de trabajar profesionalmente sobre la base de la imbricada relación entre hecho y valores éticos. Esta pronunciación, en coincidencia con la agroecología, le impone un marco ético a la toma de decisiones a favor del cuidado del ambiente, entendido éste como un sistema complejo que abarca la naturaleza y la sociedad, permanentemente interrelacionadas entre sí a través de sus diversos y múltiples componentes.

En síntesis, los fundamentos de la creación del SIPA ponen en relieve la compleja trama de elementos y relaciones que sustenta la

actividad agropecuaria en la región de influencia de la FCA-UNR, generada a través de los múltiples componentes que la reconfiguran permanentemente (Figura 2).

¿Quiénes participan en el SIPA?

Básicamente el SIPA está integrado por equipos docentes. La convocatoria para participar es permanente no habiendo requisitos para incorporarse a los grupos de trabajo. La coordinación del SIPA está a cargo de un equipo integrado por docentes y representantes de la Dirección del Campo Experimental y de la Gestión, que forman parte del mismo y que reúnen periódicamente a todos los integrantes para trabajar colaborativamente y desde un enfoque sistémico. Actualmente, integran el SIPA docentes que dictan mayormente asignaturas de la carrera Ingeniería Agronómica: Manejo de Tierras, Malezas, Zoología Agrícola, Forrajes, Administración Rural, Anatomía y Fisiología Animal y Fitopatología. No obstante, algunos de ellos también participan en el dictado de la Licenciatura en Recursos Naturales, por ejemplo, en Evaluación de Impacto Ambiental e Invertebrados I y II.

El desarrollo de las diversas actividades de docencia garantiza la participación permanente de los estudiantes de las carreras de grado (Figura 3), las que asumen distintos formatos:

- Prácticas Preprofesionales: dirigidas por los equipos docentes sobre, por ejemplo, los efectos de los cultivos de cobertura sobre el suelo, comunidades de malezas, insectos plaga e insectos benéficos, enfermedades, resultados económicos, entre otros temas

Figura 2: Representación simplificada de la trama compleja que se genera dentro del SIPA y con relación a su entorno.



Figura 3: Estudiantes realizando prácticas a campo y en laboratorios, talleres de integración y exposiciones en eventos científicos.



- Talleres de Integración SIPA: para todos los estudiantes que participan en las distintas Prácticas Preprofesionales
- Trabajos Prácticos de asignaturas y Cursos electivos
- Participación en eventos institucionales: Talleres Transdisciplinarios, Día del Medio Ambiente, otros
- Participación en publicaciones y presentaciones en eventos científicos

En el SIPA también participan graduados y productores, en algunos casos a través de visitas convenidas formalmente con organizaciones que solicitan conocer el espacio, en otros, por medio de consultas individuales.

La difusión institucional de las actividades del SIPA se realiza en la página web de la FCA-UNR; complementariamente, se comparten algunas actividades a través de Twitter e Instagram (Figura 4).

Figura 4: Difusión de las actividades del SIPA a través de distintos medios, institucionales y extrainstitucionales.



TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA: conceptos básicos y generales, desarrollo teórico sobre transición agroecológica en la región pampeana y su aplicación en el SIPA

Griselda Muñoz; Sergio Montico; Roberto Javier Crespo

Para conocer y comprender la llamada “transición agroecológica” se elaboró el presente desarrollo teórico integrador, construido desde un enfoque sistémico, con el objetivo de entramar los principales aportes de la bibliografía general sobre agroecología con producciones científicas enfocadas en la transición agroecológica como alternativa para afrontar las problemáticas ambientales del territorio.

En una Primera parte, se exponen aquellos conceptos que se consideran fundamentales para contar con una mínima base teórica general. Posteriormente, en una Segunda Parte, se presenta un estudio pormenorizado sobre la transición agroecológica aplicada a los sistemas extensivos pampeanos, elaborado a partir de un trabajo analítico que considera experiencias de la región, tematizadas por especialistas de la agroecología. Finalmente, en la Tercera Parte, se comparten algunos comentarios sobre las prácticas transicionales desarrolladas en el SIPA, según el marco teórico referencial específico que se viene utilizando para realizar los diagnósticos y orientar las decisiones.

PRIMERA PARTE

Agroecología y sustentabilidad son conceptos de implicancias políticas fuertes; por ello, han sido objeto de resignificaciones permanentes de acuerdo a los objetivos perseguidos por los distintos sectores sociales, portadores de mas o menos poder. No obstante, en el ámbito académico científico es posible encontrar ciertos acuerdos que han facilitado algún avance en la construcción epistemológica que viene recibiendo los aportes de diferentes corrientes teóricas o líneas de pensamiento. A continuación, se exponen algunos conceptos básicos que se consideran están en la órbita del proyecto SIPA.

¿Qué es la agroecología?

Varios especialistas han definido a la agroecología de distintas maneras. Este fenómeno ha complejizado la consolidación de una identidad epistemológica, en los términos demandados por la ciencia clásica, que aún no legitima campos de conocimientos y saberes de construcción pluriépistemológica y plurimetodológica, entramados a partir de los aportes de las ciencias naturales y sociales. Asimismo, se advierte que la agroecología tiene tres pilares fundamentales: práctica, ciencia y movimiento social; pilares que funcionan interrelacionados entre sí, de forma permanente y solidaria, para impulsar y/o afianzar un modelo de producción sustentable (Figura 1).

El reconocimiento de que las prácticas agroecológicas y los movimientos sociales preceden a la agroecología como campo de conocimiento científico conlleva a la necesidad de repensar la actividad científica agroecológica como una coproducción entre la comunidad científica y los actores portadores de saberes de origen vivencial. En particular, se destacan los aportes de la sociología rural que propone la integración de los sujetos o colectivos sociales que luchan por la aceptación e inclusión de la agroecología como forma de vida. Domínguez (2019) construye una cartografía de las principales expresiones colectivas, cooperativas y asociativas para la promoción, producción y comercialización agroecológica en Argentina. El investigador analiza las divergencias y convergencias de los distintos movimientos sociales y sus disputas políticas territoriales. Atendiendo a la complejidad de la trama cartografiada, y considerando la ubicación territorial del SIPA, resulta de interés la siguiente reflexión:

Figura 1. Pilares fundamentales de la agroecología implicados en la construcción epistemológica.



Aunque difieren en el contenido de sus reclamos y consignas principales, sobre todo en torno de los componentes más disruptivos, no deberían desatenderse las recientes iniciativas asociativas, entre productores familiares y población local, para el fomento de la transición agroecológica, como respuesta a las consecuencias negativas del uso masivo de agroquímicos y a la búsqueda de opciones para los productores incluidos en las áreas de restricción a la aplicación terrestre y aérea de agroquímicos: Red Nacional de Municipios y Comunidades que fomentan la Agroecología (RENAMA), (p 303)

A partir de esta breve reseña sobre la construcción histórica de la agroecología como campo epistémico, se presentan algunas de las definiciones más comúnmente utilizadas en el ámbito científico-académico.

Según Sarandón y Flores (2020) la agroecología es un: *campo de conocimientos que reúne, sintetiza y aplica conocimientos de la agronomía, la ecología, la sociología, la etnobotánica y otras ciencias afines, con una óptica holística y sistémica, para generar, validar y aplicar estrategias adecuadas para el diseño, el manejo y la evaluación de sistemas agroalimentarios sustentables. (p. 52)*

De acuerdo a Altieri (2001)

La Agroecología provee una guía para desarrollar agroecosistemas que tomen ventaja de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales. Tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos y optimiza las funciones y procesos del agroecosistema tales como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclado de nutrientes y la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema solventar su propio funcionamiento. (p.33)

Sevilla Guzmán, desde una perspectiva sociológica, define la agroecología como el

manejo ecológico de los recursos naturales a través de formas de acción social colectiva que presentan alternativas al actual modelo de manejo industrial de los recursos naturales, mediante propuestas, surgidas de su potencial endógeno, que pretenden un desarrollo participativo desde los ámbitos de la producción y la circulación alternativa de sus productos, intentando establecer formas de producción y consumo que contribuyan a encarar la crisis ecológica y social, y con ello a enfrentarse al neoliberalismo y la globalización económica. (p. 15)

Estas definiciones, entre otras tantas que pueden ser halladas en la bibliografía, muestran la complejidad que afronta la propia comunidad académica científica para acordar sobre si se trata de una nueva área disciplinar, una perspectiva o el inicio de un paradigma emergente. Mas allá de esta situación que corresponde a una dimensión en particular de la agroecología, es importante no perder de vista que, ante todo, la agroecología se ofrece como una oportunidad de alcanzar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios.

El objeto de estudio fundamental y punto de partida de la agroecología es el agroecosistema, el cual se define como un sistema com-

plejo que nace cuando un ecosistema natural es intervenido y/o manipulado por el hombre para obtener determinados productos, la mayoría destinados a la alimentación. El conocimiento y la comprensión de un ecosistema, natural o modificado, es fundamental para reconocer la estructura y funcionalidad que va adoptando en virtud de las entradas, salidas e interacciones que se van dando entre sus componentes (bióticos y abióticos) en el tiempo y en el espacio.

Esta mirada ecológica sobre los sistemas agropecuarios favorece el reconocimiento del valor de la biodiversidad y del suelo como atributos fundamentales de los agroecosistemas, los que deben ser permanentemente monitoreados a través de indicadores de sostenibilidad. Sobre todo, si se considera que las prácticas agropecuarias tienden a perturbar los distintos niveles de organización provocando el surgimiento de nuevas propiedades emergentes que podrían afectar la estabilidad del sistema.

En este sentido, Gliessman (2002) analiza la importancia de los procesos ecológicos en los sistemas agropecuarios señalando que el concepto agroecosistema implica ir mas allá de la atención a los rendimientos productivos y la rentabilidad, al considerar las múltiples y diversas interacciones biológicas, físicas, químicas, ecológicas, socioculturales, económicas y políticas que permiten una producción sostenible. El autor resalta la importancia de comprender que entre un ecosistema natural y un agroecosistema hay diferencias y semejanzas, que deben ser estudiadas a los fines de reconocer las capacidades de resistencia a perturbaciones, estabilidad, productividad y balance, que garantizan un equilibrio dinámico y sostenible.

¿Qué se entiende por sustentabilidad?

El concepto de sustentabilidad surge de la aplicación del enfoque sistémico en el análisis del impacto que tienen sobre el ambiente las actividades y los productos que se generan en un agroecosistema inserto en un sistema agroalimentario dado. Es decir, no es posible una definición adecuada y suficiente ni no integramos la teoría de sistemas complejos en el proceso de conceptualización. En este sentido, es importante destacar que la sustentabilidad es un estado de equilibrio ambiental que implica:

- una producción suficiente para satisfacer las necesidades del productor y de quienes dependan directa e indirectamente del agroecosistema (autosuficiencia para la alimentación y otras necesidades básicas)
- un análisis económico viable a largo plazo que incluya las externalidades y/o costos intangibles
- una ecologización de las prácticas agropecuarias para preservar la integridad del ambiente (biodiversidad y diversidad cultural) y conservar la calidad de los recursos naturales
- la aceptación social y cultural de la comunidad o territorio, así como el acompañamiento del Estado para que las transformaciones se puedan sostener en el tiempo configurando un nuevo sistema agroalimentario seguro y soberano, a nivel local, provincial y nacional

La sustentabilidad también ha sido un concepto resignificado según los objetivos perseguidos o los intereses de los distintos grupos sociales. Este fenómeno, que podría ser visto como perjudicial para la construcción identitaria del concepto, ha resultado



beneficioso para enriquecer los debates éticos surgidos en torno a la problemática de la sostenibilidad de los sistemas agroalimentarios. Básicamente porque la agroecología, entendida como una “caja de herramientas” para alcanzar la sustentabilidad, incluye la apropiación de una ética garante del respeto por los derechos humanos, no solo con relación a la alimentación sino también con respecto a todo lo que de esta se deriva: salud, trabajo, género, etnias, y ambiente en general.

SEGUNDA PARTE

¿A qué se denomina “transición agroecológica”?

La transición agroecológica liga la agroecología con la sustentabilidad. Según Gliessman (2007) la agroecología puede ser aplicada para generar un proceso de transición de prácticas convencionales de manejo a prácticas de manejo ambientalmente más sanas, con el objetivo de alcanzar una sostenibilidad a largo plazo que no demande a los agricultores sacrificar los ingresos económicos. Gliessman, analiza la necesaria articulación entre la transición de los sistemas productivos con una transición socio-económica, señalando que

además de construir las bases ecológico-ambientales en el diseño y manejo de sistemas sostenibles de producción agrícola, también es necesaria la creación de un tejido social que contribuya a mantener esa sostenibilidad. Para esto deben cooperar entre sí tanto los agricultores como los consumidores ya que convertir un agroecosistema a un diseño más sostenible es un proceso complejo, no es simplemente la adopción de una práctica o tecnología nueva. No hay soluciones mágicas. (p. 20)

Complementariamente, Tiftonell (2019) afirma que la transición hacia una producción de alimentos sostenible a través de los principios de la agroecología requiere, no de una transición, sino de varias transiciones simultáneas, a diferentes escalas, niveles y dimensiones. El autor, analiza esta complejidad desde diversos marcos conceptuales para demostrar que

La optimización, la sustitución de insumos, el rediseño y la transformación describen grados de avance en términos de transiciones agroecológicas, pero no implica que las mismas sean necesariamente secuenciales. Es decir, no es necesario pasar por la sustitución de insumos para llegar al rediseño, ni comenzar por la optimización de prácticas para estimular una transformación. Las transiciones agroecológicas pueden ser disruptivas, y en tales casos no ser transicionales, sino directamente transformacionales. (p. 244)

Vemos así que el desarrollo de procesos de transición o conversión agroecológica implica comprender la integralidad que debe comportar un sistema agroalimentario para ser rentable a la vez que capaz de producir alimentos sanos y de calidad para el bien común de una comunidad o de un territorio.

Por otra parte, dado que la evolución de la transición agroecológica deberá ser monitoreada por un conjunto de indicadores de sustentabilidad que estiman la calidad del suelo y la salud del cultivo, resultará fundamental diseñar un plan de monitoreo sistemático para *tomarle el pulso* al agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2007).

¿Qué implica iniciar una transición agroecológica?

Iniciar una transición implica planificar un proceso integral y flexible, capaz de articular sucesivas instancias de implementación gradual, susceptibles de ser modificadas ante la emergencia de situaciones no previstas. No es posible planificar una transformación sin tener en cuenta:

- La **multidimensionalidad** del proceso transicional general y de cada uno de los procesos en particular: técnico-productivo, económico, social, político, los que a su vez se configuran a partir de múltiples y diversos componentes que van atravesando e influyendo sobre la evolución del sistema
- La coexistencia de **distintos niveles** de transición según las particularidades que va asumiendo el proceso a partir de la adopción de nuevas y diferentes prácticas no convencionales: máxima eficiencia de prácticas convencionales; combinación de variados servicios ecosistémicos; reemplazo de insumos externos por preparados biológicos; adopción de maquinaria específica y uso de fuentes de energía renovables; diseño agroecológico temporal y espacial altamente diversificado; agregado de valor y comercialización de proximidad; articulación con políticas públicas solidarias; entre otras
- La complejidad asociada a las **diferentes escalas** ya que la consolidación de los sistemas de base agroecológica demanda transformaciones territoriales; es decir, no resulta viable en términos sociales y económicos consolidar y sostener un proceso de transición únicamente a escala predial

Al mismo tiempo, dimensiones, niveles y escalas, se interrelacionan entre sí dando lugar a infinitas y variadas situaciones que pueden cambiar en el tiempo, avanzando o retrocediendo. Esta variabilidad, altamente compleja y dinámica, tiene implicancias que en el largo plazo resultan ventajosas para el logro de un desarrollo sostenible.

¿Cuáles son las ventajas de la transición agroecológica?

La elevada complejidad de los agroecosistemas, ecológica y social, conlleva riesgo e incertidumbre; no obstante, una vez lograda la estabilidad alcanzan un estado de resiliencia elevado y sostenido en el tiempo. Esta cualidad, producto fundamentalmente de la biodiversidad y diversidad cultural, resultará ventajosa para afrontar situaciones de crisis y/o estrés, ya sean de origen natural como las adversidades climáticas o social como las crisis económicas.

En tal sentido, es importante reconocer que para lograr la estabilidad de los agroecosistemas se requiere de un tiempo prolongado, durante el cual la rentabilidad podría ser considerablemente fluctuante. Por ello, las transiciones deben darse en el marco de un contexto político favorable para la comunidad rural con relación a los objetivos propuestos para los establecimientos y las comunidades vinculadas a los mismos. No solo para facilitar el acceso a insumos y a maquinarias específicas sino también para garantizar la inserción de la producción en el sistema agroalimentario territorial y la permanencia del modelo agroecológico cuando la rentabilidad no resulte suficiente para cubrir los costos de vida de los actores involucrados.

Otra cuestión es la oportunidad que ofrece la transición para equilibrar las relaciones de poder y disminuir la dependencia entre los sistemas productivos, especialmente el agroalimentario, y los



sectores económicos y financieros asociados a las empresas proveedoras de insumos y desarrollos tecnológicos. Además del indiscutible beneficio económico, se destacan otras ventajas sobre: la salud de las familias y comunidades al disminuir y/ o eliminar la exposición a los agroquímicos; los recursos naturales al generar prácticas de manejo alternativas a las convencionales; la estructura social del trabajo al integrar numerosos y diversificados procesos generadores de empleo, y al ampliar el aprovechamiento de los recursos naturales y sociales locales.

¿Qué se necesita para encarar una transición agroecológica?

Lo primero que se requiere para iniciar una transición hacia un sistema agroecológico, capaz de insertarse en un sistema agroalimentario de base agroecológica, es conocer y comprender la complejidad inherente al proceso de cambio, sobre lo cual ya algo hemos expuesto.

Una estrategia didáctica útil para lograr este objetivo, es comparar un agroecosistema con un "organismo vivo", caracterizado por una conformación estructural y un funcionamiento que varía permanentemente en el espacio y el tiempo; donde es posible reconocer múltiples y dinámicas interrelaciones que originan estados que oscilan entre el caos y la estabilidad, controlados a través de mecanismos biológicos autorreguladores.

Algunos referentes de la agroecología, y desde hace varios años, vienen haciendo uso de esta metáfora (agroecosistema como organismo vivo) para enfatizar la importancia de reconocer la complejidad sistémica de un agroecosistema. Así, por ejemplo, la afectación de un cultivo por una plaga debería ser interpretada como un *síntoma* de un agroecosistema *enfermo*, por lo cual, el *remedio* debería ser la atención integral del mismo para reestablecer su equilibrio sistémico, en vez de un insumo externo, sintético, no renovable que provocaría un mayor desequilibrio, además de incorporar un componente tóxico al ambiente en el cual se desarrolla el sistema agroalimentario que sustenta, social y económicamente, al territorio.

Por otra parte, resulta indispensable examinar la importancia de lograr un balance energético adecuado, aprovechando los ciclos naturales proveedores de energía, propios de un organismo que tiende al ahorro y a la autosuficiencia energética. Esto es crucial para entender los límites de la intervención del hombre en los procesos de co-evolución con la naturaleza, ya que objetivos de máxima producción en el menor tiempo posible, demandan de un suministro externo de energía que, indiscutiblemente, afecta la sustentabilidad del sistema agroalimentario si no se logra la incorporación de fuentes de energía renovables.

La perspectiva agroecológica destaca la importancia de trabajar preventivamente para lograr un agroecosistema saludable y resiliente, capaz de adaptarse ante las intervenciones del productor y de hacer frente a las inclemencias climáticas; dotado de un equilibrio seminatural a partir de las múltiples y complejas interacciones que emergen/inmergen modificando los componentes naturales y los introducidos por el hombre, dando origen a nuevos estados, más o menos estables y saludables.

Con respecto a la tolerancia y adaptación de los agroecosistemas, se destaca la necesidad de reconocer las sensibilidades de los

componentes que conllevan a cambios permanentes en las fluctuaciones de los parámetros biológicos, identificables a través de indicadores que pueden ser evaluados en el tiempo. Estos indicadores, más o menos simples, deben ser construidos para que sean capaces de reflejar las complejas dinámicas no lineales que surgen de la interacción con el ambiente que el hombre ha transformado para producir alimentos y/o otros productos derivados (combustibles, fibra, cuero, otros). En particular, se reconoce la necesidad de prestar atención a los procesos de defensa naturales que utilizan los componentes para equilibrar el sistema y el rol que cumple la salud de los mismos para generar y sostener dichos procesos.

En tal sentido, surge nuevamente con fuerza la premisa de trabajar para la prevención de la salud del agroecosistema, entendida como una estrategia holística orientada a maximizar la potencialidad ecológica del sistema con la menor intervención humana posible, para lograr un estado natural de inmunidad capaz de evitar umbrales de daño productivo.

¿Qué propuestas concretas hace la agroecología?

En primer lugar, es fundamental reconocer que la agroecología no puede ofrecer un manual de prácticas universales, ya que la complejidad inherente a los agroecosistemas impone un desarrollo de capacidades de orden superior para conocer en profundidad los componentes y las interrelaciones que el sistema comporta, estructural y funcionalmente. Solo habiendo arribado a este conocimiento profundo e integral sobre el agroecosistema en particular, se podría avanzar hacia el diseño e implementación de prácticas basadas en los principios y procedimientos de la agroecología.

En segundo lugar, es importante examinar e identificar las oportunidades reales y efectivas que ofrece el territorio para llevar adelante las prácticas que se consideren más apropiadas. Sobre todo, si consideramos que, en gran parte del país, el contexto político y económico está mayormente inclinado a beneficiar la producción industrial. Esto no debe ser subestimado al momento de evaluar la adquisición de insumos y/o maquinarias especiales, o de decidir cómo reemplazar insumos por procesos. En una matriz agronómica con alto predominio del modelo productivo industrial (basado en commodities), como es el caso de gran parte de la región pampeana, los estados transicionales podrían no poder avanzar debido a la existencia de factores determinantes, ajenos a la voluntad de los sujetos de la ruralidad, que impiden la evolución hacia estados superadores. En el mismo contexto, podría ocurrir lo contrario, como es el caso particular de los periurbanos donde la restricción en la aplicación de fitosanitarios forzó la búsqueda de prácticas alternativas.

A continuación, se presentan algunos de los principales principios y procedimientos que deberían integrar los procesos de transición agroecológica (Figura 2). En general, todos deben abonar al logro de la mayor diversidad posible, natural y social, ya que es a través de la cultura que el hombre interviene en la naturaleza para transformarla.

En distintos contextos políticos, sociales y económicos, pertenecientes a diferentes ecorregiones, seguramente es posible implementar otras prácticas agroecológicas y alcanzar estados de transición más o menos estables, susceptibles de avanzar hacia un rediseño del sistema agroalimentario. En tal sentido, en la Tercera



Figura 2: Principales principios y procedimientos que deberían integrar los procesos de transición agroecológica. Elaboración propia basada en la bibliografía general sobre agroecología.

DIVERSIDAD NATURAL	DIVERSIDAD SOCIAL
Diversificar el sistema integrado la producción vegetal con la producción animal e incluir paisajes naturales	Generar e institucionalizar comunidades de aprendizaje, autónomas y solidarias, para la producción de conocimiento agroecológico local
Maximizar en tiempo y espacio la diversidad de las especies cultivadas eligiendo, seleccionando las de mayor capacidad de adaptación local	Planificar estratégicas colectivas a largo plazo para disminuir riesgos productivos e impactos económicos negativos
Aumentar la producción total de biomasa y su reutilización dentro del sistema para lograr un suelo sano	Evitar o disminuir el uso de combustibles fósiles creando fuentes de energías renovables, económicas y no contaminantes
Capturar la mayor cantidad de recursos naturales posibles (agua, nutrientes, radiación) y optimizar su reciclaje en forma estratégica	Eliminar o evitar la dependencia de insumos externos, sintéticos, contaminantes para el ambiente y tóxicos para la salud humana

etapa, se expondrán y analizarán las prácticas concretas desarrolladas en la órbita del SIPA que, como verán, se encuadran en los distintos principios y procedimientos presentados en la Figura 2.

¿Cuáles son las metodologías de trabajo adecuadas para iniciar y sostener un proceso de transición agroecológica?

Diversas propuestas metodológicas ofrecen la oportunidad de diagnosticar la sustentabilidad de un sistema agropecuario, y luego, implementar un monitoreo permanente a través de la construcción de indicadores capaces de capturar la compleja dinámica que caracteriza a los procesos de conversión agroecológica. Algunos ejemplos son el Marco MESMIS, la perspectiva TEEB Naciones Unidas Ambiente, entre otras propuestas que surgen de los grupos de trabajo más especializados.

En cualquiera de los casos, lo que se debe garantizar cuando se selecciona o construye una metodología de trabajo para transición agroecológica es:

- acuerdo teórico sobre el significado otorgado a “sustentabilidad”
- clara definición de los objetivos y destinatarios de las propuestas
- visión sistémica durante todos los procesos involucrados: diagnósticos, toma de decisiones, planificaciones, manejo de imprevistos, introducción de cambios no considerados inicialmente, etc.
- conformación de un equipo de trabajo interdisciplinario portador de una formación agroecológica integral
- trabajo transdisciplinario con los productores locales y otros actores vinculados, directa e indirectamente, a la comunidad o territorio
- políticas públicas integrales que garanticen: un marco de contención, social y económico, en toda la cadena agroalimentaria y un acompañamiento sostenido en el tiempo, a través de entidades e instituciones gubernamentales

En la Tercera Parte se presentarán algunas de las estrategias utilizadas en el SIPA para obtener datos válidos y confiables, útiles para evaluar la evolución del sistema y orientar la toma de decisiones.

TERCERA PARTE

El SIPA se concibe como un espacio académico y de investigación en el ámbito de la FCA-UNR y surge como parte de una demanda “insatisfecha” que pregona la necesidad de información y formación en el área de la agroecología. Es así que desde principios del 2017 se puso en funcionamiento el espacio destinado obtener información con bases científicas de dos áreas fundamentales: la agricultura extensiva y la producción silvo-pastoril. Cada área ha ido funcionando de manera independiente una de otra, pero con objetivos comunes que son lograr atravesar un periodo de transición que permita lograr un sistema sustentable.

En el SIPA, la transición agroecológica prevé un escenario flexible de utilización de insumos externos con el propósito final es obtener un sistema de producción agrícola prescindiendo del uso de insumos de síntesis química (fitosanitarios y fertilizantes). Para ello se sigue un planteo técnico con las siguientes características:

- Rotación diversificada sobre la base de soja (Sj), maíz (Mz) y trigo (Tr), con la inclusión de cultivos de servicios (CS) monofíticos (triticale, Tt, previo a Sj y vicia, Vi, previo a Mz), en el período invernal [(Tt)Sj/(Vi)Mz/Tr-Sj2da]. La experiencia está dividida en tres parcelas para tener la rotación en tres escenarios posibles cada año. A la mencionada rotación se suma una parcela de dimensiones similares con una rotación Sj/Sj y entre las cuales se lleva a cabo un barbecho químico. Este sistema de producción de granos típico de la zona núcleo Pampeana representa un escenario con máximo uso de fitosanitarios y fertilizantes y en teoría de máximo impacto ambiental y menos sustentable.
- Ajuste de densidad de los cultivos estivales, el cultivo invernal y los CS.



- Selección de variedades e híbridos.
- Ajuste de la fecha y método de terminación de los CS para maximizar la cantidad de fitomasa producido por los mismos, prolongar el período de control de malezas, maximizar el retorno/ciclado de nutrientes y mantener el suelo cubierto durante la mayor parte del año.
- Monitoreo frecuente de malezas, insectos y enfermedades para optimizar la toma de decisiones en cuanto al manejo de estas adversidades de los cultivos.
- Labranzas estratégicas con énfasis en la protección de la superficie del suelo y el control de malezas.
- Aplicación de fitosanitarios de manera estratégica y uso derivado del proceso de toma de decisiones como consecuencia de los monitoreos periódicos de adversidades.
- Cuando necesario el uso de fitosanitarios, ajuste de dosis, producto y frecuencia de uso. Dentro del Plan Técnico de Manejo del Campo Experimental algunos herbicidas tales como paraquat, acetoclor y atrazina han sido estrictamente eliminados de la lista de posibles herbicidas a utilizar. Asimismo, 2,4-D es de uso restringido, mientras que se prioriza el uso de herbicidas de banda verde (menor toxicidad) por sobre herbicidas de otro grado toxicológico.
- Fertilización estratégica en función de muestreos de suelo.
- Fertilización natural por FBN con la inclusión de CS a base de leguminosas (Vi).
- Instalación de borde de biodiversidad + vegetación espontánea que favorezca a las poblaciones de enemigos naturales.

Es conveniente resaltar que el SIPA es más que el espacio físico donde se desarrollan las acciones antes mencionadas. Existen otras actividades en el contexto institucional, que se consideran vinculadas al mismo por compartir principios similares de preservación ambiental y de búsqueda de articulación con la producción agroecológica. Dentro de estas actividades se cuentan la obtención de compost de cama profunda de cerdos y de vermicompost, del tratamiento de efluentes porcinos mediante biodigestores, del diseño de maquinarias específicas para el control mecánico de malezas y de preparación de biopreparados. Asimismo, en este marco se prevé la cría de gallinas y la producción de corderos en jaulas móviles.

Las diferentes estrategias utilizadas en el SIPA están basadas en lograr aumentar la diversificación que en sí misma lleve a la máxima captura de los recursos luz, agua y nutrientes. En todos los casos la toma de decisiones se ve optimizada por las experiencias propias de los integrantes del equipo de trabajo. Los resultados comunes obtenidos desde el inicio del SIPA tienen su aporte en la toma de decisiones. Esto ha contribuido a enriquecer el ámbito de discusión permanente que mantiene el equipo y, como se mencionara anteriormente, a hacer del SIPA un ámbito de decisiones flexibles en pos de buscar la sustentabilidad del sistema.

Bibliografía

- Altieri, M.A. (2001) Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. En: *Agroecología: El Camino hacia una Agricultura Sustentable*. Ediciones Científicas Americanas. 27-34 Disponible en: <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/cap2-Altieri.pdf>
- Altieri, M.A.; Nicholls, C.I. (2007) Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Revista Ecosistemas* 16 (1) Disponible en: <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/133>
- Altieri, M.A.; Nicholls, C.I.; Montalba, R. (2017) Enfoques tecnológicos para la agricultura sostenible en una encrucijada: una perspectiva agroecológica. *Revista Sustentabilidad* 9 (3) 349.
- Barchuk, A.; Suez, L.; Locati, L.; Guzman, M.L.; Silbert, V. (2018) *Manual para la transición agroecológica: guía para agricultoras y agricultores agroecológicos*. Editorial Brujas.
- Dominguez, D.I. (2019) Cartografía de la agroecología y las disputas territoriales en argentina. *Revista NERA* 49 (22) 297-313. Disponible en <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/5886>
- Gliessman, S. R. (2002) *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Edición al español por Eli Rodríguez, Tamara Benjamin, Laura Rodríguez y Alexandra Cortes. LITOCAT, Turrialba, Costa Rica.
- Gliessman, S.R.; Rosado-May, F.J.; Guadarrama-Zugasti, C.; Jedlicka, J.; Cohn, A.; Mendez, V.E.; Cohen, R.; Trujillo, L.; Bacon, C.; Jaffe, R. (2007) *Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad*. *Ecosistemas* 16 (1) 13-23. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=459>
- Marasas, M.; Blandi, M.L.; Dubrovsky Berensztein, N.; Fernández, V. (2014) *Transición agroecológica: de sistemas convencionales de producción a sistemas de producción de base ecológica. Características, criterios y estrategias*. En S. Sarandón y C. Flores (Ed.), *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (411-436). Editorial de la Universidad de La Plata. Buenos Aires, Argentina
- Nicholls, C. I.; Altieri, M. A.; Vázquez, L. L. (2017). *Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas*. *Revista Agroecología*, 10 (1), 61-72. Disponible en <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741>
- Sarandón, S. y Flores, C. (2014) *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables* (pp.13-41). La Plata. Argentina. Edulp.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2020) *Agroecología (América Latina, 1989-2020)*. En: *Diccionario del Agro Iberoamericano* Alejandra Salomón y José Muzlera (editores). Libro digital: TeseoPress Design. Disponible en www.teseopress.com
- Sarandón, S. y Marasas, M. (2015). *Breve historia de la agroecología en la Argentina: orígenes, evolución y perspectivas futuras*. *Revista Agroecología*. 10, (2), 93-102
- Sevilla Guzmán, E. (2006) *Agroecología y agricultura ecológica: hacia una "re"construcción de la soberanía alimentaria*. *Revista Agroecología*. 1, 7-18
- Sevilla Guzmán, E.; Rist, E. (2018) *Metodologías agroecológicas: una propuesta sociológica de sistematización desde una perspectiva transdisciplinaria e intercultural*. En *Multifuncionalidad, sustentabilidad y buen vivir. Miradas desde Bolivia y México*. Editores: Peter R. W. Gerritsen, Stephan Rist, Jaime Morales Hernández y Nelson Tapia Ponce. (75-130) Universidad de Guadalajara, México
- Tittonell, P. (2019). *Transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos*. En *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1): 231-246. Disponible en <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCA/article/view/2448>



APORTES PARA EL MANEJO DE SUELOS EN SISTEMAS EXTENSIVOS EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

Sergio Montico, Joel Spinozzi, José Berardi

El objetivo del presente capítulo es compartir con productores, técnicos y profesionales los resultados obtenidos en el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. Para ello, se presenta inicialmente un marco teórico sobre los fundamentos generales de la agroecología y la aplicación de algunas de sus herramientas para el manejo de suelos en sistemas extensivos transicionales (I) y, a continuación, se expone el desarrollo de tres investigaciones científicas-tecnológicas basadas en algunos de tales principios (II).

I- BASES PARA EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE SUELOS

Fundamentos de la Agroecología

La agricultura argentina transita desde hace décadas un camino signado por una fuerte homogenización tecnológica, esta aseveración puede parecer un contrasentido frente a las continuas innovaciones que se vienen incorporando al sector productivo. Es que esto no representa una ampliación estricta de las bases referenciales y conceptuales, menos aún de las ideológicas, que debieran conducir a un desarrollo agropecuario sustentable. Tal parece que la tendencia del actual modelo de uso de la tierra está lejos de discutirse y se alinea progresivamente con la búsqueda de la mayor rentabilidad posible de los grupos concentrados, los actores más capitalizados y las reglas del mercado.

La agronomía debe obligarse a plantear los disensos, señalar las controversias, marcar los conflictos y proponer alternativas a estas formas de apropiación y uso del territorio, y con ello, mejorar las oportunidades de la sociedad y el ambiente. Los problemas y las consecuencias que resultan de la implementación de la agricultura convencional-modernizante-comercial, representan nuevos retos en el ámbito del desarrollo rural contemporáneo, y ello no se puede desligar del valor de los recursos naturales y de las condiciones que presenta la diversidad eco-geográfica.

El rol del profesional de la agronomía, como gestor de agroecosistemas, resulta esencial en el desafío de compatibilizar niveles adecuados de producción para un amplio número de productores/decisores con la conservación de los recursos y la calidad del medio ambiente. En Argentina, la carrera Ingeniería Agronómica tiene en cuenta dos aspectos fundamentales reservados al título: la conservación de los recursos naturales y la calidad de los alimentos. El interrogante es si están preparados los profesionales de la Agronomía para este desafío y cuál es el rol de las universidades.

La educación agrícola ha puesto el énfasis en lo técnico productivo, capacitando a los profesionales para desempeñarse más o menos correctamente dentro de un modelo productivista, con objetivos a corto plazo, que, en general, desconoce los costos ambientales y está basado en una alta dependencia de insumos. Esto, ha traído como consecuencia la formación de técnicos con serias dificultades para abordar la complejidad ambiental.

El actual desafío del profesional es afrontar el diseño y gestión de sistemas que sean, no sólo económicamente rentables, sino también ecológicamente adecuados y socioculturalmente aceptables.

En este contexto, resulta también un desafío focalizar la formación en este tipo de manejo de uno de los más importantes recursos naturales, el suelo. Profundizar los saberes, ampliar los conocimientos y avanzar sobre la capacitación en las prácticas y tecnologías de uso de suelos en estos entornos productivos, es propio de aquello que sume a la consolidación de una manera diferente de obtener alimentos, preservar la naturaleza y dignificar el trabajo del hombre.

Agroecología: conceptos y principales características

La agroecología se define como el manejo ecológico del ecosistema, presentando alternativas a la actual crisis de modernidad, con propuestas de desarrollo participativo desde los ámbitos de la producción y la circulación alternativa de sus productos, pretendiendo establecer formas de producción y consumo que contribuyan a encarar la crisis ecológica y social.

La base epistemológica de la agroecología la constituye el concepto de coevolución entre los sistemas sociales y ecológicos. Desde esta perspectiva, la producción agraria, ante todo, es el resultado de las presiones socioeconómicas que realiza la sociedad sobre los agroecosistemas en el tiempo.

La agroecología como enfoque ecológico del proceso agrícola, abarca los aspectos de la obtención de alimentos y toma en cuenta los componentes culturales, sociales y económicos, que se relacionan e influyen en la producción. Permite ver la relación holística, sistémica y entrópica, que define, clasifica y estudia los sistemas agrícolas desde una perspectiva étnica, agroecológica, sociocultural. Su objetivo es proporcionar una base ecológica racional para el manejo del agroecosistema, a través de tecnologías de producción estables y de alta adaptabilidad ambiental y social, con técnicas naturales. Se define entonces, como aquel enfoque teórico y metodológico que, utilizando varias disciplinas científicas, pretende estudiar la actividad agraria desde una perspectiva ecológica.

El surgimiento de la agroecología a fines de los años setenta del spp, fue una respuesta a las primeras manifestaciones de la crisis



ecológica en el agro. Durante mucho tiempo, el carácter positivista, parcelario y excluyente del conocimiento científico moderno, marginó otras formas de pensar la producción primaria.

Su crecimiento desafía los paradigmas de la ciencia convencional, principalmente, en tres dimensiones:

- El reconocimiento de otras formas de saberes ecológicos no convencionales
- El planteo de la ventaja ecológica del productor tradicional, sobre los modernos
- La confluencia heterodoxa entre hecho y valor

La agroecología, como ciencia que permite comprender el funcionamiento del agroecosistema, por sus principios y causas se distingue por oponerse al atomismo, mecanicismo, universalismo, objetivismo, monismo, premisas de la ciencia moderna, mediante una visión holística, determinística y evolutiva, contextualizada, subjetivista y pluralista.

El principio agroecológico es la diversidad ecológica, la rotación e intercalado de cultivos y el reciclaje de nutrientes con la integración de animales. El desarrollo de la agroecología es un principio ambiental simple, que regenera los recursos agrícolas y rescata el conocimiento local sobre el ambiente.

No se trata de rechazar lo externo (capital, tecnología), sino, que la base es lo endógeno, que adapta lo externo mediante su lógica agroecológica de funcionamiento.

Se postula que la agroecología ofrece las bases científicas y metodológicas para las estrategias de transición a un nuevo paradigma de desarrollo. La base cultural, social y productiva de este nuevo paradigma radica en la racionalidad etnoecológica de la agricultura, fuente fundamental de un legado importante de saber agrícola ancestral, de agrobiodiversidad y de estrategias de soberanía alimentaria.

Se sabe que los agroecosistemas son comunidades de plantas y animales que interactúan con su ambiente físico y químico (ecosistemas), y que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano. En la Figura 1 se indican las principales diferencias entre ambos.

De esta manera, la agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos ambientales y humanos. Centra su atención sobre la forma, la dinámica y función de sus interrelaciones y los procesos en el cual están envueltas.

Un área utilizada para producción agrícola, por ejemplo, un establecimiento, es visto como un sistema complejo en el cual los procesos ecológicos que se encuentran en forma natural pueden ocurrir, algunos de ellos: ciclaje de nutrientes, interacciones depredador-presa, competencia, simbiosis y cambios sucesionales. Una idea implícita en las investigaciones agroecológicas es que, entendiendo estas relaciones y procesos ecológicos, los agroecosistemas pueden ser manejados para mejorar la producción de forma más sustentable, con menores impactos negativos ambientales y sociales y un menor uso de insumos externos. El diseño de tales

Figura 1: Similitudes y diferencias entre ecosistemas naturales y agroecosistemas (Sarandón, 2002)

Atributos	Ecosistema Natural	Agroecosistemas
Objetivo	Ninguno	Utilitario
Responsable	Nadie	Agricultor
Fuente de energía	Solar (mareas)	Solar + Artificial (combustibles fósiles)
Diversidad genética	Alta	Baja
Diversidad específica	Alta	Baja
Fuerza de selección	Natural (evolución)	Hombre (económica)
Asignación de recursos	Equitativa (estr. Competitivas)	Económica (granos, tubérculos)
Productividad	Baja (nula)	Alta
Biomasa	Alta	Media
Productividad/biomasa	Baja	Alta
Ciclo de nutrientes	Cerrado (prácticamente)	Abierto
Ocupación de nichos	Alta	Baja
Aprovechamiento de recursos	Alta	Baja
Continuidad espacio temporal	Alta	Baja
Sincronización entre plantas y microorganismos	Alta	Baja
Lixiviación de nutrientes	Baja	Alta
Erosión	Baja	Alta
Estabilidad	Alta	Baja
Resiliencia	Alta	Baja



sistemas está basado en la aplicación de los siguientes principios ecológicos:

- Aumentar el reciclado de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes
- Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo
- Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura
- Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio
- Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos claves

Estos principios pueden ser aplicados a través de varias técnicas y estrategias. Cada una de ellas tiene diferente efecto sobre la productividad, estabilidad y resiliencia dentro del establecimiento, dependiendo de las oportunidades locales, la disponibilidad de recursos y, en muchos casos, del mercado. El propósito del diseño agroecológico es integrar los componentes de manera tal de aumentar la eficiencia biológica general, y mantener la capacidad productiva y autosuficiente del agroecosistema con el objetivo de:

- Fortalecer la inmunidad sistémica (funcionamiento apropiado del sistema natural de control de plagas)
- Disminuir la toxicidad a través de la eliminación de fitosanitarios
- Optimizar la función metabólica (descomposición de la materia orgánica y ciclaje de nutrientes)
- Balance de los sistemas regulatorios (ciclos de nutrientes, balance de agua, flujo y energía, regulación de poblaciones, etc.)
- Aumentar la conservación y regeneración de los recursos de suelo y agua y la biodiversidad
- Aumentar y sostener la productividad en el largo plazo

El propósito es diseñar una trama de agroecosistemas dentro de una unidad de paisaje, miméticos con la estructura y en función de los ecosistemas naturales.

Desde una perspectiva de manejo, el objetivo de la agroecología es proveer ambientes balanceados, rendimientos sustentables, una fertilidad del suelo biológicamente obtenida, una regulación natural de las plagas a través del diseño de agroecosistemas diversificados, y el uso de tecnologías de bajos insumos.

Actualmente se reconoce que los policultivos, la agroforestería y otros métodos de diversificación imitan los procesos ecológicos naturales y que la sustentabilidad de los agroecosistemas complejos se basa en los modelos ecológicos que ellos siguen. Mediante el diseño de sistemas de cultivo que imiten la naturaleza puede hacerse un uso óptimo de la luz solar, de los nutrientes del suelo y de las precipitaciones.

En cuanto al manejo agroecológico, este se propone optimizar el reciclado de nutrientes y de materia orgánica, cerrar los flujos de

energía, conservar el agua y el suelo y balancear las poblaciones de plagas y enemigos naturales. La estrategia explota las complementariedades y sinergismos que resultan de varias combinaciones de cultivos, árboles y animales, en arreglos espaciales y temporales diversos.

En esencia, el manejo óptimo de los agroecosistemas depende del nivel de interacciones entre los varios componentes bióticos y abióticos. Mediante el ensamble de una biodiversidad funcional es posible iniciar sinergismos que subsidien los procesos del agroecosistema a través de la provisión de servicios ecológicos tales como la activación de la biología del suelo, el reciclado de nutrientes, el aumento de los artrópodos benéficos y los antagonistas, y otros más.

Actualmente, hay una gama diversa de prácticas y tecnologías disponibles, las cuales varían tanto en efectividad como en valor estratégico. Las prácticas clave son aquellas de naturaleza preventiva, de multipropósito y que actúan reforzando la inmunidad del agroecosistema a través de una serie de mecanismos intrasistémicos.

Prácticas de manejo

Existen varias estrategias para restaurar la diversidad agrícola en el tiempo y el espacio incluyendo rotaciones de cultivos, cultivos de cobertura, policultivos, mezclas de cultivo y ganadería, y otras estrategias similares, las que exhiben las siguientes características ecológicas:

- *Rotaciones de cultivo.* Diversidad temporal incorporada proveyendo nutrientes para el cultivo e interrumpiendo el ciclo de vida de varios insectos plaga, de enfermedades y el ciclo de vida de las malezas.
- *Policultivos o Asociaciones.* Sistemas de cultivo complejos en los cuales dos o más especies son implantadas con una suficiente proximidad espacial que resulta en una competencia o complementación, aumentando, en general, los rendimientos.
- *Sistemas agroforestales.* Un sistema agrícola donde los árboles proveen funciones protectoras y productivas cuando crecen junto con cultivos anuales y/o animales (silvo-pastoriles), lo que resulta en un aumento de las relaciones complementarias entre los componentes, incrementando el uso múltiple del agroecosistema.
- *Cultivos de cobertura.* El uso, en forma pura o en mezcla, de plantas leguminosas u otras especies anuales, con el fin de mejorar la fertilidad del suelo, aumentar el control biológico de plagas y modificar el microclima del sistema de producción.
- *Integración animal en el agroecosistema.* Ayudando a alcanzar una alta producción de biomasa y un reciclaje óptimo de materia e información.

Todas las formas diversificadas de agroecosistemas detalladas anteriormente comparten las siguientes características:

- Mantienen la cubierta vegetativa como una medida efectiva de conservar al agua y el suelo, a través del uso de prácticas como cultivos con uso de "mulch" y el uso de cultivos de cobertura, y otros métodos apropiados.
- Proveen un suministro regular de materia orgánica a través de la adición de materia orgánica (estiércol, "compost" y promoción de la actividad y biología del suelo).
- Aumentan los mecanismos de reciclaje de nutrientes a



través del uso de sistemas de rotaciones basados en leguminosas, integración de ganado, etc.

- Promueven la regulación de las plagas a través de un aumento de la actividad biológica de los agentes de control logrado por la introducción y/o la conservación de los enemigos naturales y antagonistas.

La investigación sobre la diversificación de sistemas de cultivos pone de relieve la gran importancia de la diversidad en un entorno agrícola. La diversidad es de valor en los agroecosistemas por varias razones:

- A medida que aumenta la diversidad, también lo hacen las oportunidades para la coexistencia e interacción benéfica entre las especies, que pueden mejorar la sustentabilidad del agroecosistema.
- Una mayor diversidad siempre permite un mejor uso de los recursos en el agroecosistema.
- Existe una mejor adaptación a la heterogeneidad del hábitat, llevando a una complementariedad en las necesidades de las especies de cultivo, la diversificación de nichos, el solapamiento de los nichos de las especies y la partición de los recursos.
- Los ecosistemas en los cuales las especies de plantas están entremezcladas, poseen una resistencia asociada a herbívoros, ya que en los sistemas diversos existe una mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales de las plagas, manteniendo bajo control las poblaciones de especies individuales de herbívoros.
- Un ensamblaje de cultivos diversos puede crear una diversidad de microclimas dentro de los sistemas de cultivo que pueden ser ocupados por un rango de organismos silvestres -incluyendo predadores benéficos, parasitoides, polinizadores, fauna del suelo y antagonistas- que resultan importantes para la totalidad del sistema.
- La diversidad en el paisaje agrícola puede contribuir a la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas naturales circundantes.
- La diversidad en el suelo determina una variedad de servicios ecológicos tales como el reciclado de nutrientes y la detoxificación de sustancias químicas perjudiciales, y la regulación del crecimiento de las plantas.

El suelo vivo es un sistema que aprende

El flujo continuo de materia y energía, de actividades metabólicas y desarrollo que lleva a que el suelo presente una estructura y organización características, están ligados a aprendizaje y almacenamiento de la información, que permiten que los procesos se repitan, se vuelvan cíclicos y haya respuestas ante cambios en el entorno. La cognición se expresa con fuerza en los organismos, quienes en ese proceso de aprendizaje manifiestan cambios ante las perturbaciones, originan "camino de creatividad evolutiva" que se graban en el genoma: mutaciones, diferentes formas de recombinación genética y simbiosis, que permiten que la vida se autorregule y autorreproduzca.

El enfoque sistémico permite la comprensión y dimensionamiento del suelo como sistema que alberga vida, un todo, y con características que son propiedades que emergen de las redes de interacción de las partes, no explicables por ninguna de ellas.

El concepto de sostenibilidad del suelo aúna distintas propiedades sobresalientes: la fertilidad, calidad y salud expresadas en productividad y viabilidad económica, mediante un uso eficiente de la materia y energía generadas al interior de los propios agroecosistemas, renovándose a sí mismos, sin comprometer su resiliencia; la dimensión social, en términos de bienestar y calidad de vida de las comunidades establecidas y, la dimensión ambiental, al considerar que sus impactos no causen daños al ecosistema global.

Como ya se mencionó, el objetivo final de las técnicas de manejo agroecológico, es llegar a diseñar agroecosistemas que posean una alta resistencia a plagas y enfermedades, una alta capacidad de reciclaje y de retención de nutrientes, así como altos niveles de biodiversidad. Un sistema más diversificado, con un suelo con buenos tenores de materia orgánica y biológicamente activo, se considera un sistema no degradado, robusto y productivo. Es decir, un agroecosistema rico en biodiversidad, la cual, a partir de una serie de sinergismos, subsidia la fertilidad edáfica, la fitoprotección y la productividad del sistema, se dice ser sustentable o saludable.

Esta conversión se logra enfatizando dos pilares agroecológicos claves: la mejora de la calidad del suelo y la diversificación del agroecosistema, ya que la integridad del agroecosistema depende de las sinergias entre la diversidad de plantas y el funcionamiento continuo de la comunidad microbiana del suelo.

Para mejorar la calidad del suelo a través del manejo, existen diversas prácticas tecnológicas, dentro de las cuales la utilización de los cultivos de cobertura (CC) o cultivos de servicios (CS) representa en la agroecología en transición y extensiva una herramienta fundamental para el logro de objetivos múltiples.

Los CC son cultivos sembrados entre dos cultivos de cosecha, que no se incorporan (abonos verdes), pastorean (verdeos) o cosechan, sino que su crecimiento se suprime mecánica o químicamente en un momento estratégico de acuerdo a los propósitos que se persigan.

Son frecuentemente utilizados por sus importantes servicios ecosistémicos, de los cuales aquí se privilegian los relacionados con las propiedades edáficas. A continuación se mencionan algunas de ellos.

Fertilidad química

En el marco de la fertilidad química es oportuno mencionar los servicios que brinda la fitomasa. Esta tiene un rol muy importante, ya que su aporte al suelo está relacionado directamente con el aporte de carbono orgánico de la materia seca y con su posterior transformación en materia orgánica estable. Este aporte de fitomasa dependerá fundamentalmente de la cantidad y calidad del rastrojo aportado por el CC. Pero también puede variar con la especie a utilizar (leguminosa, gramínea, brassicácea o mezclas polifíticas), la variedad (variabilidad intra-especie), el ambiente donde se lo siembre (tipo de suelo, temperatura, radiación, fotoperíodo, régimen hídrico), la fertilidad química del suelo, la aplicación de fertilizantes, la fecha de siembra y la fecha de secado, entre otros.

La fitomasa, a su vez, participa en el reciclado y movilización de nutrientes desde distintos sectores del perfil del suelo hacia la superficie. Esto sucede debido a que los CC fijan en sus tejidos, nutrientes que absorben del suelo, que de otra manera serían lixiviados con el



correr de las lluvias y perdidos del perfil del suelo por lavado. De esta manera, el tejido de los CC retiene los nutrientes por medio de sus raíces y una vez terminado su ciclo los reubican en superficie para que puedan ser nuevamente tomados por las plantas, utilizados por los microorganismos y formar parte de la materia orgánica.

Los CC pueden aumentar el balance de carbono de las rotaciones y con esto provocar que la captura de carbono sea mayor que la emisión del mismo hacia la atmósfera, con los problemas ambientales que esto ocasiona. Al utilizar los CC se está produciendo fitomasa que no va a ser cosechada ni ingerida por animales, sino que va a pasar a ser parte del suelo para que los microorganismos lo degraden y lo transformen en otros compuestos más estables a la degradación.

La elección del CC debe contemplar los servicios ecosistémicos que presta. Si el objetivo fuera aumentar el balance de carbono, deberían elegirse especies de gramíneas que son las más eficientes en la generación de fitomasa. En cambio, si el objetivo fuera el de descompactación subsuperficial del suelo, se podrían recurrir a especies de la familia *Brassicácea* que con su tipo de raíz engrosada provocaría un efecto beneficioso. Otro objetivo podría ser el aporte de nitrógeno, entonces se podrían utilizar especies de leguminosas como CC que además de aportar carbono aportan cantidades significativas de nitrógeno al suelo debido a la fijación biológica del mismo. Éste último, según las condiciones ambientales, estará disponible en mayor o menor medida para el cultivo siguiente, no necesitando en muchos casos de fertilizaciones adicionales con fuentes nitrogenadas.

Fertilidad física

En fertilidad física es oportuno retornar a la fitomasa aérea para considerar la cobertura que ésta genera. Se destaca la importancia de la cobertura, ya que actúa como la primera barrera contra la desestructuración producida por el impacto de la gota de lluvia. También se resalta el efecto de rugosidad que genera, produciendo una disminución en la velocidad de escurrimiento del agua en lugares con pendiente donde el agua puede llegar a desplazarse a velocidades erosivas. Hay lugares donde son utilizados para atenuar la erosión provocada por el viento, no siendo un caso representativo de esta zona de influencia. Cabe mencionar el efecto de la cobertura en la disminución de la compactación producida por el tránsito de maquinaria agrícola como de animales.

En menor medida es posible mencionar el efecto descompactante generado por las raíces de los CC, que ingresan al suelo fragmentando capas compactadas. Este efecto benéfico de las raíces está sujeto al grado de compactación presente y al tipo de raíz utilizada. Para casos extremos ya son requeridas ciertas labores mecánicas que actúan en profundidad, pero no debiendo escindir de la utilización de estos cultivos especiales como métodos para mantener el efecto de descompactación deseado en el tiempo.

La utilización de CC genera mejoras en la agregación del suelo debido al aporte de materia orgánica, al efecto de las raíces, de hongos, de microorganismos y de la micro, meso y macrofauna. La materia orgánica estable, como producto de la descomposición de la materia seca, posee una acción cementante entre las partículas de suelo. La presencia de raíces vivas genera exudados que favorecen la agregación de las partículas del suelo y por ende su estabilidad.

Esto también produce una mejora de la estructura del suelo, debido a que los insectos cavan galerías que son utilizadas por las raíces y a su vez distribuyen la materia orgánica por todo el perfil.

Balance hídrico

Las mejoras en agregación, estabilidad estructural, descompactación y cobertura mencionadas anteriormente, generan un aumento importante en la infiltración del agua en el perfil del suelo y consecuentemente una mejora en el almacenamiento del agua.

Es destacable el aporte que hacen los CC, a través de la fitomasa, en la atenuación de la evaporación del agua del suelo debido a que los residuos vegetales establecen una discontinuidad entre el suelo y el ambiente. Esto provoca una reducción en la pérdida de agua por evaporación que suele ser muy importante en lotes sin cobertura. Una forma de medir esto es a través del costo hídrico (CH), que se define como al resultado de la diferencia entre el agua útil en el perfil al final del CC respecto del mismo perfil sin el CC.

Actividad biológica

La presencia permanente de raíces vivas genera exudados que impactan de manera directa en la estabilización de diferentes tipos de microorganismos, insectos y otros integrantes de la biota edáfica. Estos individuos, a su vez, procesan los restos vegetales que pasan a formar compuestos más estables en la materia orgánica. Se puede decir que en suelos con mayor presencia de CC la actividad biológica es superior a situaciones donde no los haya.

Es conveniente mencionar algunas desventajas que pueden generar al utilizarlos. El consumo de agua puede ser una de ellas, ya que según el año podría disminuir el agua almacenada en el perfil, dejando menos agua que la que habría en un barbecho sin CC. Esto va a depender en mayor medida de las precipitaciones debido a que, en años húmedos o normales, prácticamente no presentan diferencias versus testigos sin CC, y principalmente, también dependerá de la especie y del manejo: fecha de siembra, densidad y momento de suspensión del crecimiento, entre las más sobresalientes.

Bibliografía

- Altieri M.A. (1997). El Agroecosistema: determinantes, recursos, procesos y sustentabilidad. En MA Altieri (Ed) Agroecología: bases teóricas para una agricultura sustentable, 87-115.
- Altieri, M. A.; C.I. Nicholls. (2007) Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. Ecosistemas 16 (1):3-12.
- Altieri, M.A. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. Ediciones Científicas Americanas. 27-34.
- De P, Marina Sánchez; Prager M. M.; Naranjo, R. E.; O. E. Sanclemente. 2012. El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. Agroecología 7: 19-34
- Flores C.C.; S.J. Sarandón (2005). Sustentabilidad ecológica vs. Rentabilidad económica: El análisis económico de la sustentabilidad. En "Curso de Agroecología y Agricultura sustentable".
- Flores, C.C.; S. J. Sarandón (2003). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El análisis económico



convencional y el costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agricultura en la Región Pampeana Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata: 105 (1): 52-67, ISSN 0041-8676,

- Gliessman, S. R. (2001). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sustentable. 2. edición. Ed Universidade/UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 653 pp.
- Gliessman, S. R. (2003). Agroecología: Procesos ecológicos en la agricultura sostenible. Capítulo: 13 pp: 181-194.
- Guzmán Casado G., M. González de Molina; E. Sevilla Guzmán. (2000). Métodos y técnicas en Agroecología. En: Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. Capítulo 5: 149-195
- Martínez Castillo, R. (2004). Fundamentos de la Agroecología. Ciencias Sociales 103-104: 93-102.
- Norgaard R.; T. Sikor. (1999). Metodología y práctica de la Agroecología. En: Miguel Altieri (ED) Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordand comunidad. Capítulo 2: 31-46.
- Sarandón S. J.; G. M. Hang. (2002). La investigación y formación de profesionales en agroecología para una agricultura sustentable: El rol de la Universidad. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 23:451-464.
- Sarandón, S.J. (2005). La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En "Curso de Agroecología y Agricultura sustentable". Material didáctico editado en CD ROM.
- Sarandón, S. J. (2006). La Agroecología: su rol en el logro de una agricultura sustentable. En "Curso de Agroecología y Agricultura sustentable". Material didáctico editado en CD ROM. Capítulo 2: 15pp (modificado)
- Sarandón, S. J. (2009) Educación y Formación en Agroecología: Una necesidad impostergable para un desarrollo Rural Sustentable. Actas en CD Rom, II Congreso Latinoamericano de Agroecología. Curitiba, Brasil. Pags: 5306-5320.
- Sarandón, S. J.; J. Labrador Moreno (2002). El uso de policultivos en una agricultura sustentable. En "AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable", SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 10: 189-222.
- Sarandón S.J. (2008). La agroecología en la formación de profesionales de la agronomía: una necesidad para una agricultura sustentable. VIII Congreso SEAE, Bullas, Murcia. España.
- Vandermeer, J. (1985). The ecology of intercropping. Cambridge University Press. Cambridge, New York, 237 pp.

II- INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS-TECNOLÓGICAS

En este apartado se presenta el desarrollo de tres experimentos y test de campo, que estuvieron enfocados en evaluar las ventajas que ofrecen los cultivos de cobertura en la región pampeana para transicionar a sistemas productivos extensivos más sustentables. Los resultados obtenidos fueron comunicados y publicados en distintas jornadas científicas-tecnológicas.

Degradación de la fitomasa aérea de cultivos de cobertura luego de la supresión de su crecimiento en ambientes del sur de Santa Fe

Spinozzi, J.; Berardi, J.; Van Cruiser, I.; Tamburlini, G.; Montico, S.; Di Leo, N.

Cátedra de Manejo de tierras, Facultad de Ciencias Agrarias –UNR - CC14 - S2125ZAA - Zavalla, Argentina

joelspinozzi@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cobertura (CC) poseen un rol preponderante en los sistemas de producción de la región pampeana desde hace ya algunos años. Es ampliamente conocido que su incorporación ofrece beneficios importantes tales como: control de malezas invernales-estivales, fijación de nitrógeno atmosférico, aumento de la infiltración, aumento en la eficiencia del uso del agua y en la de nitrógeno, disminución de la evaporación del agua del suelo, reducción del escurrimiento superficial y el control de la erosión hídrica y eólica¹. En cambio, es escasa la información acerca de la degradación de la fitomasa aérea de los CC luego de la suspensión de su crecimiento hasta la finalización del ciclo de los cultivos sucesores. Esto permitiría cuantificar la dinámica de degradación y la incorporación de carbono al suelo.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue medir la degradación de la fitomasa aérea de vicia y triticale desde la supresión de su crecimiento hasta la cosecha del cultivo estival sucesor en ambientes cercanos del sur de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en dos ambientes del distrito Zavalla Santa Fe (A: 33°01'54.0"S 60°52'58.6"W y B: 33°03'37.1"S 60°51'58.6"W). El ambiente A posee un suelo Argiudol vértico, Serie Roldán, y el B, un suelo Argiudol típico Serie Peyrano. Se estableció un diseño experimental en parcelas apareadas en cada ambiente, siendo la superficie total ocupada de 2,6 ha (240 m x 110 m) y el tamaño de la parcela de cada CC de 1,3 ha (240 m x 55 m). En A y B, los tratamientos fueron: vicia (25 kg ha⁻¹) y triticale (80 kg ha⁻¹)



Figura 1: Supresión de los Cultivos de Cobertura con el rolo helicoidal.



Figura 2: Muestreo de fitomasa aérea con aro de 0,25 m².



¹). La siembra se realizó en siembra directa sobre rastrojo de soja, el 28/05/18. Luego de la interrupción mecánica del crecimiento de los CC mediante un rolo helicoidal el 29/10/18 (+150 días), se sembró soja (60 kg ha⁻¹) como cultivo sucesor de triticale, y maíz (híbrido no OGM 4 pl/m) como sucesor de vicia.

Desde la supresión del crecimiento del CC hasta la cosecha de los cultivos sucesores (28/3/19), en todos los tratamientos se tomaron muestras de fitomasa aérea (n=12) con aros de 0,25 m². Las muestras se secaron en estufas a 60°C hasta peso constante, se registró el peso seco (kg MS ha⁻¹). Con el criterio de pseudoreplicación simple, se compararon los tratamientos mediante un ANOVA (p<0,05) para fitomasa aérea inicial (Fi: pos supresión) y final (Ff: previo a la cosecha de soja).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Fi, fueron 4.923, 10.970, 6.147 y 5.920 (kg MS ha⁻¹) en vicia A, triticale A, vicia B y triticale B, respectivamente. En Ff, fueron 2.160, 5.413, 2.627 y 2.733 kg MS ha⁻¹ en vicia A, triticale A, vicia B y triticale B, respectivamente. Con los valores de Fi, Ff y la duración del período entre ambos momentos de muestreo, se calculó la tasa de degradación de la fitomasa aérea (Td) (kg MS día⁻¹). La Td fue mayor en Triticale en A y no se hallaron diferencias significativas con vicia, y resultaron similares en B, sin significancia estadística entre los dos CC (Tabla 1).

En la Figura 3 se muestra la evolución de las precipitaciones y las temperaturas entre Fi y Ff. Ambas fueron normales en relación con

Tabla 1: Fitomasa inicial (Fi) y final (Ff), y Tasa de degradación de los residuos (Td) en los ambientes A y B para los dos CC.

	Ambiente A		Ambiente B	
	Vicia	Triticale	Vicia	Triticale
Fi – Ff (kg MS ha ⁻¹)	2.763a	5.560b	3.520a	3.187a
Td (kg MS día ⁻¹)	18,42a	37,07a	23,47a	21,25a

Medias con una letra común en la fila no son significativamente diferentes en cada ambiente (p > 0,05)

las series históricas, y tal como aseguran algunos autores^{2,3,4}, son determinantes para definir la tasa de degradación de los residuos superficiales en zonas templadas.

En la Figura 4 y Figura 5 se muestra la evolución de la cantidad de materia seca de los residuos superficiales y la Td de los residuos de los CC en el Ambiente A y B, respectivamente.

Se observa que la pendiente de la tendencia de Td en el triticale del ambiente A es considerablemente mayor que las otras, indicando una mayor intensidad de degradación.

La degradación de la fitomasa aérea de triticale fue mayor en el ambiente A, mientras que vicia lo fue en el ambiente B. Esas diferencias podrían deberse a una interacción entre la cantidad de Fi, la acción del rolo helicoidal y las condiciones ambientales locales. Se sugiere continuar con esta línea de investigación para optimizar el conocimiento sobre el manejo de los residuos de los CC y su influencia sobre aspectos relacionados con la cobertura y rugosidad que brindan en los sistemas de producción agropecuarios.

BIBLIOGRAFÍA

- Baigorria, T. 2010. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA, 2012. Capítulo 19, pag. 158.
- Rodrigo A., S. Recous, C. Neel y B. May. 1997. Modelling temperature and moisture effects on C_N transformation in soils: Comparison of nine models. Ecol Model 102: 325-339.
- Richmond, P. 2008. Caracterización de la dinámica de incorporación de residuos de cosecha al suelo en un sistema agrícola en siembra directa en el centro-oeste de Buenos Aires. Informaciones Agronómicas N°43, Pag. 22-26.
- Schjonning P., J. Thomsen, P. Moberg, H. de Jorge, K. Kristensen y B. Christensen. 1999. Turnover of organic matter in differently textured soils: I Physical characteristics of structurally disturbed and intact soils. Geoderma 89: 177-198.

Figura 3: Evolución de las precipitaciones y la temperatura entre Fi y Ff en ambos ambientes

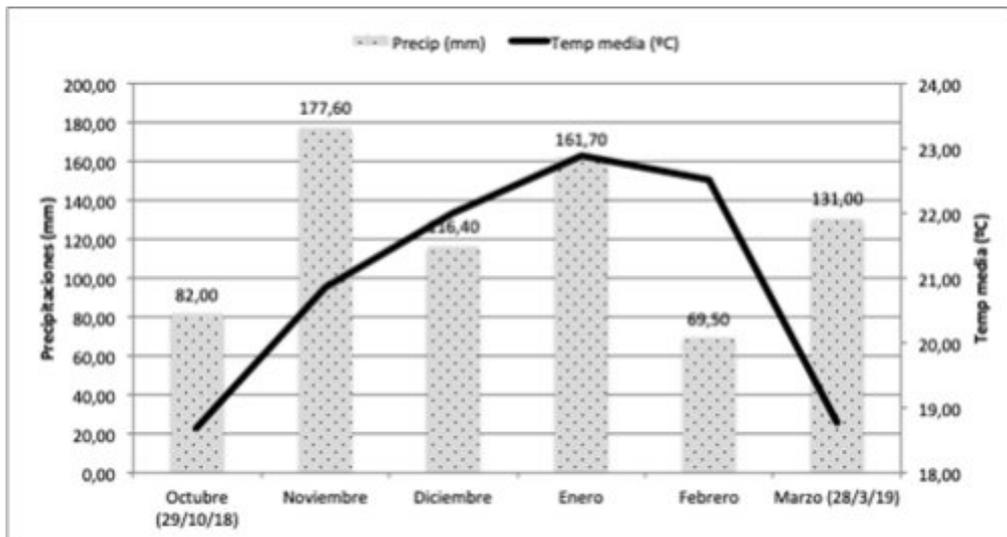


Figura 4: Tasa de degradación de los residuos (Td) en el ambiente A.

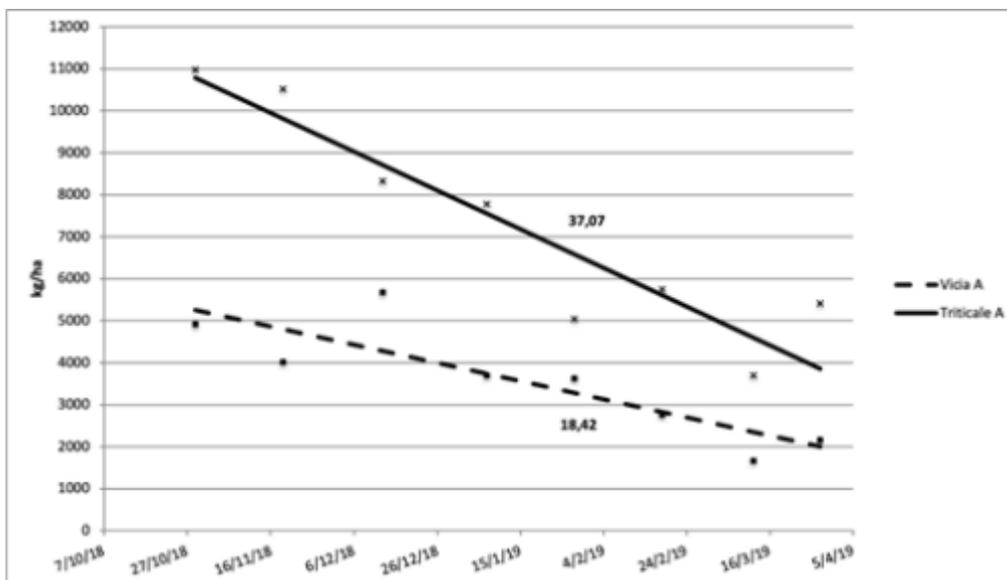
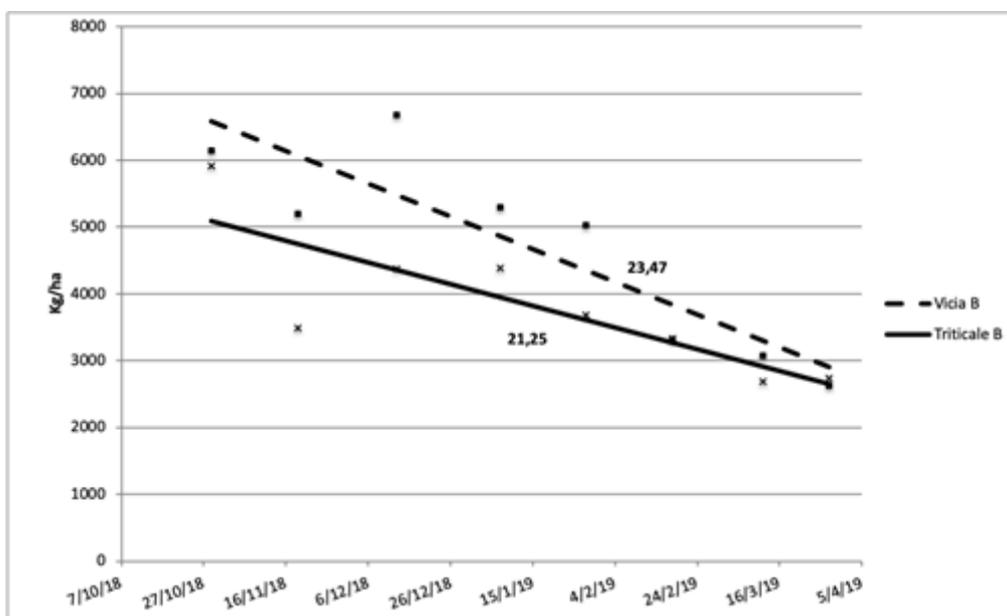


Figura 5: Tasa de degradación de los residuos (Td) en el ambiente B.



Aporte de carbono de cultivos de cobertura en un sistema agroecológico del sur de Santa Fe

Spinozzi, J.; Montico, S.; Berardi, J.

Cátedra de Manejo de tierras, Facultad de Ciencias Agrarias –UNR - CC14 - S2125ZAA - Zavalla, Argentina

joelspinozzi@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los cultivos de cobertura (CC) poseen un rol preponderante en los sistemas de producción de la región pampeana desde hace ya algunos años. Es ampliamente conocido que su incorporación posee beneficios importantes tales como: control de malezas invernales-estivales, fijación de nitrógeno atmosférico, aumento de la infiltración, aumento en la eficiencia del uso del agua y en la de nitrógeno, disminución de la evaporación del agua del suelo, reducción del escurrimiento superficial y el control de la erosión hídrica y eólica (Baigorria, 2010; Schipanski *et al.*, 2014).

Si bien se dispone de información sobre el aporte de carbono (C) de los rastrojos de cultivos extensivos, es escasa la información acerca del aporte de este elemento que hacen al suelo los CC (Álvarez *et al.*, 1995a; Álvarez *et al.*, 2002; Richmond, 2008), lo cual mejoraría la valoración del balance de C a largo plazo cuando los CC forman parte de una rotación (Montico *et al.*, 2013).

La capacidad de los CC para incrementar el carbono orgánico del suelo aporta a la reducción del CO₂ atmosférico y con ello a la mitigación del efecto negativo que su exceso genera en el clima (Schipanski *et al.*, 2014). En este sentido, los sistemas de producción agropecuarios basados en los suelos como soporte y sustento elemental, deben incrementar, preservar, conservar y hasta restaurar los stocks de carbono de los suelos (Montico, 2020).

Los suelos pueden secuestrar en 25 años más del 10% de las emisiones antropogénicas. Al mismo tiempo, esto proporciona otros beneficios importantes para el suelo, los cultivos, la calidad del ambiente, la prevención de la erosión y la desertificación y para el fortalecimiento de la biodiversidad. La agricultura, las tierras de pastoreo y las sabanas tienen el potencial para almacenar carbono, siendo prioritario generar prácticas agrícolas que mejoren su almacenamiento y con ello la productividad (Andriulo y Irizar, 2017).

La condición de sumidero de carbono, potencia la importancia del suelo en el ambiente, principalmente en esquemas agroecológicos, donde además se incorporan otras prácticas agronómicas orientadas a la sustentabilidad del sistema de producción en su conjunto (Piñeiro *et al.*, 2014).

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el aporte de carbono de la fitomasa aérea de los CC vicia (*Vicia villosa* Roth) y triticale (*Triticosecale Wittmack*), y proyectar su evolución en escenarios de rotaciones de cultivos a corto y largo plazo, en un sistema agroecológico del sur de Santa Fe.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en un lote con manejo agroecológico desde 2017, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR, Zavalla, Santa

Fe (33°01'54.0"S; 60°52'58.6"W). El suelo es un Argiudol vértico Serie Roldán. Con el propósito de efectuar un test de campo, establecieron dos parcelas apareadas con dos cultivos de cobertura (CC) diferentes, siendo la superficie total ocupada de 2,6 ha (240 m x 110 m) y el tamaño de cada parcela de 1,3 ha (240 m x 55 m). En una parcela se sembró vicia (25 kg ha⁻¹) y en la otra, triticale (80 kg ha⁻¹).

La siembra se realizó en siembra directa sobre rastrojo de soja el 28/05/18. Previo a la siembra de los CC, se obtuvo el valor de carbono mediante muestreo aleatorizado del lote (n=10) en 0-20 cm. Antes de la interrupción mecánica del crecimiento de los CC mediante un rolo helicoidal el 29/10/18 (+150 días) en los tratamientos se tomaron muestras de fitomasa aérea (n=6) con aros de 0,25 m². Las muestras se secaron en estufas a 60°C hasta peso constante y se registró el peso seco (kg MS ha⁻¹). Luego se sembró soja (*Glycine max*) en siembra directa (60 kg ha⁻¹) como cultivo sucesor de triticale y maíz (*Zea mays*, híbrido no OGM 4 pl/m) como sucesor de vicia. Luego de la cosecha de los cultivos sucesores se obtuvieron las muestras de rastrojo con aros de 0,25 m² (n=8) y se secaron del mismo modo que la fitomasa de los CC.

Figura 1: Cultivo de Cobertura de Vicia villosa.



Figura 2: Rolado de los Cultivos de Cobertura, Triticale (Izq) y Vicia villosa (der).



Con la materia seca de los CC y rastrojo de los cultivos se calculó el aporte de C de la secuencia vicia-maíz, triticale-soja y soja-maíz sin CC, para uno, dos y 10 años en rotaciones alternadas de ambas secuencias. El cálculo se realizó mediante el modelo de balance de la materia orgánica (MO) de Henin y Dupis (1945):

$$y_t = y_0 \cdot e^{-k_2 t} + [K1 \cdot x \cdot (1 - e^{-k_2 t})] / K2$$

donde:

y_t = masa de materia orgánica humificada en el suelo al cabo del tiempo t

y_0 = masa de materia orgánica humificada en el suelo al cabo del tiempo $t=0$

t = tiempo en años

x = aporte anual de materia orgánica al suelo, materia aérea + radical

$K1$ = Coeficiente isohúmico

$K2$ = Coeficiente de mineralización secundaria.

En el test de campo se utilizó esta metodología, con la finalidad de obtener el aporte total de C humificado a partir del cálculo de materia orgánica ($MO = C \times 1,72$) y una aproximación a un balance de C de las secuencias CC-cultivo sucesor. Para el espesor de suelo evaluado, se consideró: densidad aparente $1,20 \text{ t.m}^{-3}$; materia orgánica inicial 3,19%; Coeficiente isohúmico 0,15 y Coeficiente de mineralización secundaria 0,025.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de fitomasa aérea de los CC y de los rastrojos de los cultivos de cosecha se indica en la Tabla 1. Se estimó el aporte de la fitomasa radical de los cultivos, considerando 20% y 30% de la MS aérea, para leguminosas y gramíneas, respectivamente.

Tabla 2: Balance de carbono en una rotación a 0, 2 y 10 años con CC

Años	Rotación		
	0	2	10
Stock C (kg C.ha^{-1})	44.324	44.682	45.950
Aumento C (kg C.ha^{-1})	-	358	1.626
Aumento C (%)	-	0,81	3,67
Stock MO (kg MO.ha^{-1})	76.560	77.179	79.369
Stock MO (%)	3,19	3,208	3,28
Aumento MO (%)	-	0,018	0,09

Tabla 1: Aporte de fitomasa aérea y total de los cultivos

Cultivo	Fitomasa aérea (Kg MS.ha^{-1})	Fitomasa total (Kg MS.ha^{-1})
Vicia	4923	5908
Maíz	3834	4984
Triticale	10970	14261
Soja	3842	4611

Simulando la alternancia entre parcelas de la secuencia vicia-maíz con triticale-soja, para cero, dos y diez años, el balance de C se indica en la Tabla 2.

Se observa que la rotación propuesta en este trabajo, tiene un balance positivo de C cuando se incorporan los CC, dando un aumento de 358 kg C.ha^{-1} en el stock de C en 2 años. La rotación a largo plazo (10 años) incrementaría la cantidad de C en el suelo respecto a la inicial en 3,67%. Estos valores aparentemente exigüos, significan valiosos aportes a la funcionalidad edáfica.

Es destacable el bajo aporte de C del Maíz (datos no presentados), seguramente debido al bajo rendimiento que tuvo el híbrido No GMO con respecto al promedio zonal de otros híbridos (situación a revisar para próximos planteos similares, dado que en su ciclo las condiciones ambientales fueron deficitarias). No obstante, se considera muy importante el aporte de C que hacen las gramíneas en una rotación, debiendo incluirse cuando el objetivo sea aumentar el stock de C.

Simulando la alternancia de la secuencia soja-maíz sin CC, para cero, dos y diez años, el balance de C se indica en la Tabla 3.

La rotación soja-maíz sin CC entre parcelas, tiene un balance negativo de C, con una pérdida de 3,03% en el stock de C en 2 años. A largo plazo (10 años) no muestra cambios en la tendencia, provocando una disminución de 13,77%, respecto del stock de C inicial.

En la Figura 3 se muestra la evolución del stock de C en la rotación propuesta (soja-maíz), con y sin la inclusión de CC (triticale-vicia).

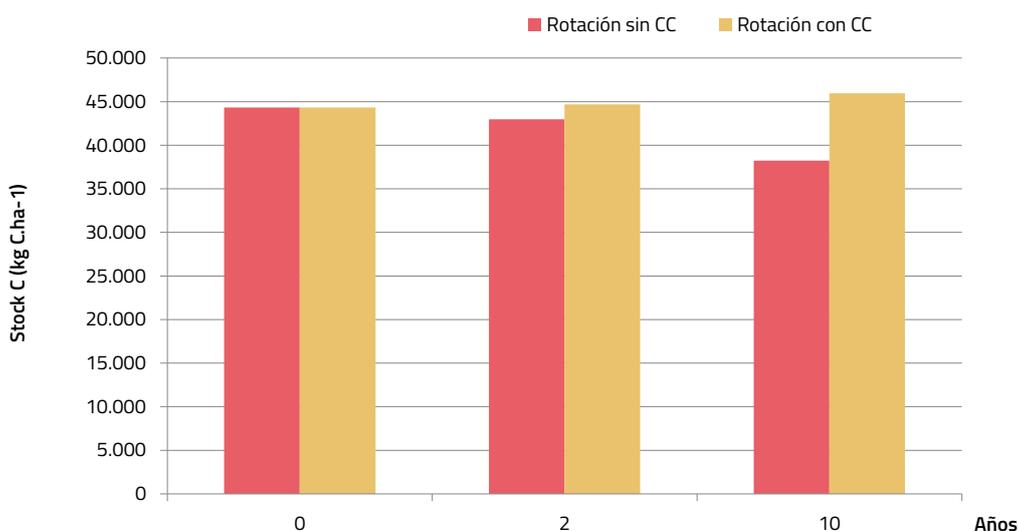
Se observa un destacado descenso, en la sucesión de años, del stock de C cuando la secuencia de cultivos agrícolas no posee el

Tabla 3: Balance de carbono en una rotación a 0, 2 y 10 años sin CC

Años	Rotación		
	0	2	10
Stock C (kg C.ha^{-1})	44.324	42.979	38.221
Aumento C (kg C.ha^{-1})	-	-1.345	-6.102
Aumento C (%)	-	-3,03	-13,77
Stock MO (kg MO.ha^{-1})	76.560	74.237	66.020
Stock MO (%)	3,19	3,098	2,73
Aumento MO (%)	-	-0,092	-0,46



Figura 3: Evolución del stock de C del suelo por los aportes de la rotación de cultivos y de los cultivos de cobertura en los tres años estudiados.



antecesor del cultivo de cobertura (-6.102 kg C.ha⁻¹ en 10 años). Contrariamente, la inclusión de los mismos incrementa el stock en valores de escasa magnitud (1.626 kg C.ha⁻¹ en 10 años). De acuerdo a los cálculos, se necesitaría un aporte de 12.760 kg MS.ha⁻¹ por año para mantener un balance de C igual a cero (resultados no mostrados en el presente trabajo). Según la rotación propuesta en este trabajo, el aporte anual de MS sería de 14.882 kg.ha⁻¹ y por lo tanto el balance de carbono positivo.

CONCLUSIONES

La incorporación de CC en las secuencias de cultivos agrícolas aumenta el residuo orgánico en el suelo y con ello, en rotaciones planificadas, el contenido de carbono edáfico. En planteos agroecológicos, donde uno de los objetivos principales es sostener la funcionalidad edáfica mediante la incorporación de tecnologías de bajo impacto ambiental, los cultivos de cobertura aportan en ese sentido.

Sería recomendable continuar con estos test de campo en más sitios, años y cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez et al., 1995a. In situ decomposition of ¹⁴C- labelled wheat as affected by soil disturbance. *Agrochimica* 39:343-348.
- Álvarez y Álvarez, 2002. Descomposición de residuo de trigo marcado con ¹⁴C: efecto del grado de contacto con el suelo. XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, actas en CD.
- Andriulo, A. E.; A. B. Irizar. 2017. La materia orgánica como indicador base de calidad del suelo. Ediciones INTA. 1ª Edición. 293 págs. Entre Ríos, Argentina.
- Baigorria, T. 2010. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Ediciones INTA, 2012. Capítulo 19, pag. 158.
- Henin S. y M. Dupuis. 1945. Essais du bilan de la matière organique du sol. *Annales Agronomiques* 15: 17-29, Paris.
- Montico, S. 2020. El carbono del suelo: un indicador de sustentabilidad ambiental. *Revista Agrovisión*. Disponible en: <http://agrovisionprofesional.com.ar/2020/02/el-carbono-del-suelo-un-indicador-de-sustentabilidad-ambiental/>. Consultado: 30/03/20.
- Montico, S.; N. Di Leo. 2013. Sustentabilidad de modelos de uso de la tierra en unidades de paisaje de una cuenca del sur de Santa Fe, Argentina. *Revista Natura Neotropicalis*, 42 (1)(2): 21-33.
- Piñeiro, G., P. Pinto, S. Arana, J. Sawchik, J.E. Díaz, F. Gutiérrez y R. Zarza. 2014. Cultivos de Servicio: Integrando La Ecología Con La Producción Agrícola. In XXVI Reunión Argentina de Ecología. Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.
- Richmond, P. 2008. Caracterización de la dinámica de incorporación de residuos de cosecha al suelo en un sistema agrícola en siembra directa en el centro-oeste de Buenos Aires. *Informaciones Agronómicas* N°43, Pag. 22-26.
- Rodrigo A., S. Recous, C. Neel y B. May. 1997. Modelling temperature and moisture effects on C-N transformation in soils: Comparison of nine models. *Ecol Model* 102: 325-339.
- Schipanski, M. E., Barbercheck, M., Douglas, M. R., Finney, D. M., Haider, K., Kaye, J. P., White, C. (2014). *A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. Agricultural Systems*, 125, 12-22. doi:10.1016/j.agsy.2013.11.004
- Schjonning P., J. Thomsen, P. Moberg, H. de Jorge, K. Kreisensen y B. Christensen. 1999. Turnover of organic matter in differently textured soils: I Physical characteristics of structurally disturbed and intact soils. *Geoderma* 89: 177-198.

Testeo de propiedades edáficas en el sistema integrado de producciones agroecológicas

Spinozzi, J.; Montico, S.; Berardi, J.

Cátedra de Manejo de tierras, Facultad de Ciencias Agrarias –UNR - CC14 - S2125ZAA - Zavalla, Argentina

joelspinozzi@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) es un espacio perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias que tiene el objetivo de desarrollar una alternativa de producción agropecuaria para los sistemas extensivos de la región. Además, propone formar estudiantes, construir conocimiento científico y extenderlo a través de la implementación de sistemas agroecológicos extensivos transicionales. Este espacio institucional posee un lote de 12 hectáreas en donde se desarrolla un sistema silvopastoril y uno agrícola. Entre los ejes problemáticos abordados dentro del sector agrícola, se plantea el desafío de minimizar el uso de insumos de variable nivel de impacto ambiental. Para ello, se busca reemplazar estos insumos por prácticas de manejo de cultivos y tecnologías de procesos en relación a la mitigación de las adversidades bióticas, basados en el diseño de esquemas productivos agropecuarios apropiables por productores y adaptables a las lógicas de los sistemas extensivos tradicionales.

Las disciplinas que participan del SIPA efectúan desde el inicio de las actividades, la medición de variables productivas de corto y largo plazo, con la construcción de indicadores que permitan establecer las variaciones de parámetros multidimensionales en relación a los usos propuestos.

Estas propuestas agroecológicas incorporan los cultivos de cobertura (CC) como una herramienta agronómica de alto valor. Los CC pueden cumplir múltiples funciones en el sistema de producción. Aportar a reducir la compactación, minimizar la lixiviación de nitratos residuales, incrementar el contenido de carbono y nitrógeno del suelo, aportar N mineral al cultivo sucesor, controlar malezas resistentes, reducir la erosión hídrica y eólica, y disminuir el uso de insu-

mos para el control de malezas y agentes patógenos al competir por los nutrientes, y además, favorecer la conformación de nichos para insectos y microorganismos benéficos. También se complementan con la ganadería favoreciendo el avance hacia sistemas mixtos por ofrecer materia seca aprovechable en épocas de habitual déficit forrajero.

La incorporación de los CC al SIPA es un objetivo primordial y en este trabajo se plantea medir algunos indicadores que permitan evaluar su impacto en parámetros edáficos en ambientes en dos ambientes diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

En dos ambientes del distrito Zavalla Santa Fe (A: 33°01'54.0"S 60°52'58.6"W y B: 33°03'37.1"S 60°51'58.6"W) se realizó dos testeos de campo. El ambiente A posee un suelo Argiudol vértico, Serie Roldán, y el B, un suelo Argiudol típico Serie Peyrano. Se establecieron dos parcelas apareadas en cada ambiente, siendo la superficie total ocupada de 2,6 ha (240 m x 110 m) y el tamaño de la parcela de cada CC de 1,3 ha (240 m x 55 m) y una parcela testigo de iguales dimensiones. En A y B, los tratamientos a testeados fueron: vicia (25 kg ha⁻¹) y triticale (80 kg ha⁻¹), siendo: Triticale A; Triticale B; Vicia A y Vicia B.

La siembra se realizó en siembra directa sobre rastrojo de soja de primera, el 28/05/18. Luego de la interrupción mecánica del crecimiento de los CC mediante un rolo helicoidal el 29/10/18 (+150 días), se sembró *Glycine max* (soja, 60 kg ha⁻¹) como cultivo sucesor de triticale, y *Zea mays* (maíz, híbrido no OGM 4 pl/m) como sucesor de vicia.

Figura 1: Cultivo de Cobertura de Triticale.



Figura 2: Rolado de Cultivo de Cobertura de Vicia villosa.



Durante el testeo se midió agua útil (AU, de 0-100cm), costo hídrico (CH), el uso consuntivo del agua (UCA), la fitomasa aérea de los CC (FA), y la eficiencia en el uso del agua (EUA). Se midió AU en cada tratamiento hasta el metro de profundidad, según el Método Gravimétrico. En el cual se pesaron las muestras de cada profundidad en húmedo, se las pusieron en estufa a 105°C hasta peso constante, luego se las peso en seco y se procedió a calcular su contenido de agua. Con los contenidos de AU al inicio de los CC, AU al final de los CC y la cantidad de precipitaciones acumuladas durante ese período se procedió a calcular el UCA para cada tratamiento (Capurro, 2017; Duval et al., 2015). Se comparó el AU en cada tratamiento con el AU en el testigo (barbecho) y se obtuvo el CH al final final de los CC (Capurro, 2017; Duval et al., 2015). Para calcular la FA se tomaron muestras de rastrojo en cada tratamiento con un rectángulo de 0,25 m², se llevaron las muestras a estufa hasta peso constante, se las peso y luego se procedió con los cálculos para llevar el resultado a kg Ms.ha⁻¹. La EUA se calculó mediante un cociente entre la FA y el UCA (Capurro, 2017; Duval et al., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa que Triticale A es el tratamiento que tuvo mayor cantidad de fitomasa aérea. Resultados similares fueron obtenidos por otros autores, considerando producciones entre los 5.000 y 8.000 kg MS.ha⁻¹ (Bertolla et al., 2011; Baigorriá et al., 2018). En el caso de Vicia si superase esa cantidad de fitomasa, además aportaría entre un 3 y 5% N al suelo (Clark et al., 1991; Canale, 2009). En este sentido podrían reemplazar más de 200 kg.ha⁻¹ de nitrógeno en forma de fertilizante (Pinto et al., 2014).

Respecto al UCA, Vicia A fue el tratamiento que mayor consumo hídrico tuvo, en los demás muy similar entre sí. Se destaca el caso de Triticale A, dado que fue el que mayor fitomasa produjo, aunque su consumo no fue muy diferente al resto (Vilches et al., 2010; Duval et al., 2015).

En relación a la EUA, Triticale A fue el de mayor eficiencia y Vicia A el menor (32,6% respecto a Triticale A), siendo Vicia B y Triticale B muy similares.

El costo hídrico es una medida indirecta del agua almacenada en el perfil en relación al testigo (barbecho), en el testeo de campo, Vicia A tuvo mayor costo hídrico. Los valores obtenidos son similares a los reportados por otros autores (Duval et al., 2015).

En la Figura 3 se indica la fitomasa aérea y radical (estimada por cálculo en relación a la fitomasa aérea) de los tratamientos Vicia A, Triticale A, Vicia B y Triticale B. Se advierte la importancia relativa que realizan las raíces de los CC al suelo (Pinto et al., 2017), siendo entre 1.500-3000 kg Ms.ha⁻¹ los resultados obtenidos en este ensayo.

El seguimiento de la dinámica del agua útil permite analizar su variación en el tiempo, y con ello, las recargas del perfil en este caso, en el espesor 0-100 cm, durante el ciclo de los CC. En la Figura 4 se observa que todos los tratamientos poseen menos AU al secado de los CC en relación a la siembra, siendo mayor en el testigo, luego en el período hasta la siembra de los cultivos estivales (CE) el perfil se

Tabla 1: Fitomasa aérea, Uso Consuntivo, EUA y Costo Hídrico de Vicia A, Triticale A, Vicia B y Triticale B.

	Vicia A	Triticale A	Vicia B	Triticale B
Fitomasa aérea (kg MS.ha ⁻¹)	4923	10970	6147	5920
Uso Consuntivo (mm)	159	116	115	116
EUA (kg MS.ha ⁻¹ .mm ⁻¹)	31	95	53	51
Costo hídrico (mm)	55	40	34	34

Figura 3: Fitomasa aérea y radical de los tratamientos Vicia A, Triticale A, Vicia B, Triticale B.

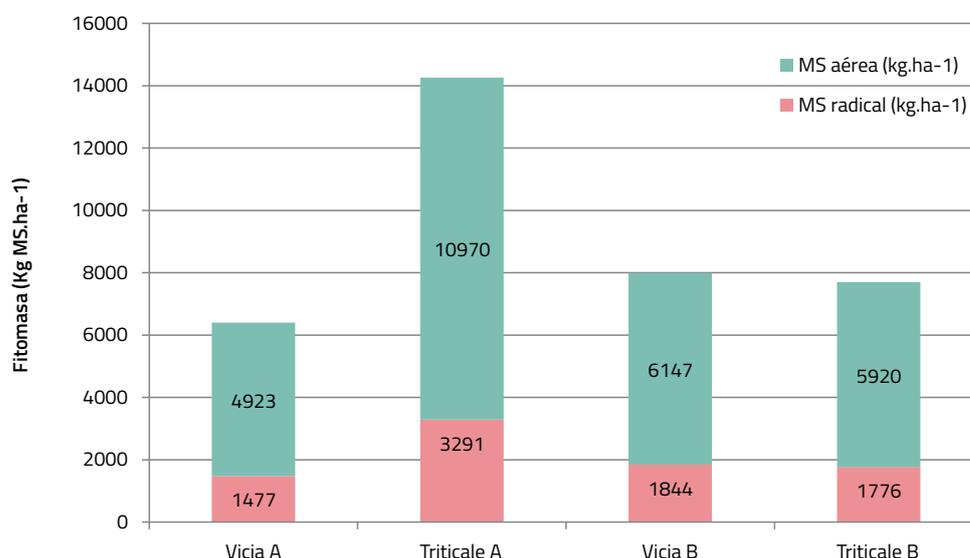


Figura 4: Dinámica del AU en el ambiente A desde la siembra de los CC a la siembra del CE.

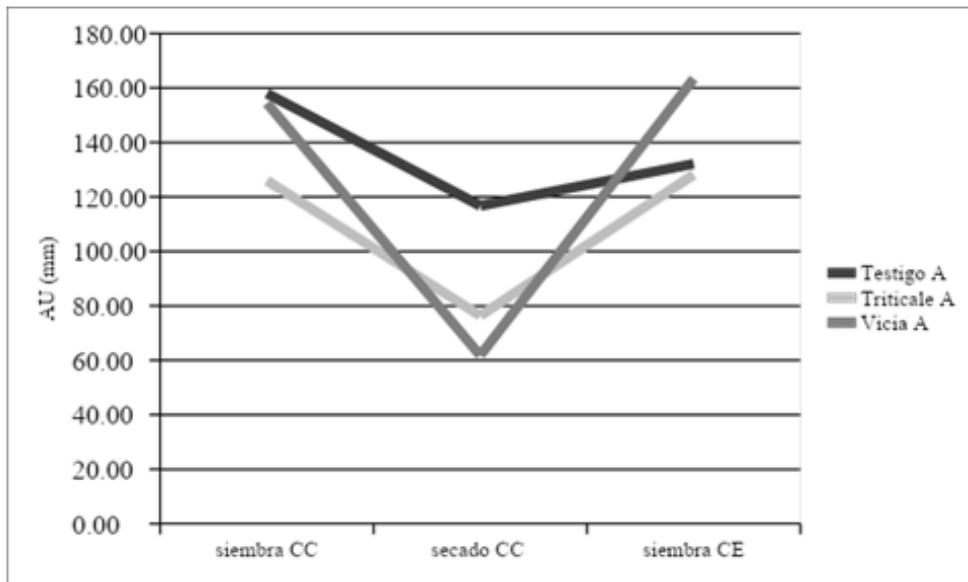
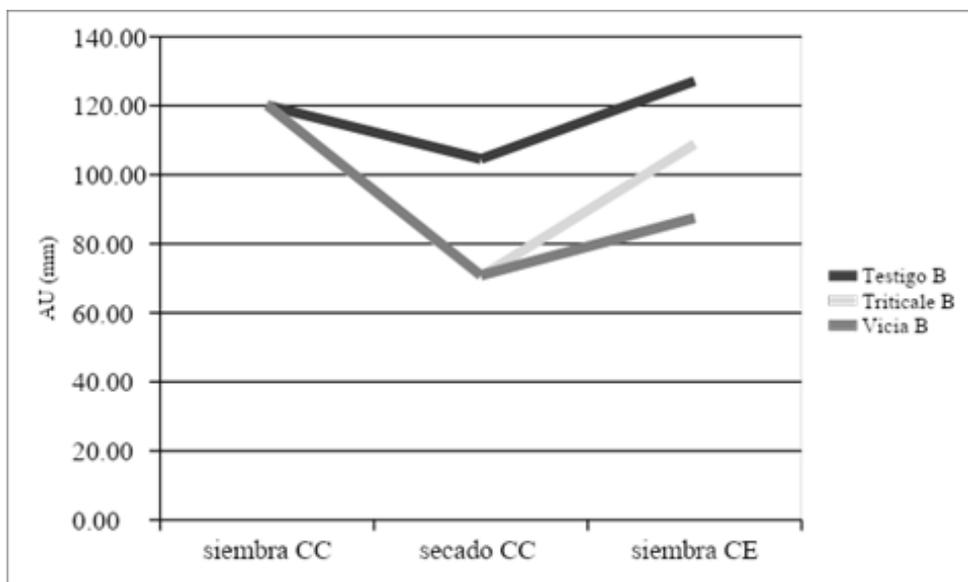


Figura 5: Dinámica del AU en el ambiente A desde la siembra de los CC a la siembra del CE.



recarga, alcanzando el AU del Testigo e incluso superándolo para los tratamientos Triticale A y Vicia A, respectivamente.

En las Figura 5, se observa que todos los tratamientos poseen menos AU al secado en relación con la siembra, siendo mayor en el testigo, luego en el período hasta la siembra de los CE el perfil se recarga pero en este caso Triticale B y Vicia B, no alcanzan ni superan al Testigo.

CONCLUSIONES

El Triticale A fue el de mejor desempeño respecto al del ambiente B. Si bien las Vicias se comportaron de forma similar en ambas situaciones, es posible especular que las diferencias de fitomasa en el ambiente B se debieron a un rebrote que ocurrió por mal control mecánico del rolo aplastador al momento del secado mecánico. Asimismo, el Triticale B tuvo alta incidencia y severidad de enfer-

medades foliares, lo que influyeron en su producción de fitomasa.

La media de la fitomasa aérea de ambos ambientes fue 5.500 kg MS.ha⁻¹ de Vicia y de 8.500 kg MS.ha⁻¹ de Triticale, cantidades que superan la media zonal, además del importante aporte radical (estimaciones no realizadas en este trabajo).

Se puede observar en el gráfico un descenso marcado del contenido de agua útil del suelo como consecuencia de las bajas precipitaciones registradas durante el ciclo de los CC.

Es necesario continuar estudiando estos esquemas agrícolas, de modo de obtener, entre otros, información relacionada con distintas condiciones climáticas, tipos de suelo, oportunidad y método de secado.



BIBLIOGRAFÍA

- Baigorria, T., Belluccini, P., Cazorla, C., Aimeta, B., Ortíz, J., Pegoraro, V., Boccolini, M., & Faggioli, V. (2018). *Cultivos de cobertura: una estrategia con potencial para disminuir el impacto ambiental de herbicidas*. MAIZ Actualización 2018
- Informe de Actualización Técnica en Línea No 11 34–39.
- Baigorria, T; DT Gomez; CR Cazorla; AV Lardone; M Bojanich ; B Aimetta & A Canale. 2011. Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz. Informe de actualización técnica de maíz. EEA Marcos Juárez. no. 19 (jun. 2011).
- Bertolla, AM; T Baigorria; DT Gómez; CR Cazorla; M Cagliero; A Lardone; M Bojanich & B Aimetta. 2012. Efecto de la fertilización sobre la eficiencia del uso del agua de especies invernales utilizadas como cultivos de cobertura. En: C Alvarez; A Quiroga; S Diego & M Bodrero (Eds). Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción. 1a Ed. Pp. 138 – 147. La Pampa, Ediciones INTA. Canale, D. (2009). *Bases para el manejo de vicia como antecesor del cultivo de maíz*. 1–12.
- Capurro, J. E. (2017). Efectos de un cultivo de cobertura sobre propiedades edáficas y uso del agua en ambientes con erosión hídrica y monocultivo de soja, en el sur de la provincia de Santa Fe. (Tesis para optar al título de Magister en Manejo y Conservación de Recursos Naturales) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
- Clark, A. J., Decker, A. M., Meisinger, J. J., Clark, A. J., & Decker, A. M. (1991). (1994) *Seeding Rate and Kill Date Effects on Hairy Vetch-Cereal Rye Cover Crop Mixtures for Corn Production (AJ)*.
- Duval, M. E., Capurro, J. E., Galantini, J. A., & Andriani, J. M. (2015). Use of cover crops in soybean monoculture: Effects on water and carbon balance | Utilización de cultivos de cobertura en monocultivo de soja: Efectos sobre el balance hídrico y orgánico. *Ciencia Del Suelo*, 33(2), 247–261.
- Pinto, P., Fernández Long, M. E., & Piñeiro, G. (2017). Including cover crops during fallow periods for increasing ecosystem services: Is it possible in croplands of Southern South America? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 248(February), 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.028>
- Pinto, P. , M.E. Fernández-Long ,y G. Piñeiro. 2017. Including Cover Crops during Fallow Periods for Increasing Ecosystem Services: Is It Possible in Croplands of Southern South America? *Agriculture Ecosystems and Environment* 248: 48–57.
- Vilches, Dario; Baigorria, Tomas; Cazorla, C. (2010). Efecto de vicia villosa como cultivo antecesor y la fertilización nitrogenada sobre la producción del cultivo de maíz. Introducción Materiales y métodos Resultados y discusión. *Publicación INTA, mm*, 1–4.

EXPERIENCIAS EN INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA PARA EL MANEJO DE MALEZAS EN SISTEMAS PRODUCTIVOS EN TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

Roberto Javier Crespo, Nicolás Montero Bulacio, María Cecilia Lescano, Federico Balassone y Celina Fernández

El propósito del presente capítulo es compartir con la comunidad técnica, científica y académica vinculada a las ciencias agropecuarias, los resultados obtenidos en el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario.

En un primer apartado se presenta el desarrollo de investigaciones enfocadas en caracterizar la comunidad de malezas y el banco de semillas de un suelo en transición agroecológica (I). Posteriormente, en un segundo apartado, se comparten experiencias de docencia orientadas a fortalecer la formación práctica sobre malezas y vegetación espontánea, a través de una propuesta interdisciplinaria (II).

I - Caracterización inicial de la comunidad de malezas y del banco de semillas del suelo en la transición hacia la producción agroecológica del SIPA

Crespo, R.J.

Compilador de los trabajos

Actis, S.²; Angeletti, M.²; Garabelli, M.²; Miriani, L.²; Zanczuk, F.²; Müller, J.³; Crespo, R.J.¹ 2019.

Banco de Semillas del Suelo Inicial en un Módulo Extensivo de Investigación en Transición Agroecológica. pp. 491-494.

Acta del 1er Congreso Argentino de Agroecología. 18-20 de septiembre de 2019. Mendoza, Argentina.

Cavallo, G.²; Dellagiovanna, I.²; Dumas, J.M.²; Menéndez, A.²; Ostoich, J.I.²; Riboldi, G.²; Actis, S.²; Faccini, D.⁴; Crespo, R.J.¹ 2019.

Estudio preliminar de la comunidad de malezas en un módulo extensivo de investigación en transición agroecológica. pp. 495-499.

Acta del 1er Congreso Argentino de Agroecología. 18-20 de septiembre de 2019. Mendoza, Argentina.

¹ Docente, Cátedra de Malezas.

² Alumno integrante de la Práctica Preprofesional.

³ Ex-Coordinador del SIPA (período 2017-2019).

⁴ Ex-Docente, Cátedra de Malezas; Consultor externo.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, Campo Experimental Villarino, C.C. 14, Zavalla, S2125ZAA, Santa Fe.

* Correo electrónico: rojacre@yahoo.com.ar

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la cobertura del suelo durante todo el año es esencial en los sistemas de producción agrícolas intensivos. Este rol lo pueden cumplir los cultivos de cobertura (CC), también llamados cultivos de servicios. Los CC constituyen una herramienta importante, ya que aportan al mejoramiento de muchos atributos del suelo, al control de la erosión y también al control de malezas, entre otros (Zamar *et al.*, 2000). En los sistemas agroecológicos, los CC adicionalmente contribuyen a estimular los ciclos naturales del sistema, y recobrar la sustentabilidad del mismo como objetivo final (Alessandria *et al.*, 2012). Es variada la bibliografía que demuestra la capacidad de los CC para disminuir la emergencia y desarrollo de malezas. También el patrón de emergencia de malezas se puede ver afectado notablemente por la implantación de CC. Se ha demostrado también que no todas las malezas ni todos los CC resultan en el mismo efecto, y que estos resultados varían nota-

blemente dependiendo de la/s especie/s incluida/s en el CC, del manejo (fecha y densidad de siembra, fertilización, fecha y método de terminación, uso de agroquímicos complementarios, entre otras) del mismo y de la historia del lote asociada principalmente al cultivo antecesor y su manejo.

Además del aporte que tienen los CC sobre el manejo y control de las malezas, es importante tener en cuenta la influencia que puede tener sobre el banco de semillas del suelo (BSS) y éste sobre la dinámica de las malezas. El BSS está conformado por las semillas viables que se encuentran enterradas en el suelo, y por las presentes en los residuos vegetales, enterrados o en superficie (De Souza y col. 2006). Como tal, el BSS representa una reserva de semillas de malezas para futuras estaciones de crecimiento. La presencia de semillas en el BSS en un área específica es consecuencia de la historia de la vegetación presente y de la edad de la flora en el suelo y



representan el potencial regenerativo de las comunidades vegetales. Conocer las semillas presentes en el BSS permite predecir la dinámica poblacional de las especies y cuáles serían a futuro las especies de plantas presentes en superficie (Requesens y Scaramuzzino, 1999).

Diversas áreas de la ecología vegetal consideran relevante el estudio y análisis del BSS. En la agricultura moderna, donde se ha dado una creciente degradación antrópica, existe una vinculación directa entre el proceso de recuperación ecológica de especies y comunidades vegetales y el resultado final que se pueden dar en la transición agroecológica (Bakker et al., 1996). De ahí es que se ha estimulado el desarrollo de modelos de predicción de sucesión vegetal más reales durante el proceso de cambio de un proceso de producción a otro (De Souza y col., 2006). Ante cambios en el manejo de un área determinada, los estudios del BSS son también oportunos para el re-diseño de estrategias de manejo del sistema de producción y en especial de las malezas. En los sistemas de producción agrícola-ganaderos intensivos actuales la información relacionada al BSS es escasa debido a la variabilidad espacio-temporal del BSS y muy dependiente de la historia de manejo del área en consideración. Además, tanto la presencia *in situ* de malezas en un sistema como el BSS, puede ser altamente variables según región y escenario agrícola, y de acuerdo a la variabilidad climática.

Un escenario oportuno para el estudio de la comunidad de malezas presentes en superficie y del BSS son aquellos sistemas agro-productivos que comienzan una transición de manejo con criterios agroecológicos. El conocimiento de las especies vegetales que germinan cada año como aquellas semillas presentes en el BSS al inicio de una transición agroecológica, juegan un papel fundamental en la recuperación de lotes agrícolas degradados donde la sustentabilidad del sistema se ha comprometido en algún aspecto. Esto lleva a la implementación de prácticas de manejo y conservación de las especies pertenecientes a la flora espontánea, para el mantenimiento de la diversidad florística y la sustentabilidad social y ecológica de estos ecosistemas.

Dos proyectos de investigación fueron llevados a cabo entre agosto de 2018 y julio de 2019 en un lote donde se instaló un experimento extensivo de transición agroecológica (Ver referencias Actis y col. (2019), Cavallo y col. (2019) y la sección Materiales y Métodos). En la presente publicación se condensan los resultados obtenidos en ambos proyectos. Los objetivos de los estudios fueron: 1) evaluar el patrón de emergencia de malezas bajo distintos CC comparado a un escenario con barbecho químico (BQ), 2) evaluar el efecto del cultivo antecesor a un CC sobre el patrón de emergencia de malezas, y 3) determinar las especies presentes en el BSS a diferente profundidad del suelo con diferentes cultivos antecesores en un experimento a campo que integra conceptos de manejo agroecológico en transición temprana.

MATERIALES Y MÉTODOS

Instalación del SIPA

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental "J. F. Villarino" perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, ubicado en la localidad de Zavalla, Santa Fe (33° S; 61° O) sobre un lote de aproximadamente 14 ha donde se instaló el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas

(SIPA) en transición. Hasta inicios del SIPA (marzo de 2017), el lote se encontraba con una pastura degradada para uso ganadero con pastoreo directo o para la confección de alguna reserva forrajera. Inicialmente se laboreó con rastra de discos pesada. Entre abril 2017 y mayo 2018 se implantaron dos CC [raigrás+vicia (RgVi) y triticale+vicia (TtVi)] sobre los cuales se implantaron cultivos industriales (soja, S_j y maíz, M_z) con una orientación norte-sur. Los cultivos industriales se cosecharon entre abril y mayo 2018. Entre mayo y octubre 2018, nuevamente se implantaron CC fertilizados (Tt, triticale cv. Don Santiago, 90 kg ha⁻¹ + 55 kg ha⁻¹ MAP, y Vi, vicia villosa 25 kg ha⁻¹ + 55 kg ha⁻¹ MAP, siembra: 28/5/2018 para ambos CC) en dirección este-oeste (perpendicular a la dirección del año previo), una parcela de trigo (Tr) para granos (cv. Algarrobo 90 kg ha⁻¹) y otra parcela con BQ a modo de testigo.

Los CC de 2018 se secaron mecánicamente el 29/10/2018 utilizando un rolo-faca. El cultivo de Tr fue cosechado el 2/11/2018. En las parcelas con rastrojo de Tt, Tr, y también en el BQ, se sembró S_j no genéticamente modificada Kumagro grupo de madurez IV (22 semillas m⁻¹ a 0,52 m entre líneas, + 90 kg ha⁻¹ MAP) el 7/12/2018. Los cultivos de S_j fueron cosechados el 29/03/2019 cuando el CC previo fue Tt y el 4/04/2019 cuando el antecesor fue BQ. La soja sobre Tr se segó y se llevó a cabo una estimación del rendimiento debido al alto grado de enmalezamiento. Sobre el rastrojo de Vi se sembró M_z colorado no genéticamente modificado Quimey (4 semillas m⁻¹ a 0,52 m entre líneas, + 80 kg ha⁻¹ MAP) el 27/12/2018. Al finalizar cada ciclo de cultivo se determinó el rendimiento en grano de Tr, S_j y M_z.

Tratamientos

El cambio en la disposición de las secuencias de los cultivos (norte-sur vs. este-oeste) dio origen a un experimento en cuadrícula con 16 tratamientos (Vi1 a Vi4, Tt1 a Tt4, Tr1 a Tr4 y Ba1 a Ba4) en parcelas de aproximadamente 60m por 40m, en la cual cada secuencia de cultivo implantados en 2018, estuvieron precedidos por diferentes secuencias de cultivos antecesores, según se muestra en la Figura 1.

Monitoreo de malezas

Desde agosto 2018 a la fecha se llevó a cabo un monitoreo y seguimiento de las malezas presentes en cada uno de los tratamientos. Se utilizó un cuadrante de 0,25 m² arrojado al azar seis veces por

Figura 1: Esquema de cuadrícula de tratamientos (vicia del 1 al 4, Vi1-4; triticale del 1 al 4, Tt1-4; trigo del 1 al 4, Tr1-4 y un barbecho químico del 1 al 4, Ba1-4) configurado por cultivos de invierno (vicia: Vi, triticale: Tt, trigo: Tr) y estivales (maíz y soja) implantados en 2018 sobre distintos antecesores (raigrás+vicia y triticale+vicia).



tratamiento por momento de monitoreo (Leguizamón, 2011). En cada unidad de muestreo se contabilizaron e identificaron a nivel de género las malezas presentes. También se registró la condición hídrica del suelo y las características de la cobertura superficial. El monitoreo de malezas fue mensual en invierno-primavera temprana y en la segunda mitad del otoño, y más frecuentes desde mediados de primavera y hasta mediados de otoño, en la medida que las condiciones ambientales estimularon una mayor tasa de emergencia/crecimiento de las malezas.

Previo a la finalización de los CC (29/10/2018), y a la cosecha del cultivo de soja (26/3/2019), se cortaron plantas de malezas y CC presentes en cuatro cuadrantes de 0,25 m² en cada tratamiento. Las muestras se secaron a 70 °C durante 48 h y se determinó el contenido de materia seca.

Muestreo del banco de semillas del suelo

Se tomaron 20 sub-muestras de suelo hasta una profundidad de 20 cm por tratamiento siguiendo un patrón en W, y en dos momentos del año: 7 de agosto y 28 de noviembre de 2018. Para ellos se utilizó un calador de 23 mm de diámetro. Cada sub-muestra fue fraccionada de 0-5, 5-10 y 10-20 cm de profundidad, y cada una de esas profundidades conformaron una única muestra compuesta de suelo por tratamiento. El BSS se determinó por medio de la técnica de germinación. Para ello cada muestra de suelo fue colocada en una bandeja plástica debajo de una estructura con techo plástico similar a un invernadero en condiciones ambientales naturales. Las muestras así dispuestas, fueron regadas diariamente y mantenidas durante seis semanas en dos momentos del año diferentes/contrastantes (invierno y verano). En cada uno de los períodos de puesta en germinación de semillas se identificó y tomó nota de las plantas emergidas en cada bandeja.

Análisis estadístico

Los valores de materia seca fueron convertidos a kg de materia seca de malezas y de cultivo por hectárea. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA y los valores medios fueron separados mediante el test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Cada muestra única compuesta de suelo por tratamiento dividida en tres profundidades fue puesta en condiciones apropiadas para el experimento. Los resultados del BSS fueron expresados como el número de plantas emergidas para cada especie, por tratamiento y profundidad. Dado que los resultados provinieron de una única muestra, no se realizó análisis estadístico y el análisis de los resultados fue meramente descriptivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Monitoreo de malezas

Malezas presentes:

El monitoreo de malezas mostró un predominio de malezas anuales por sobre las perennes. En invierno *Capsella bursa-pastoris* fue la maleza de ciclo otoño-invierno-primaveral (OIP) más abundante y común a todos los tratamientos. *Lolium multiflorum*, gramínea OIP anual, fue mayormente encontrada en el BQ indistintamente del cultivo antecesor, y muy esporádicamente observada en las parcelas con CC y Tr. Una creciente emergencia de *C. bursa-pastoris*, y en menor medida *Conyza sp.*, también fue observada en el inicio del otoño (fin de marzo y abril 2019) en el tratamiento de BQ.

Malezas de ciclo primavero-estivo-otoñal (PEO) comenzaron a emerger en octubre de 2018 y estuvo dominado principalmente por gramíneas anuales (ej: *Echinochloa sp.* sobre el BQ). A partir de noviembre de 2018 otras gramíneas tales como *Digitaria sanguinalis* y *Eleusine indica*, comenzaron a emerger, pero siempre la abundancia de *Echinochloa sp.* fue muy superior a las otras gramíneas. *Amaranthus hybridus*, una maleza problemática en la región fue mínimamente observada en el período bajo evaluación luego de la finalización de los CC y durante enero 2019. Las pocas ocasiones en las cuales se observó *A. hybridus*, estuvo asociado al cultivo de soja sembrada sobre CC.

Cultivos de cobertura y control de malezas:

El empleo de CC fue efectivo en el control de malezas. Los cultivos invernales de 2018, sea CC o Tr, mostraron en general mayor respuesta en biomasa cuando el antecesor fue TtVi+Sj que cuando hubo otros antecesores (Figura 2). Triticale fue más efectivo que Vi y que el cultivo de Tr en disminuir la interferencia de las malezas (Figura 2). Los CC obstaculizan la llegada de luz al suelo, lo cual disminuye la temperatura del mismo y retrasa la germinación y emergencia de malezas. En un sistema agroecológico en transición, la utilización estratégica de herbicidas para el control de malezas en un cultivo invernal es un punto clave del sistema. La falta de control de malezas con herbicidas en el cultivo de Tr en la etapa transicional favoreció un incremento en la incidencia de malezas hacia el final del cultivo (Figura 2). Este escenario afectó negativamente el rendimiento del cultivo de Tr (2735 kg ha⁻¹ promedio de todas las parcelas/tratamientos) obtenido como promedio a través de los antecesores. La incidencia de las malezas en BQ fue baja a casi nula (Figura 2); sin embargo, esta baja incidencia de malezas se logró a través de una alta carga de herbicidas aplicados después de la cosecha del cultivo estival 2017-2018 y hasta la siembra del cultivo estival próximo.

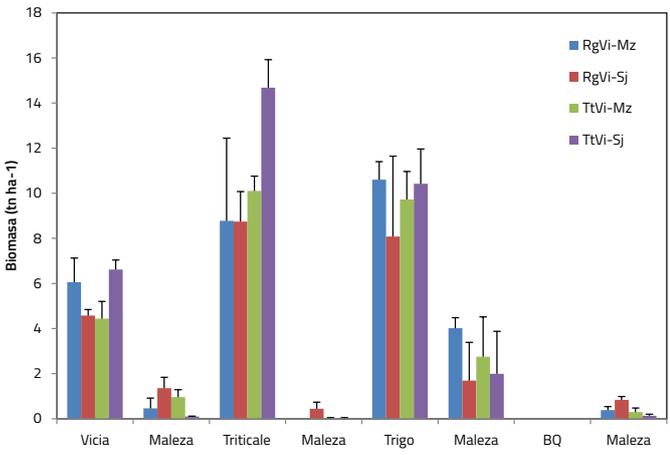
En general, la baja incidencia de malezas invierno-primaverales en octubre 2018 luego de los CC y el cultivo de Tr se vio reflejada en un aumento en la incidencia de malezas PEO muestreadas en marzo 2019 (Figura 3). La biomasa de malezas en los CC implantados en 2018 (Vi y Tt) fue mayor sobre el antecesor RgVi-Sj (Figura 3). Lo mismo se observó en el tratamiento de BQ, pero no así sobre el cultivo de Tr (Figura 3). Esto podría explicarse en parte por el contenido de nitrógeno más alto que libera el cultivo antecesor soja para el cultivo posterior. En la misma línea, la biomasa de malezas en el cultivo estival (soja y maíz) 2019 fue mayor cuando el cultivo antecesor en 2017-2018 fue soja independientemente del CC previo. Esa misma tendencia no fue observada cuando el cultivo estival 2017-2018 fue maíz. No obstante, estas apreciaciones, no se observan en general otras tendencias que permitan concluir sobre algún efecto en particular de los CC y cultivos estivales sobre las malezas emergidas en años posteriores. Los rendimientos de soja sembrada sobre Tt y el BQ fueron de 2670 kg ha⁻¹ y 2016 kg ha⁻¹, respectivamente. El cultivo de soja sobre Tr no fue cosechado por problemas de enmalezamiento, principalmente gramíneas PEO (*Echinochloa sp.* y *D. sanguinalis*). El cultivo de maíz 2018-2019 no fue cosechado al momento de finalizar el trabajo de investigación.

Banco de semillas del suelo

A través del presente estudio se pudo observar, en general, que el mayor número de semillas de malezas se depositan y germinan en



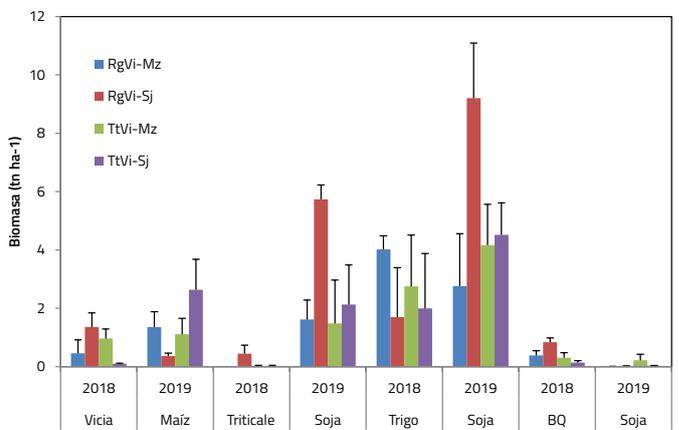
Figura 2: Biomasa de cultivo invernal (vicia, triticale y trigo) y de malezas sobre distintos antecesores (raigrás+vicia y maíz o soja, RgVi+Mz y RgVi+Sj, respectivamente; triticale+vicia y maíz o soja, TtVi+Mz y TtVi+Sj, respectivamente) medidos el 29/10/2018. Se incluye la biomasa de malezas en un tratamiento testigo con barbecho químico (BQ).



los primeros 5 cm de profundidad del suelo. Estos resultados se dieron para todas las secuencias de cultivos de 2018 independientemente del cultivo antecesor (2017-2018) y del momento en que se tomaron las muestras. Esta tendencia es concreta en el caso de la germinación invernal para el primer momento de muestreo (8/2018) (Figura 4).

En la puesta a germinar de verano, el número de plántulas emergidas fue también mayor en los primeros 5 cm de suelo, pero solo para los tratamientos con CC y trigo para ambos momentos de muestreo. En BQ el número de semillas emergidas en verano no se diferenció entre los primeros 5 cm y los 5-10 cm de profundidad (Figura 4). Estos resultados son los esperados respecto al potencial de germinación de semillas en relación a la profundidad. Sin embargo, contrariamente a lo esperado, se observó que las malezas emergidas en mayor cantidad durante el invierno fueron algunas malezas de ciclo primavera-estivo-otoñal (PEO) en vez de las malezas de ciclo otoño-invierno-primaveral (OIP). Esto pudo deberse a las condiciones atemperadas generadas debajo del invernáculo abierto donde las muestras se colocaron para iniciar el proceso de germinación. Tarde en el mes de agosto y en el mes de septiembre las condiciones de temperaturas fueron lo suficientemente cálida como para estimular la germinación de malezas PEO. Este escena-

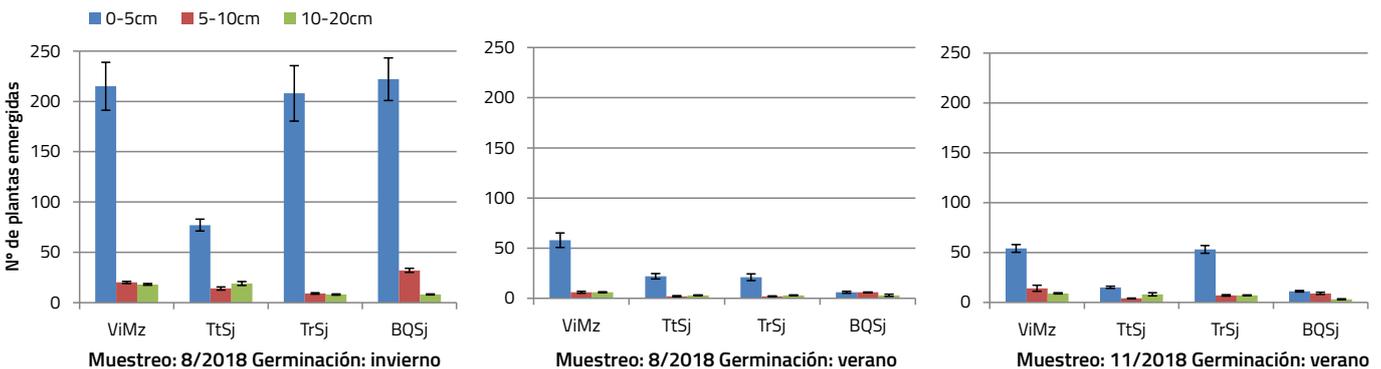
Figura 3: Biomasa de malezas en cultivos invernales (cultivo de cobertura: vicia y triticale; cultivo para grano: trigo), en un barbecho químico (BQ), ambos en 10/2018, y en cultivos estivales (maíz y soja) en 3/2019, sobre distintos antecesores (raigrás+vicia y maíz o soja, RgVi+Mz y RgVi+Sj, respectivamente; triticale+vicia y maíz o soja, TtVi+Mz y TtVi+Sj, respectivamente).



rio puede no haber sido el ideal para romper la dormición de aquellas semillas que necesitan bajas temperaturas para germinar. Un tercer momento de germinación en junio/julio será necesario para evaluar la validez de esta situación.

Entre las malezas de ciclo PEO se contabilizaron en mayor medida *Echinochloa* sp, y en menor medida *A. hybridus*. *Echinochloa* sp. mayormente germinó en los tratamientos con trigo y bajo BQ. En ambos tratamientos la germinación de *Echinochloa* sp. fue mayor cuando el cultivo antecesor fue un CC de TtVi sin importar si el cultivo estival fue soja o maíz. La emergencia de *A. hybridus* estuvo principalmente asociada a los tratamientos con CC que no recibieron aplicación de herbicidas post- y pre-emergentes como sí ocurrió en el cultivo de trigo. *A. hybridus* también emergió en suelo bajo BQ aunque en mucha menor medida que bajo CC. Un total de 14 especies fueron relevadas en el periodo experimental de evaluación de emergencia. *C. bursa-pastoris*, *D. sanguinalis*, *Stellaria media* y *L. multiflorum*, en ese orden, también germinaron con frecuencia, pero lo hicieron en menor medida que *Echinochloa* sp. y *A. hybridus*. Otras especies que fueron relevadas en el BSS de las muestras fueron: *Taraxacum officinalis*, *Coronopus didymus*, *Hypochoeris* sp., *Ligustrum* sp., *Sonchus oleraceus*, *Triticum aestivum*, *Conyza* sp. y *Datura ferox*.

Figura 4: Número de malezas emergidas en tres profundidades de suelo, para dos momentos de muestreo (8/2018 y 11/2018), y puesta a germinar en dos momentos del año (invierno y verano), en muestras de suelo bajo diferentes tratamientos, vicia-maíz (ViMz), triticale-soja (TtSj), trigo-soja (TrSj) y barbecho químico-soja (BQSj).



Los resultados en general hasta aquí relavados no sugieren algún otro efecto del cultivo antecesor (2017-2018) sobre la germinación de semillas de malezas del BSS. Por el contrario, los resultados parecieron estar más relacionados al momento en la cual se tomaron las muestras de suelo que a la historia del lote.

Conclusiones

La utilización de CC permitió reducir la emergencia de malezas con variada eficacia (triticale>vicia>trigo) aún sin la aplicación de herbicidas. Respecto a las malezas, *C. bursa-pastoris* y *L. multiflorum*, especies anuales OIP, y *Echinochloa* sp., *D. sanguinalis* y *E. indica*, especies anuales PEO, fueron las especies más predominantes de un total de 48 especies relevadas.

El mayor número de semillas de malezas del BSS se depositaron en los primeros 5 cm de profundidad del suelo. Esto permitiría asociar los resultados obtenidos a la historia reciente (último par de años) más que a un BSS persistente de larga data. Las especies de malezas anuales de ciclo PEO predominaron en BSS por sobre las especies OIP. *Echinochloa* sp., en mayor medida, y *A. hybridus* en mucho menor cantidad que la primera, fueron las dos especies PEO dominantes. *Echinochloa* sp. fue mayor cuando el cultivo antecesor fue un CC de TtVi sin importar el cultivo estival. La emergencia de *A. hybridus* estuvo principalmente asociada a escenarios previos donde no se aplicaron herbicidas.

En esta instancia temprana del SIPA, el efecto del cultivo antecesor sobre el patrón de emergencia de malezas y sobre la estructura del BSS no es concluyente. Con un BQ se logra una baja incidencia de malezas, con un impacto medioambiental potencialmente alto. La fase de transición a un sistema agroecológico supone cierta flexibilidad en la selección de las herramientas de manejo con el fin de evitar situaciones extremas de proliferación de malezas que puedan afectar negativamente la viabilidad del cambio en el modelo productivo.

II - Experiencias de formación práctica en un sistema productivo en transición agroecológica

En este apartado se presentan dos experiencias educativas en las que participaron estudiantes de grado y docentes de las cátedras Malezas y Zoología Agrícola. Ambas experiencias fueron enmarcadas curricularmente como Prácticas Preprofesionales, una alternativa que contemplan los planes de estudio para cumplir con el requisito de acreditación de horas de Curso Electivo.

Las Prácticas Preprofesionales fueron llevadas a cabo en el SIPA durante el período 2017-2020 con el objetivo de ofrecer un trayecto de formación en el contexto de un sistema extensivo en transición agroecológica. En tal sentido, las prácticas se enfocaron en lograr la caracterización de las comunidades de malezas presentes en los diferentes cultivos de servicio y en un barbecho químico (1); y de las interacciones que se producen en los bordes de los lotes de cultivo, enfocándose en especies de potencial interés agronómico (2).

Las propuestas de enseñanza privilegiaron el trabajo a campo y la adquisición de capacidades de diferente nivel de complejidad, no solo con relación a los temas disciplinares específicamente abordados por las Prácticas Preprofesionales, sino también con respecto a los componentes e interacciones del agroecosistema en general.

A su vez, cada año se realizó un Taller Integrador donde diferentes grupos de estudiantes, vinculados a prácticas desarrolladas en áreas disciplinares distintas (Zoología Agrícola, Malezas, Administración Rural, Manejo de Tierras, Fitopatología), intercambiaron y debatieron sobre los resultados de las experiencias.

Agradecimientos

Todos los estudiantes, coautores en el presente trabajo, estuvieron alta e igualmente comprometidos durante el tiempo que ha abarcado el estudio. El agradecimiento a ellos. A equipo coordinador del SIPA y a los autores de Cavallo y col. (2019) por su constante apoyo.

Referencias bibliográficas

- Bakker, J.P.; Poschlod, P.; Strijkstra, R.J.; Bekker, R.M.; Thompson, K. 1996. Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Bot. Neerlandica*. 45:461-490.
- De Souza Maia, M.; Maia, F.C.; Pérez, M.A. 2006. Soil seed banks. *Agriscientia XXIII* (1):33-44.
- Requesens, R.; Scaramuzzino, R. 1999. Composición y variabilidad espacial del banco de semillas de malezas en un área agrícola de Azul (Argentina). *Planta Daniha*. 17(2):227-232.
- Leguizamón, E.S. 2011. Competencia de malezas. Procedimientos para su monitoreo en cultivos extensivos y emisión de alertas de tratamientos de control. *Rev. Maleza. AAPRESID*. 69-76.
- Alessandria, E.; Arborno, M.; Leguía, H.; Pietrarelli, L.; Sánchez, J.V.; Zamar, J.L. 2012. Introducción de cultivos de cobertura en agroecosistemas extensivos de la región central de Córdoba. En: Alvarez, C.; Quiroga, A.; Santos, D.; Bodrero, M. (Eds.). *Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción*. Argentina. 1a Ed., Ediciones INTA, Anguil, La Pampa. 128-137.
- Zamar, J.; Alessandria, E.; Barchuk, A.; Luque, S. 2000. Emergencia de plántulas de malezas bajo cubierta de diferentes rastrojos de cultivo. *Agriscientia*. Vol. XVII:59-64.



1 - Malezas en áreas cultivables

María Cecilia Lescano; Nicolás Montero Bulacio; Federico Balassone

Introducción

La incorporación de cultivos de cobertura (CC), también llamados cultivos de servicios (CS), es una práctica cultural que ha cobrado especial relevancia en las regiones donde el régimen hídrico lo permite. Las especies utilizadas son predominantemente de ciclo invernal y su incorporación ofrece múltiples beneficios para la producción agrícola. Desde el punto de vista edáfico, la proliferación de raíces favorece la estructuración del suelo, la generación de porosidad y, por lo tanto, mejora la capacidad de drenaje del mismo. Superficialmente, la cobertura generada por estos cultivos, aumenta la rugosidad de la superficie, favoreciendo la retención y el ingreso del agua al suelo, reduciendo la erosión por escurrimiento, así como las pérdidas por evaporación.

En la protección de cultivos de renta, los CS se presentan como herramientas de gran utilidad, enfocándose principalmente en el manejo de malezas. La cobertura del suelo que estos generan, reduce la temperatura y modifica la cantidad y calidad de radiación que llega al suelo. Este cambio en el ambiente superficial afecta la dinámica de las comunidades vegetales. En las malezas invernales se produce una interacción directa por competencia, que se traduce en menor crecimiento y desarrollo de las poblaciones presentes. Dependiendo del nivel de desarrollo del CS y de la comunidad de malezas presentes, también se puede ver afectada la germinación y emergencia de malezas estivales. En estas especies, el principal efecto de los CS se genera por la cobertura que estos producen, pudiendo actuar como barrera física. Los cambios ambientales en la superficie del suelo provocan un retraso de los flujos de emergencia y una concentración de los mismos. La reducción del período crítico de competencia entre maleza y cultivos de renta, permite reducir la necesidad de intervenciones químicas.

La incorporación de cultivos de servicio se presenta como una herramienta primordial en la toma de decisión del profesional ingeniero agrónomo. En una misma práctica se busca reducir el impacto ambiental generado por el uso excesivo de fitosanitarios y maximizar la fijación de materia orgánica por parte del sistema productivo. En este sentido, incrementa la eficiencia en la utilización del agua y la radiación disponible, adquiriendo mayor sustentabilidad en el mediano y largo plazo.

Objetivo general

- Caracterizar las comunidades de malezas presentes en los diferentes CS y en un barbecho químico.

Objetivos específicos

- Adquirir destreza en el monitoreo y reconocimiento de malezas en distintos estados de desarrollo.
- Evaluar el efecto del cultivo de cobertura y los cultivos de verano sobre atributos cuantitativos de las malezas.

- Evaluar el método de rolado en la supresión del cultivo de cobertura.
- Evaluar la evolución de la cobertura durante el ciclo del cultivo de renta.
- Realizar estimaciones del rendimiento del cultivo posterior al CS: por muestreo en líneas de cultivo.
- Favorecer la interacción entre estudiantes de Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Recursos Naturales.

Materiales y Métodos utilizados

Desde el área disciplinar de Malezas se comenzó a trabajar en el SIPA en el año 2017, correspondiente a la campaña 2017-2018. La metodología utilizada en el primer año fue solamente descriptiva y se relevó la presencia de las especies de malezas en los distintos cultivos de coberturas (triticale y vicia; raigrás y vicia; avena y vicia). Se realizaron monitoreos de la comunidad de malezas presentes. Los mismos tuvieron una frecuencia quincenal en invierno y semanal en primavera y verano, y al momento de cada labor realizada (supresión del CS y siembra de los cultivos de soja y maíz). El relevamiento de las malezas se dividió en primera instancia de acuerdo al ciclo de crecimiento de las malezas, agrupándolas así en otoño-invernales y primavero-estivales.

En cada monitoreo se identificó a las malezas en base a las características morfológicas relevantes y diferenciales de acuerdo a su estado fenológico. Se registró nombre científico, ciclo de vida y familia botánica a la que pertenece. También, se evaluó el efecto de las coberturas, por su cantidad y calidad sobre las comunidades de malezas. Se analizó las relaciones entre la presencia de las malezas y la cantidad de cobertura presente y se consideraron la interacción y presencia de otras adversidades biológicas.

En el año 2018 y 2019, correspondiente a la campaña 2018-2019 y 2019-2020, la metodología utilizada se ajustó para optimizarla. Se realizaron monitoreos en momentos estratégicos del CS y el cultivo de verano. Cada muestreo incluyó 10 estaciones al azar utilizando un marco de 0,25 m². Se identificaron las especies, su estado fenológico y se determinó el número de individuo por especie. Con los datos obtenidos se determinó la DENSIDAD (d): número de individuos por m², FRECUENCIA: presencia de una especie en las estaciones de muestreos. Además, se planteó medir: la RIQUEZA (S): número de especies, la DOMINANCIA de Simpson (D): indica el grado en que una comunidad de malezas está dominada por una o más especies y la similitud a través de ÍNDICE DE SEMEJANZA DE SORESENSEN.

Los estudiantes participantes de cada año realizaron la toma y el registro de datos, el análisis de la información con los datos obtenidos y finalmente, elaboraron un informe final de la práctica desarrollada para acreditar como Práctica Preprofesional.



2 - Especies vegetales en áreas no cultivables (borde)

Montero Bulacio; Celina Fernández; María Cecilia Lescano; Federico Balassone

En un enfoque sistémico de la flora espontánea presente en los sistemas productivos, tendríamos que poder diferenciar dos situaciones muy contrastantes. En primer lugar, se dispone de una mayor proporción de superficie cultivable, en la cual se planifica el desarrollo de cultivos libres de competencia. En este sentido, toda la vegetación que se ubica dentro del diagrama de siembra se la considera maleza y, por lo tanto, causante de un perjuicio. Por otra parte, existe una menor proporción de superficie que no es cultivable. El espacio no cultivable en un sistema productivo siempre está presente en los bordes que tengan alambrado y puede aumentar cuando existen parches forestales o construcciones. El sistema productivo predominante procura reducir al mínimo posible el espacio no cultivable y realizar sobre este un manejo sanitario de malezas similar al del cultivo. La superficie que implican los bordes es reducida, en relación al interior del lote. De todas formas, podemos destacar que sobre éste área la fertilidad puede ser superior, debido a la menor extracción ejercida por la agricultura.

Es importante destacar el rol competitivo que desempeña el cultivo en el manejo integrado de malezas. En los espacios no cultivables se presenta un nicho de crecimiento rico en recursos y libre de competencia. Por esta razón, el manejo agronómico del área no cultivable debería ser diferencial al que realiza dentro del sector productivo. La intensificación del uso de herbicidas en áreas no cultivables favoreció la selección y propagación de especies problemáticas sobre estos sectores.

Los planteos productivos más difundidos consideran que toda la vegetación espontánea es una potencial maleza y se subestiman aquellas interacciones positivas que podrían aportar al agroecosistema. El principal atributo deseable en la flora espontánea sería su capacidad de albergar fauna benéfica. Entre las especies de mayor interés se destacan aquellas que proveen de recursos ecológicos como polen, néctar y exudados vegetales. Estos recursos son fuente de alimento indispensable para que la fauna benéfica logre cumplir su ciclo de desarrollo, con la mayor fecundidad posible. Con estos atributos podemos destacar especies invernales de la familia de las Apiáceas como *Conium maculatum*, *Ammi majus*, *Ammi visnaga* o *Foeniculum vulgare* y especies estivales como *Solidago chilensis*, que pertenece a la familia Asteráceas.

Otra característica deseable en la vegetación de interés es que presente baja capacidad de dispersión. Una baja capacidad de dispersión impediría un ingreso descontrolado al interior del lote, permitiendo adaptar las recomendaciones de manejo al servicio de asesoramiento integral. A su vez, en las especies de interés, es fundamental que no existan biotipos con confirmación de resistencia a herbicidas. La selección de biotipos resistentes a herbicidas en algunas especies de interés agronómico, como mostacilla (*Rapistrum rugosum*) limita las posibilidades de garantizar un manejo exitoso, en caso de invasión en el lote. De aquí se desprende entonces, un doble propósito de la ocupación del área no cultivable, con especie de interés agronómico. Por un lado, que provean de recursos ecológicos al sistema productivo y, por otro, que se establezca allí un refugio sin

presión de herbicidas, para evitar la selección de resistencia en estas especies.

Objetivo general

- Caracterizar las interacciones que se producen en los bordes de cultivo enfocándose en especies vegetales de potencial interés agronómico.

Objetivos específicos

- Adquirir destreza en el monitoreo y reconocimiento de malezas en distintos estados de desarrollo.
- Reconocer y determinar especies de potencial interés agronómico. Propuesta inicial: *C. maculatum*, *A. majus* y *S. chilensis*
- Evaluar la dinámica biológica de las especies de interés y su capacidad de establecerse y expandirse.
- Analizar la sincronía entre la fenología de las distintas especies con especial atención a los ciclos florales.
- Evaluar la producción de biomasa y semillas en las especies de interés.
- Identificar artrópodos presentes en las especies de interés y, en caso de ser posible, tipificar la interacción observada y analizar el rol del artrópodo en el manejo integrado de plagas en general.

Materiales y Métodos utilizados

Desde el área de Malezas, se comenzó a trabajar en el SIPA en el año 2018 correspondiente a la campaña 2018-2019. La primera actividad implicó la siembra de 4 espacios de 10 m cada uno, en los que se sembró *C. maculatum*, *A. majus*, *Senecio grisebachii* y *S. chilensis*. La primer Práctica Preprofesional se desarrolló en la campaña 2019-2020 y la metodología fue descriptiva. Se realizó el monitoreo, relevamiento y registro de las especies vegetales de interés, en lo que respecta a fenología y las interacciones de estas con artrópodos cuando se encontraban en floración.

Al finalizar cada campaña se realizó un intercambio interno de la cátedra y los alumnos a los fines de incorporar y eliminar las consideradas especies de interés. Del intercambio de las experiencias realizadas, se decidió modificar las especies de estudio. Se decidió no continuar con el estudio del seguimiento de *S. grisebachii*, consecuencia de una elevada mortalidad del sector a favorecida por una alta presión de fitófagos. Se continuaron las evaluaciones de *A. majus*, *C. maculatum* y *S. chilensis*, en los mismos sectores donde se establecieron exitosamente. Y se introdujeron otras especies de la familia de las Apiáceas, específicamente *A. visnaga*, *F. vulgare* y *Tordylium maximum*.



Foto 1: Pulverización irresponsable sobre línea de alambrado, lindero a un camino rural.



LOS ARTRÓPODOS EN LA AGROECOLOGÍA Y EL MANEJO DE LA DIVERSIDAD VEGETAL

Fernández, Celina¹; Nicolas Montero Bulacio² Eduardo Punschke¹; Luis Vignaroli¹; Gustavo Gonsebatt¹; Verónica Reyes¹; Ana Paula Carrizo¹; Facundo Huarte¹; Camila Hernández¹ & Guillermo Montero^{1,3}

¹Cátedra de Zoología Agrícola, ²Cátedra de Malezas.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

³IICAR UNR-CONICET.

CC 14 - 2123 Zavalla, Santa Fe.

E-mail: gmontero@unr.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El modelo productivo actual generó el desarrollo de sistemas agropecuarios basados en la implementación de paquetes tecnológicos universales, destinados a maximizar la producción por unidad de superficie. Las consecuencias negativas más evidentes han sido la contaminación de alimentos, agua, aire y suelo, ocasionado por el uso de agroquímicos en exceso (insecticidas, herbicidas, fungicidas y fertilizantes de síntesis química). Otra consecuencia negativa de gran impacto a largo plazo es la pérdida de diversidad vegetal provocada por el indiscriminado uso de herbicidas de amplio espectro, aún en áreas no cultivables como banquinas, debajo de alambrados, etc.

Numerosos estudios demuestran que en la medida que se incrementa la diversidad vegetal, teniendo en cuenta la presencia de plantas claves, la reducción de plagas alcanza un nivel óptimo, en donde los daños a los cultivos son mínimos (Altieri y Nicholls, 1999). Esto se debe por un lado, a que en un ambiente diverso es más complejo para las plagas localizar aquellas plantas deseadas (cultivos), pero por otro lado la diversidad favorece el desarrollo de enemigos naturales de las mismas plagas, es decir, el control biológico.

Las estrategias de diversificación agroecológica tienden a incrementar la biodiversidad funcional, en donde se expresan las sinergias entre organismos, que juegan papeles ecológicos claves en los agroecosistemas, logrando mayores niveles de estabilidad y resiliencia (Gurr et al., 2003; Altieri y Nicholls 2007).

La vegetación parece funcionar como un integrador de los diversos componentes, por encima y debajo del suelo, los cuales a pesar de estar espacialmente separados logran conectarse biológicamente a través de las plantas. En este contexto, los cultivos de cobertura actúan como un sistema multifuncional al intervenir simultáneamente sobre los dos aspectos claves para conversión agroecológica: activan la biología del suelo, mejorando la diversidad de la biota edáfica y aportan diversidad temporal y espacial de la vegetación, que fomenta la presencia de los artrópodos benéficos y de otros componentes de la biodiversidad (Altieri y Nicholls 2007).

Sin embargo, la transformación de sistemas convencionales a otros de base agroecológica, es un proceso complejo, en el que se articulan distintas escalas. Por lo tanto, un proceso de transición implica una multitud de efectos y de causas previstas e imprevistas que se van construyendo a lo largo del tiempo (Marasas et al., 2015).

Diversidad de artrópodos en sistemas agroecológicos en transición

A continuación se exponen los resultados de un trabajo de investigación, presentado en el 1er Congreso Argentino de Agroecología en Septiembre de 2019, Mendoza, organizado por la Sociedad Argentina de Agroecología, (Fernández et al., 2019). El objetivo del mismo fue comparar las comunidades de artrópodos epigeos, de la superficie del suelo, durante el período primaveral, en dos sitios en transición agroecológica temprana con diferentes tratamientos de cobertura del suelo. Los lotes relevados en este trabajo corresponden a las primeras etapas del proceso de transición, caracterizadas según Gliessman (2007) por la eliminación progresiva de agroquímicos, mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de uso de los insumos externos, desarrollando estrategias de manejo integrado de plagas, malezas y tierras.

Metodología

En la localidad de Zavalla, provincia de Santa Fe, se seleccionaron dos sitios de muestreo: por un lado, los lotes correspondientes al

SIPA, que está ubicado en un área periurbana de la localidad de Zavalla; y por otro lado, un área de 4 ha perteneciente al campo de un productor del distrito Zavalla, que se sitúa en el seno de la matriz agrícola local, donde se desarrolla desde hace un año, un modelo de transición semejante al del SIPA.

En cada sitio se ubicaron parcelas contiguas de 1,5 Ha con diferentes tratamientos de cobertura del suelo (CC) y una pequeña parcela testigo, en la que se realizó durante el invierno un barbecho químico tradicional para el control de malezas (BQ). En el SIPA se utilizaron como cultivos de cobertura: vicia (CC_v), triticale (CC_t) y trigo (CC_{tr}) y en el campo del productor solamente vicia y triticale.

Para realizar el muestreo de los artrópodos epigeos de la superficie del suelo se utilizaron 65 trampas pitfall en total (Imagen 1). En cada parcela se colocaron 10 trampas, a excepción del testigo en el campo del productor, donde debido al menor tamaño de la parcela,



sólo se colocaron 5 trampas. Cada trampa de 11 cm de diámetro, contenía 100 cm³ de una solución de ácido acético al 10% V/V, que fue utilizada como líquido conservante. Las capturas se extendieron durante siete días consecutivos, entre el 31/08/18 y el 07/09/18.

La estructura trófica de la comunidad se estudió asignando cada morfoespecie o menor nivel taxonómico reconocible (Richardson, 1999; Basset et al., 2000) a un grupo trófico según la información disponible en la bibliografía. Se definieron cuatro grandes grupos: herbívoros, predadores+parasitoides, detritívoros y hormigas (Hawkins y Mahon, 1989). Las hormigas se consideraron como un grupo independiente debido a que la mayoría de las especies explotan diversas fuentes de alimentos de modo oportunista. Cada morfoespecie de hormiga fue asignada a un grupo funcional, siguiendo el criterio propuesto por Vittar, 2008, para las hormigas de la Mesopotamia Argentina.

Con el fin de evaluar las diferencias en la composición específica de la artropofauna entre sitios de muestreo y entre tratamientos de cobertura del suelo se utilizó la prueba de permutaciones de respuestas múltiples (MRPP), utilizando el programa PC-ORD. Se calculó la diversidad α a través del índice de Shannon-Weaver y la equitatividad se calculó utilizando el índice de Pielou. Las diferencias en la riqueza, abundancia, diversidad y equitatividad totales entre sitios de muestreo se evaluaron por medio un test *t* de diferencia de medias y las diferencias entre tratamientos dentro de cada sitio a través de ANAVA, transformando los datos como $\log_{10}(x+1)$ cuando no presentaron distribución normal. Las mismas variables se analizaron para grupo trófico, en los distintos tratamientos de cobertura, a través de un análisis de la varianza no paramétrico (Prueba de Kruskal-Wallis), debido a que no fue posible normalizar los datos originales. Los cálculos se realizaron con el programa Infostat, versión 2010.

Resultados y discusión

Se capturaron 4332 individuos de 99 especies/morfoespecies diferentes. El 53% del material fue determinado al nivel específico, el 7% al nivel genérico y 40% restante como morfoespecies diferentes a las anteriores.

La estructura trófica de las comunidades de artrópodos epigeos de la superficie del suelo presentó diferencias entre sitios de muestreo. El grupo más abundante fue el de los detritívoros, cuya pro-

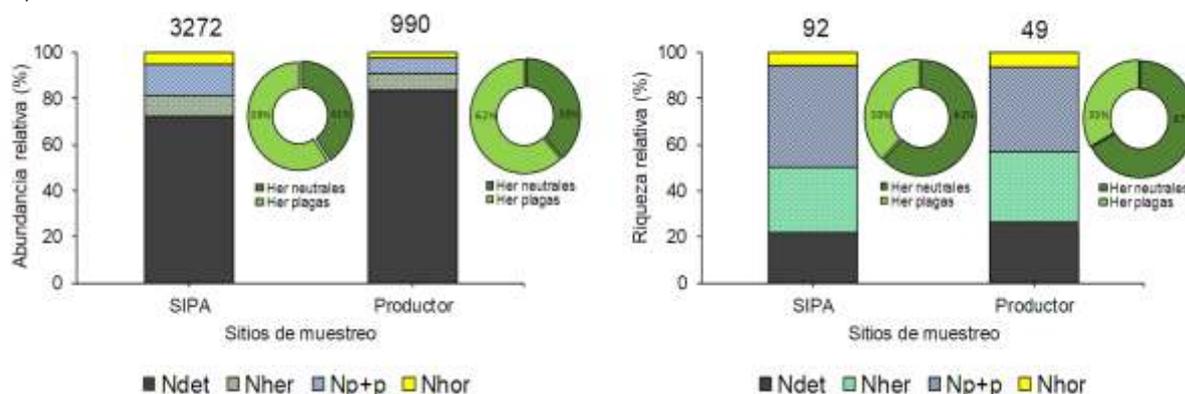
Imagen 1: Detalle de trampa pitfall.



porción varió entre 72 y 84% en el SIPA y el campo del productor respectivamente; no obstante la riqueza relativa de este grupo trófico no superó el 27% en ambos sitios (Fig. 1), en coincidencia con lo detectado en otros estudios locales (Cánepa et al., 2013; Lietti et al., 2008; Montero, 2008; Montero, 2010). En oposición a otros estudios regionales (9, 10) realizados en agroecosistemas con manejo tradicional, donde muy pocas especies de Diplopoda e Ispoda son dominantes y alcanzan una abundancia similar a la de la clase Insecta, en el área de trabajo la especie dominante fue un colémbolo de la familia Entomobryidae (sp. 7208), que estuvo presente en todos los muestreos (frecuencia 100%) y representa el 51 y el 62% de la abundancia total en el SIPA y el campo del productor respectivamente. En el área de estudio fueron registrados con abundancias de alrededor de 0,19 individuos trampa⁻¹ día⁻¹ (Montero, 2008) y en los lotes de transición ahora estudiados alcanzan una abundancia de 6,03 y 3,62 individuos trampa⁻¹ día⁻¹, en el SIPA y el campo del productor respectivamente. La presencia de estos colémbolos está ligada a ambientes frescos, húmedos y con alto contenido de materia seca superficial y se asocian a las etapas finales del proceso de descomposición de la materia orgánica. La disminución progresiva de las aplicaciones de herbicidas en el proceso de transición también posiblemente favorezca el incremento de sus poblaciones locales (Milton y Kaspary, 20078).

La abundancia relativa de herbívoros es baja (inferior al 9%) en ambos sitios y su riqueza fue 28 y 31% (Fig. 1). La proporción neutrales/plagas se incrementa levemente con el transcurso del tiem-

Fig. 1. Estructura trófica de los ensambles de artrópodos epigeos en dos sitios de transición, con manejo agroecológico, en el distrito Zavalla (Santa Fe).



po de transición. Los herbívoros más abundantes fueron dos especies polífagas de pequeño tamaño (*Aphis gossypii* y *Caliothrips phaseoli*) que se pueden dispersar por el viento y se concentraron en las áreas de BQ, donde dada la escasa vegetación que crece por encima de las trampas, la posibilidad de ser capturados en las mismas se incrementa.

La abundancia relativa del conjunto de predadores y parasitoides en el SIPA fue el doble de la registrada en el campo del productor y la riqueza relativa fue 22% mayor (Fig. 1). Atribuimos esta diferencia a la mayor heterogeneidad estructural que va adquiriendo el hábitat en el transcurso de la transición. El establecimiento de vegetación diversa en los bordes, combinada con los cultivos de cobertura dentro de los lotes, permiten el establecimiento de microclimas variados, proveen sitios de refugio invernales y sitios seguros para la reproducción, mantienen la presencia de herbívoros neutrales que pueden ser presa de predadores generalistas y proveen de alimentos alternativos para los parasitoides (Montero, 2008).

En el caso de las hormigas, la abundancia relativa fue casi el doble en el SIPA y la riqueza relativa fue baja y semejante en ambos sitios (Fig. 1). El grupo funcional "Dolichoderinas dominantes", conforma-

do exclusivamente por la especie *Linepithema humilis* fue el más abundante en ambos sitios, 69 y 41% en el SIPA y el campo de productor respectivamente. Las "Mirmicinas generalistas" compuesto por especies del género *Pheidole* fueron el principal grupo de hormigas en el campo del productor. Las "Especialistas de climas subtropicales", compuestas mayoritariamente por dos especies de Attini cortadoras del género *Acromyrmex* (*A. lundii* y *A. striatus*), sólo estuvieron presentes en baja proporción (12%) en el SIPA.

La composición específica difiere entre sitios de muestreo. En el SIPA se detectó mayor abundancia media, riqueza y diversidad; la equitatividad no difiere entre sitios. La abundancia y la riqueza de detritívoros, herbívoros totales, predadores + parasitoides y hormigas es mayor en el SIPA (Tabla 1).

En el SIPA la composición específica difiere entre el testigo con BQ y los diferentes CC. La abundancia de artrópodos es menor en CC_{VI}. La riqueza no difiere entre tratamientos y testigo, mientras que la diversidad y la equitatividad son menores en CC_{TR}. La abundancia media de detritívoros es menor en CC_{VI}, la abundancia media de hormigas es menor en CC_{VI} y CC_{TR}, y la abundancia media de herbívoros plaga es mayor en el testigo con BQ (Tabla 2).

Tabla 1. Parámetros comunitarios de los ensamblajes de artrópodos epigeos en dos sitios de transición, con manejo agroecológico, en el distrito Zavalla (Santa Fe). Los valores representan media ± error estándar.

Variables	Sitios		Estadístico	Probabilidad
	SIPA	PRODUCTOR		
Composición específica (MRPP)	A	B	-5,57	0,002
Abundancia (Nº individuos/trampa)	83,03±5,96 a	42,13±5,06 b	5,23	<0,001
Riqueza (Nº morfoespecies/trampa)	16,13±0,68 a	8,71±0,58 b	8,33	<0,001
Diversidad (Índice de Shannon & Weaver)	1,86±0,06 a	1,33±0,05 b	6,61	<0,001
Equitatividad (Índice de Pielou)	0,68±0,02	0,64±0,02	1,18	0,241
Abundancia Detritívoros	59,00±4,94 a	34,29±4,44 b	3,40	0,001
Riqueza Detritívoros	5,45±0,27 a	3,46±0,21 b	5,87	<0,001
Abundancia Herbívoros	7,60±1,04 a	3,08±0,57 b	3,45	0,001
Riqueza Herbívoros	2,88±0,25 a	1,71±0,24 b	3,15	0,002
Abundancia Predadores + Parasitoides	11,05±0,78 a	2,79±0,42 b	9,34	<0,001
Riqueza Predadores + Parasitoides	6,40±0,37 a	2,29±0,32 b	8,45	<0,001
Abundancia Hormigas	4,15±0,98 a	0,92±0,26 b	3,19	0,003
Riqueza Hormigas	0,90±0,12 a	0,50±0,12 b	2,24	0,030

Tabla 2. Parámetros comunitarios de los ensamblajes de artrópodos epigeos con distintos tratamientos de cobertura del suelo, en dos sitios de transición, en el distrito Zavalla (SF). Los valores representan media ± error estándar.

Variables	Tratamientos de cobertura				Estadístico	Probabilidad
	VICIA	TRITICALE	TRIGO	TESTIGO		
SIPA						
Composición específica (MRPP)	A	A	A	B	-3,88	0,002
Abundancia (Nº individuos/trampa)	56,40±6,91 b	97,40±9,08 a	86,20±15,01 a	92,10±12,18 a	8,50	0,037
Riqueza (Nº morfoespecies/trampa)	15,70±0,91	16,0±1,15	15,90±2,10	16,90±1,13	0,86	0,834
Diversidad (Índice de Shannon & Weaver)	2,05±0,09 a	1,48±0,10 b	1,88±0,15 a	2,03±0,09 a	11,98	0,007
Equitatividad (Índice de Pielou)	0,75±0,03 a	0,54±0,03 b	0,70±0,04 a	0,73±0,03 a	15,79	0,001
Abundancia Detritívoros	36,60±4,85 b	78,20±8,14 a	60,10±11,41 a	61,10±10,33 a	10,73	0,013
Abundancia Hormigas	0,70±0,30 b	1,90±0,66 b	7,00±2,74 a	7,00±2,20 a	9,18	0,023
Abundancia Herbívoros Plaga	3,80±1,95 b	1,50±0,27 b	2,30±1,03 b	10,20±2,81 a	14,34	0,002
PRODUCTOR						
Composición específica (MRPP)	A	A		A	-0,48	0,269
Abundancia (Nº individuos/trampa)	42,70±8,66	37,00±4,83		50,20±16,04	0,33	0,849
Riqueza (Nº morfoespecies/trampa)	8,70±1,15	8,78±0,60		8,60±1,44	0,21	0,899
Diversidad (Índice de Shannon & Weaver)	1,31±0,08	1,36±0,08		1,34±0,10	0,05	0,975
Equitatividad (Índice de Pielou)	0,64±0,04	0,63±0,03		0,65±0,07	0,17	0,917

En el campo del productor la composición específica no varió entre el BQ y los CC. La abundancia, riqueza, diversidad y equitatividad no difirieron entre los tratamientos evaluados. La abundancia y riqueza medias de los diferentes grupos tróficos no difirieron entre tratamientos (Tabla 2).

Conclusión

En el sitio con mayor tiempo de transición se detectó diferente composición y valores más elevados en todos los parámetros comunitarios relevados. Los cultivos de cobertura modificaron diferencialmente estos parámetros comunitarios sólo en el sitio más antiguo.

Bordes de biodiversidad y su rol en el control de plagas.

Incrementar la diversidad vegetal es clave para la estabilidad de los agroecosistemas. Además de incrementar la diversidad de cultivos y en este sentido incorporar cultivos de cobertura es fundamental, la vegetación acompañante, definida como aquella que crece tanto de manera espontánea como implantada por el hombre alrededor de los lotes cultivados, es una estrategia valiosa con múltiples beneficios si se maneja correctamente.

Las plantas acompañantes son responsables de sostener en el tiempo servicios ecosistémicos como la polinización y el control biológico de plagas, brindando polen, néctar, exudados de nectarios extra-florales o de heridas y presas alternativas, como así también brindando refugio para la cópula y hibernación de numerosos enemigos naturales de plagas, entre los que se encuentran predadores y parasitoides (Montero, 2008; Fernández, 2014)

Si bien algunas plantas espontáneas pueden actuar como reservorio de insectos plaga, muchas sostienen poblaciones de insectos herbívoros que resultan ser neutrales para los cultivos, es decir, que nunca ocasionan daño económico. Estos resultan en un beneficio indirecto ya que actúan como fuente de alimento para predadores generalistas, que luego colonizan los lotes de cultivo y se alimentan de plagas. Un ejemplo de esto puede verse al utilizar especies de la familia Asteraceae (Achicoria, Caléndula, etc) o de la familia Brassicaceae (nabo, mostaza, etc.) como acompañantes de cultivos invernales de gramíneas: las asteráceas y brasicas son hospedantes de especies de pulgones que no se comportan como plagas en cultivos de gramíneas, pero que sí son atacados por los mismos predadores y parasitoides de los áfidos plaga de trigo, avena, triticale, etc. (Pulgón Verde, Pulgón de la Espiga, etc). De esta manera los enemigos naturales se desarrollan en las plantas acompañantes hasta la aparición de los pulgones plagas, estos comienzan a

ser controlados sin llegar a picos poblacionales que comprometan la producción, (Fernández, 2014; San Pedro, 2019). (Imagen 2).

Con respecto al **recurso floral**, la calidad y cantidad del néctar varían según la especie vegetal, así como también lo hace la accesibilidad a las flores por parte de los insectos y en este sentido influyen el tamaño y profundidad de la corola, ubicación de nectarios, presencia de nectarios extra-florales, etc. Según estudios, las plantas de la familia Apiaceae son altamente visitadas por parasitoides y predadores. (Bugg y Wilson, 1989; Lixa, et al., 2010; San Pedro, 2019), esta familia botánica se caracteriza por poseer flores pequeñas, con abundante cantidad de néctar y polen y a su vez posee numerosos nectarios extra-florales, accesibles para enemigos naturales de tamaño pequeño.

Finalmente, el momento de floración y la disponibilidad del recurso floral a lo largo de la campaña agrícola son importantes para definir la **diversidad temporal**. Esto permite sostener a las poblaciones de enemigos naturales a lo largo del año y condiciona la sincronización entre la presencia de estos y la aparición de plagas en los cultivos, de manera de disminuir los picos poblacionales en el momento oportuno. En este sentido, en comunidades vegetales diversas, se verifica la superposición en la floración de las distintas especies, generando estabilidad en la oferta de los recursos alimenticios (Ramirez et al. 1998; Gross et al. 2000).

Resumiendo, potenciar los servicios ecosistémicos del control de plagas se logra incrementando la diversidad vegetal: funcional y temporal, para lo cual es preciso el uso de plantas acompañantes, espontáneas o cultivadas, seleccionadas para tal fin. Por lo tanto, la clave es, no solo identificar qué plantas más adecuadas (Altieri, 1999; Nicholls, 2006), sino también conocer su biología y manejo.

Dentro del módulo SIPA, se implantó un borde de 4 metros de ancho por todo el perímetro del módulo, con el fin, no solo de potenciar el control biológico de insectos plagas, sino también de generar conocimientos y experiencias sobre la dinámica de estos bordes de biodiversidad.

El objetivo principal fue generar un espacio con recurso floral con diversidad funcional y temporal, sostenido a lo largo de la campaña agrícola y a través de los años. Por otro lado, estos espacios deben ser de bajo mantenimiento. Para la elección de las especies también se tuvo en cuenta que las mismas sean factibles de conseguir en el mercado, a un precio razonable. Esto podría generar nuevas oportunidades de negocios para la producción de semillas de mezclas específicas.

Imagen 2. Ejemplo del beneficio de los herbívoros neutrales en el control biológico de plagas.



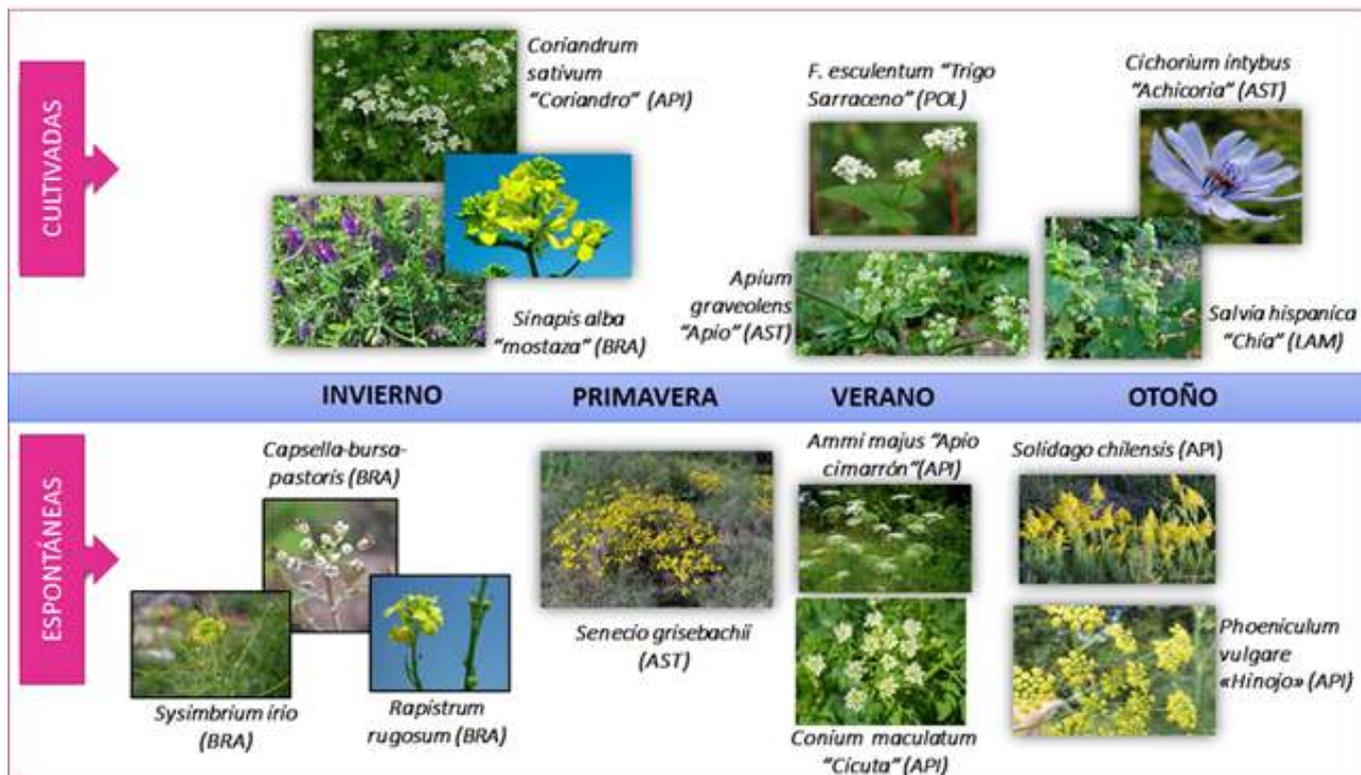
En la primavera del 2017 se implantó una mezcla de especies de diferentes familias botánicas, con predominancia de las apiáceas: chia, vicia, coriandro, mostaza, apio, achicoria, zanahoria y trigo sarraceno. A lo largo del tiempo se observó el comportamiento de las plantas y la ocurrencia de la floración.

La siembra se realizó al voleo, previa preparación del suelo con dos pasadas de disco. Debido al tamaño diferente de las semillas de cada especie, lograr homogeneidad en la siembra fue bastante difícil, por lo cual se evidenciaron sectores con predominancia de algunas especies sobre otras. La competencia entre ellas y para con las malezas existentes es un factor a considerar: al inicio del verano, se realizó una pasada con segadora inmediatamente por arriba de las plantas implantadas, de esta manera se logró disminuir la competencia de las gramíneas de verano y otras malezas de hoja ancha. A pesar de las labores de preparación, se obtuvo una muy baja población del trigo sarraceno, mientras que la chíá, que posee un rápido crecimiento, dominó la mezcla en lugares donde su densidad fue un poco más elevada, desplazando al resto de las especies. Algunas especies de ciclo invernal tardaron en emerger pero se logró llegar al otoño con un buen stand de plantas de coriandro, vicia y mostaza. Durante la campaña siguiente se pudo observar una aceptable resiembra de coriandro, chíá y mostaza, mientras que se observó la permanencia a lo largo de toda la campaña de achicoria. (Imagen 3, 4 y 5).

Imagen 3. Vista del borde implantado a principios de primavera.



Imagen 4. Secuencia temporal de las especies cultivadas y espontáneas en el borde de biodiversidad.



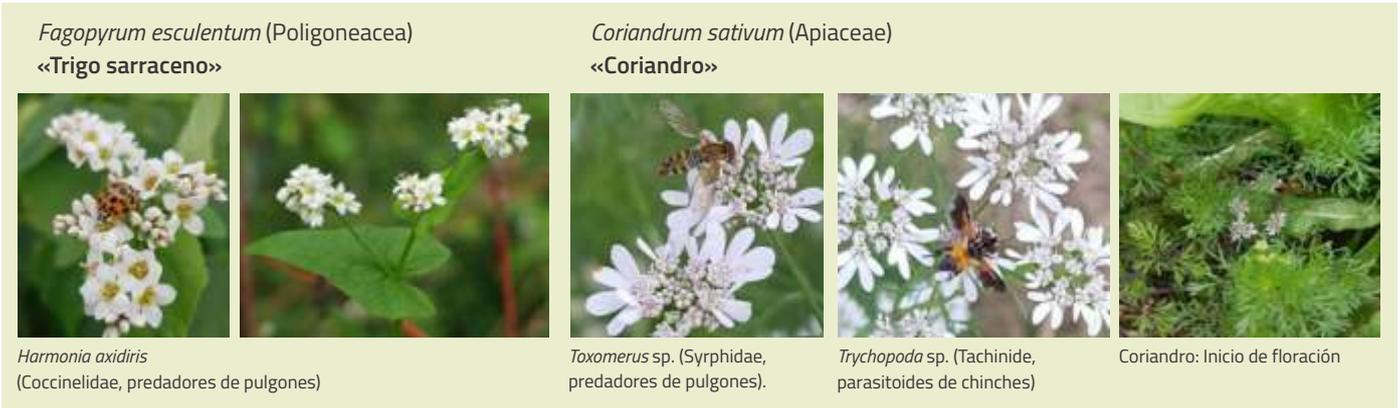
Experiencias con especies espontáneas

En un sector del borde, sobre el lateral N, se dispuso un área para la evaluación de especies no cultivables. Las actividades comenzaron a desarrollarse en el año 2018 y se decidió trabajar inicialmente con *Solidago chilensis*, *Senecio grisebachii*, *Ammi majus* y *Conium maculatum*. La elección de estas especies se relaciona con su abundancia en

áreas no cultivables de la región y con su validación como recurso floral para los enemigos naturales en diversos trabajos exploratorios anteriores. En la campaña 2020/21 continúan en estudio las poblaciones de *Solidago chilensis*, *Ammi majus* y *Conium maculatum* y se agregaron *Ammi visnaga*, *Foeniculum vulgare* y *Tordylium maximum*.



Imagen 5. Enemigos naturales registrados en el borde biodiversidad en trigo sarraceno y coriandro.



Asteraceae. *Senecio grisebachii*

La población de *Senecio grisebachii* se introdujo en el SIPA, sembrando muestras de semillas obtenidas durante el verano 2017/18 y posteriormente se trabajó con el trasplante de individuos perennes. Las muestras de semillas se sembraron el 5 de junio de 2018. Se establecieron 2 parcelas borde, de 10m de largo y 2m de ancho. En una parcela se mantuvo la superficie cubierta por rastrojo de soja y en la otra, se retiró el rastrojo con rastrillo. Inmediatamente después de la siembra, se realizó un riego con 20 litros de agua. En los primeros días de agosto, se observó la emergencia de *S. grisebachii* en la parcela sin rastrojo. También durante el mes de agosto, se procedió a realizar el trasplante de individuos perennes extraídos de caminos rurales de la localidad de Zavalla. (Imagen 6).

La población de esta especie incrementó la cobertura del suelo durante la primavera y el verano 2018/19 sin alcanzar el estado reproductivo. En el otoño de 2019 cubría la totalidad del área sem-

brada y se mantenía en estado vegetativo. En este momento se registró una población de *Largus rufipennis* (Largidae; Hemiptera) en toda la extensión del borde. Esta especie es fitófaga, generalista y se mantuvo alimentándose de *S. grisebachii* durante toda la estación fría. (Imagen 7).

Durante el invierno 2019 se presentaron heladas frecuentes e intensas. Estos eventos generaron daños foliares leves y no redujeron el desarrollo vegetativo del borde. En el inicio de la primavera el crecimiento fue vigoroso presentando ramificaciones basales numerosas. (Imagen 8).

El inicio de la floración ocurrió a principios del mes de octubre. La población de *L. rufipennis* continuó alimentándose en hojas y tallos y se comenzaron a observar daños significativos en el tejido vegetal. A su vez, se detectó otro Hemiptera, *Nysius* sp. (Lygaeidae) alimentándose de las inflorescencias. (Imagen 9)

Imagen 6. *Senecio grisebachii*. Emergencia de semilla y trasplante de individuos perennes

Imagen 7. *Largus rufipennis* alimentándose de *Senecio grisebachii*

Imagen 8. *Senecio grisebachii*. Desarrollo vegetativo, inicio primavera 2019



Los daños producidos por fitófagos se mantuvieron en aumento desencadenando la muerte de la mayoría de los individuos, a su vez, la mayoría de los ápices no alcanzaron el estado de floración y muchas de las inflorescencias no lograron la producción de semillas. La población de *S. grisebachii* terminó su ciclo o murió por daños asociados a fitófagos, a finales de noviembre de 2019. Se extrajeron muestras de plantas y se analizó el interior de los tallos. Se encontraron larvas y pupas de coleópteros de la familia Cerambycidae en la mayoría de los tallos analizados. Estos insectos realizaron daño barrenando los tallos, contribuyendo al daño general y la muerte de la especie vegetal. (Imagen 10)

Asteraceae. *Solidago chilensis*

Se comenzó a trabajar con esta especie en febrero de 2018. Se trasplantaron a macetas 35 individuos en estado vegetativo, con tallos de 10 a 20 cm y rizomas de al menos 10 cm. (Imagen 11)

La supervivencia a los 21 días del trasplante fue del 100%. La mayor parte de la población se mantuvo en estado vegetativo hasta el invierno. Una baja proporción de individuos alcanzó el estado reproductivo en el otoño.

Durante el invierno de 2018, se observó senescencia de los ápices que superaron la etapa reproductiva y daños causados por heladas en los tallos vegetativos remanentes. Por otra parte, desde el mes de junio, se destacó la emergencia de nuevos vástagos en la periferia de las macetas.

En la primavera de 2018 se observó la emergencia de numerosos vástagos, producto del desarrollo de rizomas. La mayoría de los tallos floreció en un período de tiempo que se extendió desde finales de febrero hasta el mes de abril. Se extrajo la producción de semillas y se almacenaron para sembrar en la primavera siguiente.

En el mes de octubre de 2019 se realizó una evaluación de siembra con distintos propágulos. Se realizaron 3 tratamientos con 20 macetas cada uno. Los tratamientos fueron semillas incorporadas al suelo, rizomas con 3 nudos y rizomas con 6 nudos. A los 21 días después de la siembra, el tratamiento de semillas fue el que logró la mayor emergencia con un 90% de macetas con plantas. Los tratamientos con rizomas fueron menos efectivos, se logró una emergencia de 25% con rizomas de 6 nudos e inferior al 10% con rizomas de 3 nudos.

En noviembre de 2019 se realizó el trasplante de *Solidago chilensis* al borde norte del SIPA. Para esta tarea se eliminaron las otras especies presentes y se utilizó una superficie de 5m. En una mitad se trasplantaron individuos provenientes de semillas y en la otra mitad plantas de rizoma. (Imagen 12)

Se realizaron 2 riegos con frecuencia semanal y se logró un establecimiento muy satisfactorio de todas las plantas. El sector presentaba una comunidad abundante de malezas compuesta principalmente por gramíneas, las cuales fueron controladas de forma manual.

Imagen 9. *Senecio grisebachii*. inicio de floración Presencia de *Nysius sp.*



Imagen 10. *Senecio grisebachii*. muerte generalizada y barrenador de tallo



Imagen 11. Población transplantada de *Solidago chilensis*



Imagen 12. Plantación de *Solidago chilensis*



Las diferencias en el crecimiento entre individuos provenientes de semillas e individuos perennes dejaron de ser apreciables en el mes de enero. En este momento se encontró la mayoría de los tallos en estado vegetativo avanzado y se observaron los primeros individuos en estado reproductivo (primordio floral). La antesis inició a mediados del mes de enero de 2020.

La población alcanzó la floración plena a fines de febrero y principio de marzo sin diferenciarse las plantas según procedencia. (Imagen 13)

La floración se extendió hasta principio del mes de abril y posteriormente comenzó la dispersión de semillas y la senescencia. Desde el mes de junio se evidenció la presencia de nuevos vástagos colonizando el área periférica. Para favorecer la especie de interés, se realizó control mecánico, de las demás especies vegetales. *S. chilensis* mantuvo un activo desarrollo vegetativo durante todo el invierno, formando rosetas de diversos tamaños. Podemos destacar que la ocurrencia de heladas, no generó daños apreciables, a pesar de ser una especie de ciclo estival. (Imagen 14)

Apiaceae. *Ammi majus* y *Conium maculatum*

Se trabajó de manera simultánea las poblaciones de *A. majus* y *C. maculatum*. Se cosecharon muestras de semillas en bordes y banquetas durante el verano 2017/18. Las muestras se mezclaron y se sembraron en el borde N del SIPA, el 5 de junio de 2018. Se establecieron 2 parcelas borde, de 10m de largo y 2m de ancho. En una parcela se mantuvo la superficie cubierta por rastrojo de soja y en la otra se retiró el rastrojo con rastrillo. Inmediatamente después de la siembra, se realizó una remoción leve de la superficie

del suelo y se realizó un riego con 20 litros de agua.

En los primeros días de julio se observó emergencia de ambas especies con mayor abundancia en la parcela sin rastrojo. La parcela con rastrojo presentó densidades inferiores a 5 plantas/m², para ambas especies. En las evaluaciones posteriores se observó mayor desarrollo en la parcela sin rastrojo y continuó incrementando la emergencia en la parcela con cobertura de rastrojo. (Imagen 15).

Las poblaciones de ambas especies se mantuvieron en estado vegetativo durante el mes de agosto y septiembre (Imagen 16). La competencia con gramíneas invernales (*Bromus catharticus* y *Lolium multiflorum*) limitó el desarrollo de las poblaciones y generó mortalidad de plantas en ambas especies.

Los individuos sobrevivientes de *C. maculatum* iniciaron el estado reproductivo los primeros días de octubre y lograron producir semillas. La población de *A. majus* por su parte, presentó mayor supervivencia e inició el estado reproductivo a fines del mes de octubre. Podemos establecer como conclusión preliminar de esta primera experiencia, que la siembra se realizó de manera tardía respecto del momento ideal. En ambas poblaciones, el flujo de emergencia inicia en el mes de abril y la siembra se realizó en junio.

En abril del año 2019 se observó la emergencia debajo de la vegetación presente, sin realizar una nueva siembra. Para favorecer las poblaciones de interés, se realizó control manual de las especies

Imagen 13. *Solidago chilensis* Floración plena e inicio de dispersión de semillas.



Imagen 14. *Solidago chilensis* Desarrollo vegetativo invernal.



Imagen 15. *Ammi majus* y *Conium maculatum* Emergencia en parcela sin rastrojo



vegetales extrañas. Durante fines de otoño y principio del invierno, ambas poblaciones lograron cubrir la mayor parte del área sembrada. En el invierno de 2019 se presentaron heladas frecuentes e intensas, que generaron daños foliares leves en los individuos más desarrollados. (Imagen 17).

Las especies en estudio desarrollaron su etapa reproductiva en distintos momentos. *C. maculatum* inició la floración a mediados del mes de agosto y se extendió hasta finales de octubre. *A. majus* por su parte, inició a finales de octubre y se extendió hasta los primeros días de enero. La sucesión de estas etapas reproductivas permitió disponer, durante un período prolongado y continuo, de recursos néctar y polen. (Imagen 18, 19 y 20)

C. maculatum, en sus individuos más desarrollados, presentó 1,5 a 2m de altura y numerosas ramificaciones. En *A. majus* por su parte, la altura promedio estuvo entre 0,75 y 1,25m.

En el mes de noviembre se cosecharon 4 muestras de 1m² de *C. maculatum* para evaluar la producción de semillas. Las muestras extraídas presentaron densidades de 2 a 12 plantas/m² y se regis-

tró una producción promedio de 94.366 semillas/m². El rango observado fue de 67.000 a 120.000 semillas/m², siendo la densidad de 10 plantas/m², la muestra que registró mayor producción de semillas. El peso de las semillas de *C. maculatum* fue de 2,74 g/1000 semillas.

En el mes de enero se realizó la cosecha de la población de *A. majus* con el mismo objetivo. Las muestras extraídas presentaron una densidad promedio de 79 plantas/m² con una rango de 19 a 190 plantas/m². La producción promedio fue de 89.326 semillas/m². La densidad de 21 plantas/m² tuvo una fecundidad de 64.456 semillas/m² y la de 190 plantas/m² produjo 142.496 semillas/m². El peso de las semillas de *A. majus* fue de 0,525 g/1000 semillas.

Apiaceae. *Ammi visnaga*, *Foeniculum vulgare* y *Tordylium maximum*
Durante el verano de 2019/20 se relevaron bordes y banquinas de la región, con el objetivo de identificar especies de interés para incorporar el SIPA. Dentro de la familia Apiaceae se destacaron las poblaciones de *A. visnaga*, *F. vulgare* y *T. maximum*.

Imagen 16. *Ammi majus* y *Conium maculatum* Estado vegetativo inicial



Imagen 18. Agosto 2019 *Ammi majus*. Vegetativo avanzado *Conium maculatum*. Inicio de floración



Imagen 19. Octubre 2019 *Ammi majus*. Primordio floral *Conium maculatum*. Plena floración



Imagen 17. *Ammi majus* y *Conium maculatum* Estado vegetativo invierno 2019



Imagen 20. Diciembre 2019 *Ammi majus*. Plena floración *Conium maculatum*. Fin de llenado de granos



Se tomaron muestras de semillas y se sembraron en junio de 2020, en el invernáculo de la cátedra de Malezas (Imagen 21, 22 y 23). Las tres especies emergieron de forma abundante a los pocos días después de la siembra. Se mantuvieron en invernáculo durante el mes de julio y después se expusieron a condiciones ambientales hasta que fueron trasplantadas en el borde N del SIPA, el 19 de agosto de 2020. Las tres especies presentaron una supervivencia total al trasplante y su evaluación continúa en curso durante la campaña 2020/21.

Observación de fauna benéfica en las especies espontáneas evaluadas.

Durante la primavera de 2019 se observaron los ensambles de artrópodos en estas especies, a fin de corroborar su rol sosteniendo fauna benéfica. (Figura 2 y 3)

Entre las especies de enemigos naturales, que se han registrado, las más abundantes pertenecen a la familia Coccinellidae (Coleoptera), estos insectos actúan como predadores de pulgones y otros insectos pequeños, tanto en estado de larva como de adulto. Por otra parte también se constató la presencia de adultos de Tachinidae (Diptera), parasitoides de chinches, y adultos de Syrphidae (Diptera), quienes actúan predando pulgones en estado de larva. (Imagen 24)

Finalmente, para comenzar a evidenciar el efecto de la presencia de un borde de biodiversidad, en la campaña 2019-2020 se comparó la

abundancia de enemigos naturales en lotes de soja del módulo SIPA y en un lote con manejo convencional ubicado dentro del campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, adyacente al parque. Los monitoreos se realizaron cada 15 días durante todo el ciclo del cultivo. La comparación de medias mediante test no paramétrico, Kruskal Wallis, indicó que la abundancia de enemigos naturales (predadores+parasitoides) fue significativamente mayor en módulo SIPA que en el lote convencional (H: 5.93; p:0.072). (Figura 4).

CONCLUSIONES.

Se pudo constatar que la presencia de un borde de biodiversidad, integrado por especies vegetales especialmente seleccionadas,

Figura 2. Artrópodos sobre flores de plantas espontáneas

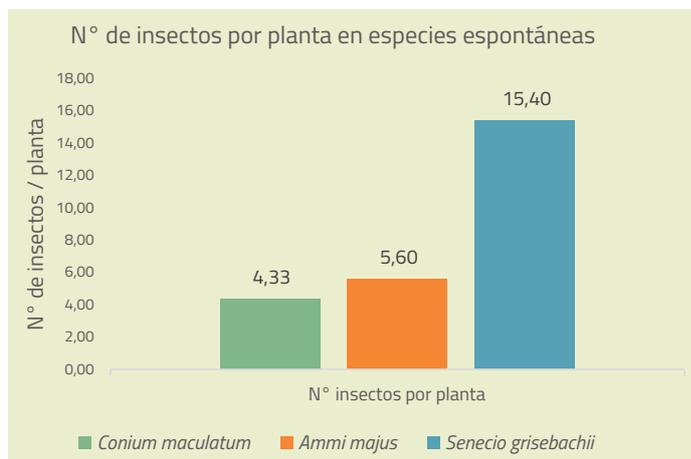


Imagen 21. *Ammi visnaga*



Imagen 22. *Foeniculum vulgare*



Imagen 23. *Tordylium maximum*



Figuras 3. Porcentaje de participación de cada grupo de insectos en las flores de *A. majus*, *C. maculatum* y *S. grisebachii*.

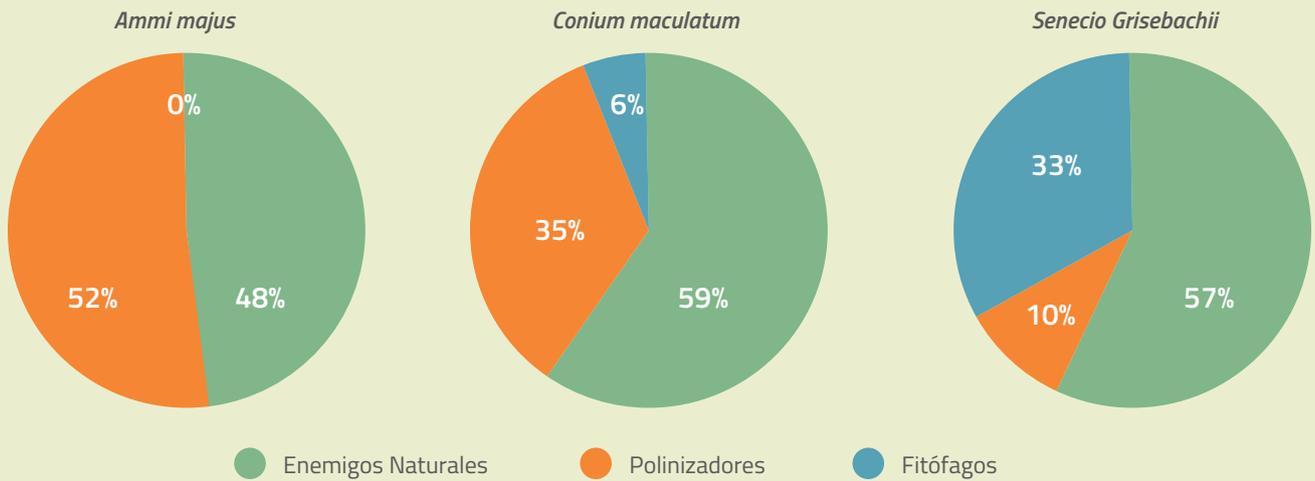


Imagen 24. Artrópodos en *Ammi majus*



con predominancia de Apiaceae, aumenta considerablemente la presencia de enemigos naturales. Sin embargo, es necesario continuar con los estudios de las dinámicas de plagas en los cultivos aledaños, para dimensionar adecuadamente la eficiencia del control biológico y el efecto del mismo sobre la producción. Por otro lado, el manejo de estos espacios implica observación e intervenciones continuas para mantener y potenciar los servicios ecosistémicos deseados, con lo cual es necesario continuar con los trabajos experimentales para conocer más acerca de su manejo.

Bibliografía.

- ALTIERI, MA; NICHOLLS, CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16(1):3-12.
- BASSET, Y.; NOVOTNY, V.; MILLER, S. E. y PYLE, R..2000. Quantifying biodiversity: experience with parataxonomists and 122 digital photography in Papua New Guinea
- BUGG, R. L., & WILSON, L. T. (1989). *Ammi visnaga* (L.) Lamarck (Apiaceae): associated beneficial insects and implications for biological control, with emphasis on the bell-pepper agroecosystem. *Biological Agriculture & Horticulture*, 6(3), 241-268.
- CÁNEPA, ME; LIETTI, MM; REYES, V; PIGOZZI, L; VIGNAROLI L; ASSELBORN JP; CALCABRINI, M; MONTERO, GA. 2013. Variación estacional de la relación entre la macrofauna del suelo y características ambientales en barbechos de soja con diferente manejo de la vegetación. III Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos. 1-10.

Figura 4. N° de enemigos naturales en Cultivo de soja con manejo agroecológico y convencional.



- FERNÁNDEZ, C.; E. PUNSCKE; LA. VIGNAROLI; GF. GONSEBATT; V. REYES; I. PARACHÚ; AP. CARRIZO; F. HUARTE; C. HERNANDEZ & GA. MONTERO. 2019. Diversidad de artrópodos epigeos en lotes en transición agroecológica, con diferentes cultivos de cobertura en la localidad de Zavalla (SF). Libro de Publicaciones, I Congreso Argentino de Agroecología, pp. 531-535 (Argentina, español). ISSN impreso: 0370-4661.
- FERNÁNDEZ, C.A. 2014. Ensamblajes de artrópodos en Brassicaceae cultivadas y espontáneas en agroecosistemas. Tesis

- presentada para optar al grado de Magíster en Manejo y conservación de recursos naturales. Zavalla, Santa Fe, Argentina
- GLIESSMAN, SR; ROSADO-MAY, FJ; GUADARRAMA-ZUGASTI, C; JEDLICKA, J; COHN, A; MENDEZ, VE; COHEN, R; TRUJILLO, L; BACON, C.; JAFFE, R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas* 16(1):13-23.
 - GURR, GM; WRATTEN, SD; LUNA, JM. 2003. Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. *Basic and Applied. Ecology* 4:107–116.
 - HAWKINS, CP; Mac MAHON, JA. 1989. Guilds: the multiple meanings of a concept. *Ann. Rev. Entomol.* 34: 23-451.
 - LANDIS, D.A.; WRATTEN, S.D.; GURR, G.M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual review of entomology*, 45(1), 175-201.
 - LIETTI, M; GAMUNDI, JC; MONTERO, GA; MOLINARI, A & BULACIO, VA. 2008. Efecto de la labranza sobre la abundancia y actividad de artrópodos que habitan en el suelo. *Ecología Austral* 18(1):71-87.
 - LIXA, A. T., CAMPOS, J. M., RESENDE, A. L., SILVA, J. C., ALMEIDA, M. M., & AGUIAR-MENEZES, E. L. (2010). Diversidade de Coccinellidae (Coleoptera) em plantas aromáticas (Apiaceae) como sítios de sobrevivência e reprodução em sistema agroecológico. *Neotropical Entomology*, 39(3), 354-359.
 - MARASAS, M; BLANDI, ML; DUBROVSKY BERENZSTEIN, N; FERNÁNDEZ, V. 2015. Transición agroecológica: características, criterios y estrategias. Dos casos emblemáticos de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agroecología* 10(1):49-60.
 - MILTON Y.; KASPARI, M. 2007. Bottom-up and top-down regulation of decomposition in a tropical forest. *Oecologia* 153:163-172.
 - MONTERO GA. 2008. Comunidades de artrópodos en vegetación de áreas no cultivadas del sudeste de Santa Fe. Tesis de Maestría en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. FCA-UNR. 208 pp.
 - MONTERO, GA.; BUDAI, N; LIETTI, MM. 2010. Ensamblajes de artrópodos edáficos durante el barbecho de soja con diferente cobertura de vegetación espontánea. Libro de publicaciones, IV Jornadas de Ciencia y Tecnología, UNR. 334-337.
 - NICHOLLS, C.I. 2006. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología*. 1: 38-48.
 - RICHARDSON, B.A..1999. The bromeliad microcosm and the assessment of faunal diversity in a neotropical forest. *Biotropica*. Vol.: 31. Pag.: 321–336
 - SAN PEDRO, P. 2019. El rol de las plantas acompañantes en el control biológico de insectos en huertas agroecológicas de la ciudad de Rosario, Santa Fe. Tesis presentada para optar al grado de Licenciatura en recursos naturales. Zavalla, Santa Fe. Argentina.
 - SARANDÓN, SJ; FLORES, CC. 2014. Agroecología. Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Ed ULP, La Plata, 466 pp.
 - VITTAR, F. 2008. Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de la Mesopotamia Argentina. *Temas de biodiversidad del Litoral. INSUGEO, Miscelánea* 17(2):447-466.



EXPERIENCIA DOCENTE EN FORMACIÓN PRÁCTICA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA: oportunidades y desafíos en la construcción de alternativas productivas sustentables

Vigna, Cecilia¹; Ceaglio, Emanuel²

¹Cátedra Administración Rural

²Dirección de Campo Experimental

En este capítulo se abordarán algunos de los desafíos que enfrenta la formación profesional en la carrera ingeniería agrónoma, en el marco de una Práctica Preprofesional en Administración Rural desarrollada en el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas. En particular, se compartirán los resultados de un trabajo realizado con estudiantes del último año de la carrera denominado: "Resultados físico-económicos de las actividades llevadas a cabo en el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) de la FCA - UNR. Campaña 2018–2019".

Partimos de la base de que los procesos de transición agroecológica, objeto de estudio del mencionado trabajo, constituyen un desafío para la formación agropecuaria, fundamentalmente porque:

- se trata de un proceso complejo sobre el cual **no es posible estimar el tiempo** que demandará alcanzar condiciones de biodiversidad, estabilidad y resiliencia. Esto se debe a que durante el período de transición se deben recuperar los atributos naturales del agroecosistema que permitan restaurar los servicios ecosistémicos que disminuirán paulatinamente la demanda de insumos externos;
- se tiene un **elevado nivel de incertidumbre sobre los resultados involucrados** dada su dinámica e imprevisible evolución, atravesada por múltiples factores naturales y sociales, como ser, control de adversidades por métodos distintos a los convencionales, disponibilidad de recursos en el momento oportuno, capacidad de inversión en recursos específicos, entre otros;
- y se deben lograr propuestas que puedan ser efectivamente transferidas a sistemas de **gran escala**, característicos de la **zona núcleo de la región pampeana**.

Para el caso de este contexto de aprendizaje en particular, los estudiantes debieron realizar una caracterización de la propuesta de transición agroecológica que incluyó el relevamiento de las actividades realizadas en el módulo y la elaboración de un informe de los resultados físico-económicos correspondientes a una campaña de producción, para arribar luego a un diagnóstico de situación en el que tuvieron que analizar el manejo realizado y los resultados obtenidos. Por último, debieron proyectar algunas decisiones sobre manejos alternativos. Al respecto, resulta de interés destacar que las mismas tuvieron que ser pensadas en el marco de un modelo de producción más sustentable.

A lo largo de la práctica, y desde el punto de vista educativo, es importante destacar que los estudiantes no solo debieron trabajar sobre una situación agropecuaria concreta (transición agroecológica en un lote en particular) sino también sobre situaciones hipotéticas (simulaciones a partir de situaciones alternativas), lo cual implicó la adquisición y la ejercitación de capacidades de razonamiento abstracto.

Otra cuestión a resaltar es la oportunidad que ofreció la Práctica Preprofesional para lograr un pensamiento reflexivo sobre los puntos más críticos de la transición agroecológica como, por ejemplo, el momento de oportunidad para realizar las labores ("ventana de tiempo"). Si bien el pensamiento ingenieril es fundamental para el manejo de los sistemas convencionales, en el caso de las transiciones agroecológicas, se torna fundamental dada la complejización creciente que acompaña el aumento de la biodiversidad, condición necesaria para alcanzar la estabilidad y resiliencia que los caracteriza.

En el contexto local en el que se encuentra el sistema estudiado, suelen presentarse dificultades en el acceso a determinados recursos específicos: semillas no transgénicas, maquinaria para prácticas agroecológicas, entre otros. También para la institución ha significado un desafío disponer de los recursos necesarios para encarar una transición agroecológica dada la ajustada disponibilidad de los mismos para cubrir todas las demandas del Campo Experimental en su conjunto.

Se advierte así que la transición agroecológica se encuentra atravesada por múltiples y diversas variables naturales y sociales, algunas de las cuales pueden ser modificadas para favorecer la evolución del sistema; es por ello que, si bien los resultados obtenidos se corresponden con una campaña de producción, los mismos deberán ser considerados evolutivamente a través del tiempo, dentro del marco de dicha transición.

Indiscutiblemente, el conocimiento de nuevos paradigmas y la comprensión de las dificultades inherentes a la curva de aprendizaje que implica en este caso el abordaje de la construcción de sistemas alternativos a la situación modal, resulta de gran importancia para la formación de los estudiantes que, muy probablemente, en sus ejercicios profesionales y en sus propios contextos laborales deberán realizar diagnósticos de situación que propicien la mejora continua de la toma de decisiones.



Práctica Pre Profesional: "Resultados físico - económicos de las actividades llevadas a cabo en el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) de la FCA - UNR. Campaña 2018 – 2019"

Integrantes:

Salas, Jonatan

Rosa, Pablo

Directora: Ing. Agr. Vigna, Cecilia

Co-Director: Ing. Agr. Ceaglio, Emanuel

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción bajo estudio se encuentra ubicado dentro del Campo Experimental J. V. Villarino, ubicado en la localidad de Zavalla, provincia de Santa Fe.

El mismo se desarrolla en el lote 2, donde se implementa el Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) de la Facultad de Ciencias Agrarias U.N.R., que cuenta con una superficie de aproximadamente 11 ha, las cuales se encuentran subdivididas en 5 parcelas. 4 de ellas poseen 1,3 ha y se desarrollan actividades agrícolas, mientras que la restante posee 2 ha y se están realizando las inversiones necesarias para el desarrollo de la actividad silvo-pastoril. El lote 2 se encuentra rodeado por una bordura de vegetación que contribuye a la biodiversidad y abarca aproximadamente 0,8 ha; el resto de la superficie, se considera improductiva por estar mayormente conformada por una laguna que, en épocas de abundantes precipitaciones, ocupa una mayor superficie.

La información recopilada sobre este lote fue analizada detalladamente y resumida en un informe técnico-económico sobre la cam-

paña 2018–2019, que culmina con la elaboración de un diagnóstico de situación para poner de manifiesto sus debilidades y fortalezas, con el fin de poder aportar elementos para la retroalimentación de la toma de decisiones de las alternativas productivas. Se estima que el aumento de la eficiencia técnica y económica (buscando una producción sustentable y en armonía con el medio ambiente y la sociedad) contribuirá al establecimiento de alternativas que puedan ser adoptadas por productores de la zona.

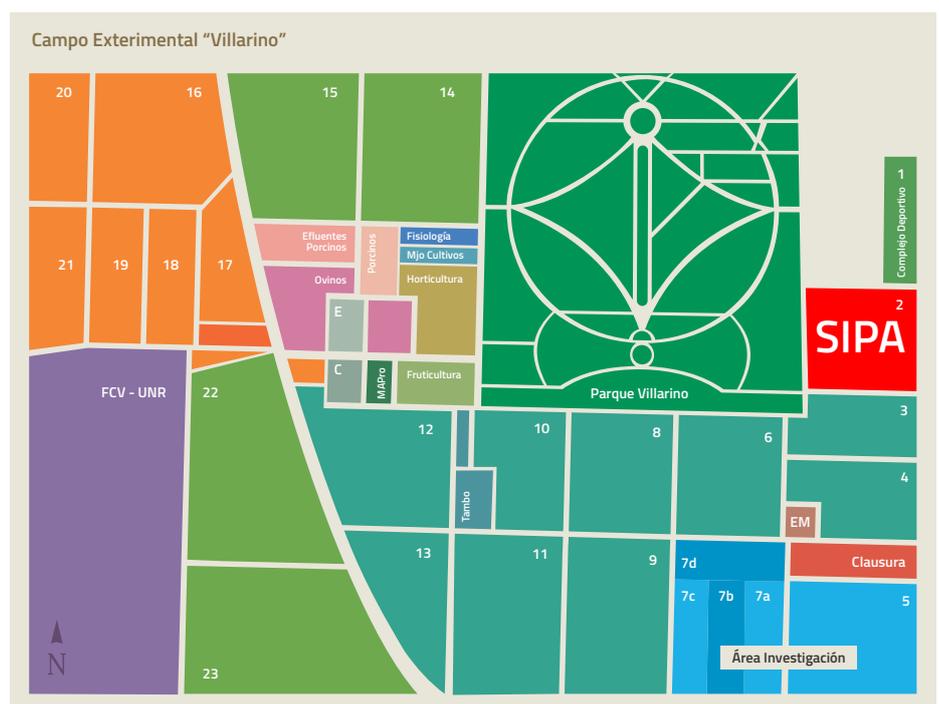
UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El sistema en estudio se encuentra ubicado en Zavalla, una localidad que pertenece al departamento Rosario, provincia de Santa Fe, República Argentina. Su ejido comunal se extiende también por el departamento San Lorenzo. Está localizada sobre la RN 33, al este limita con la vecina localidad de Pérez, y al oeste con Pujato. Se ubica a 22 km al sudoeste de la Ciudad de Rosario, y a 187 km de la Ciudad de Santa Fe.

Imagen 1: Ubicación de Zavalla en la provincia de Santa Fe



Imagen 2: Distribución de lotes del Campo Experimental "J. V. Villarino" En rojo: Lote 2



CAMPO EXPERIMENTAL "J. V. VILLARINO"

El sistema se encuentra dividido en 5 parcelas:

- Parcela A: Silvopastoril, 2 ha.
- Parcela B, C, D y E: Agrícola, 1,3 ha.
- Bordura de biodiversidad: 0,8 ha.
- Área encharcable: 3 ha.

CARACTERÍSTICAS AGROECOLÓGICAS DE LA REGIÓN

El clima de la región es húmedo y templado en la mayor parte del año. Se lo clasifica como clima templado pampeano, es decir que las cuatro estaciones están medianamente definidas. Es propicio para las actividades agropecuarias; la temperatura es en general benigna, pues su media oscila los 15 °C.

Las lluvias se dan a lo largo de todo el año, aunque la época invernal se caracteriza por presentar condiciones de escasas precipitaciones, presencia de heladas.

En la zona predominan los vientos provenientes del sudeste que se caracterizan por ser húmedos y fríos. También los vientos provenientes del norte que son cálidos y los vientos pampeanos, propios de la pampa húmeda.

Hay una temporada calurosa desde octubre a abril (de 18 °C a 36 °C) y una fría entre principios de junio y la primera mitad de agosto (con mínimas en promedio de 5 °C y máximas promedio de 16 °C), oscilando las temperaturas promedio anuales entre los 10 °C (mínima), y los 23 °C (máxima).

El período medio de heladas abarca desde principios de junio hasta principios de septiembre, siendo el período libre de heladas de aproximadamente 275 días.

Las precipitaciones se caracterizan por presentar un régimen monzónico, donde se distribuyen en mayor cantidad en la época calurosa (verano) y en menor medida en la época fría (invierno), con un volumen de precipitaciones total de entre 800 y 1300 mm al año.

Existen bajas probabilidades de ocurrencia de fenómenos climáticos extremos, tales como vientos extremos, nieve, hidrometeoros

severos, etc. La nieve es un fenómeno excepcional; la última nevada fue en 2007, la penúltima en 1973 y la antepenúltima en 1918. El 9 de julio de 2007 nevó en la localidad.

Un riesgo factible son los fuertes vientos y las tormentas severas, con un pico de frecuencia entre octubre y abril. Estos fenómenos se generan por los encuentros de una masa húmeda y calidad de aire provenientes del norte del país con una masa fría y seca de aire del sector sur argentino.

Humedad relativa promedio anual: 76 %

En la campaña analizada, según el registro de la estación meteorológica de Zavalla, llovieron 958,4 mm.

DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS

El suelo pertenece a la serie Roldán, es un suelo muy profundo desarrollado a partir de sedimentos loésicos franco limosos, con buena capacidad de almacenamiento de agua, moderadamente bien drenado, lenta permeabilidad que ha evolucionado en un paisaje de lomas extendidas planas, con pendiente de 0,5%.

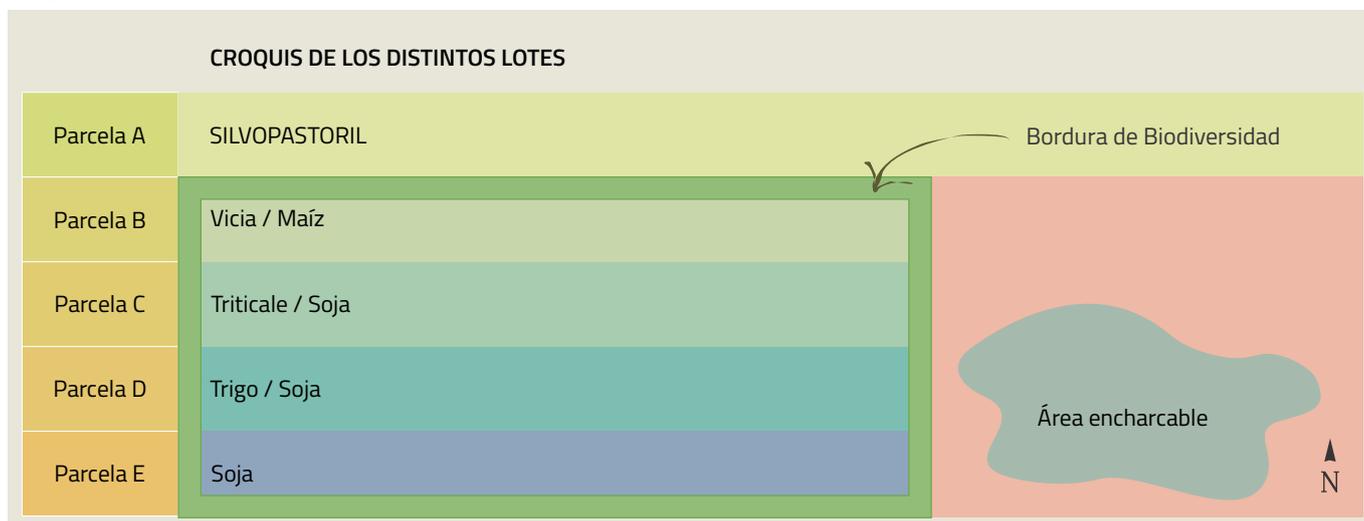
Presenta una capa superficial pardo oscura (Horizonte A) de 28 cm de espesor, moderadamente provista de materia orgánica, constituida por un material franco limoso cuyos agregados forman bloques subangulares, medios. Posee buena capacidad de intercambio catiónico, elevada saturación de bases y predominio de calcio.

Luego encontramos un horizonte de transición (Horizonte B1) de 12 cm de espesor, franco arcillo-limoso, con menor contenido de materia orgánica, bruscamente se continúa una capa notoriamente más arcillosa (Horizonte B2t) con alrededor de 50% de arcilla, de 70-100 cm de espesor, con fuertes agregados gruesos, de aspecto prismático, recubiertos de barnices arcillo-húmicos. El perfil continúa con una capa de transición (Horizonte B3) hasta los 185 cm de profundidad, donde aparece el (Horizonte C).

La serie Roldán ha sido clasificada como un Argiudol vértico, es un suelo con buena aptitud agrícola, fértil.

El suelo del Lote correspondiente al módulo SIPA está compuesto por 2 tipos de suelo, en mayor proporción por el tipo Rd-12 II-III w,

Imagen 3: Lote 2. SIPA. Distribución de las parcelas y la bordura de biodiversidad.



seguido por el Rd-1 III w, éste último presenta altos problemas de anegamiento en condiciones de abundantes precipitaciones reduciendo la superficie efectiva productiva.

ACTIVIDADES EN EL LOTE

La superficie total del lote es de 11 ha, las cuales se encuentran divididas en 5 parcelas, de 2 ha de superficie cada una, de las cuales, por problemas de anegamientos en época de altas precipitaciones, solo queda disponible una superficie efectiva de 1,3 ha. Las mismas se encuentran encerradas por una bordura de biodiversidad de 0,8 ha.

La información necesaria para llevar adelante el siguiente trabajo fue provista por la Dirección del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias U.N.R. La mayor parte de los insumos y gastos que demanda la maquinaria fueron provistos por la Asociación Cooperadora de la Facultad, que es la encargada de la administración del Campo Experimental. Se contrataron servicios a terceros de cosecha, pulverización y en algunos casos para la confección de rollos.

La planificación y el control de ejecución de las actividades son llevadas a cabo por el Subdirector del Campo Experimental Ing. Agr. Ceaglio, Emanuel y por el Coordinador del módulo SIPA Ing. Agr. Müller, Jeremías.

En la parcela A se desarrolla la actividad Silvopastoril, donde se emplea una mezcla de pasturas a base de alfalfa (*Medicago sativa*), cebadilla (*Trifolium repens*) y festuca (*Festuca arundinacea*). Los árboles implantados corresponden a las especies Ibirapitá (*Peltophorum dubium*), Sauce criollo (*Salix humboldtiana*) y Algarrobo (*Prosopis alba*), los cuales se distribuyen en 5 canteros de aproximadamente 350 metros. de largo. Cada cantero dispone de 2 surcos a 4 metros. y en cada surco se plantaron los árboles a 4,5 metros. entre sí. Dichos canteros están distanciados a 8 metros. formando extensos callejones. El objetivo de esta parcela para la campaña

analizada es aprovechar la oferta forrajera de la pastura para la confección de rollos mientras se desarrollan los árboles hasta que estén aptos para soportar la carga animal sin que los animales afecten su normal desarrollo y crecimiento.

La parcela B se destina al doble cultivo Vicia (*Vicia sativa*)/Maíz (*Zea mays*), utilizándose el primero como cultivo de cobertura para combatir malezas y aportar nitrógeno al suelo, entre otras. El segundo se emplea para la producción de granos.

La parcela C se destina al doble cultivo Triticale (*TriticumXsecale*)/Soja (*Glycine max*), siendo el primero empleado principalmente para competir contra las malezas, mientras que el segundo se emplea para la producción de granos.

La parcela D se destina al doble cultivo Trigo (*Triticum aestivum*)/Soja 2°, siendo ambos empleados para la producción de grano.

La parcela E se destina al monocultivo de Soja 1°, utilizándose como testigo respecto al resto de parcelas.

Rodeando las parcelas B, C, D y E se encuentra una bordura de biodiversidad, la cual incluye diferentes especies de plantas que contribuyen a fomentar el desarrollo de la fauna benéfica de insectos, generando un hábitat que permita aumentar la población de los mismos, los cuales se encargarán del control biológico de insectos fitófagos en las diferentes parcelas.

METODOLOGÍA EMPLEADA

A continuación se detallan las diferentes variables, criterios e indicadores económicos que se consideraron para desarrollar el presente trabajo:

- **Costos Directos (CD):** Es la parte del costo total que es afectable sólo y exclusivamente a una determinada actividad

Imagen 4: Tipos de suelo del lote



y en los cuales se incurre cuando se efectúa esa actividad, a su vez pueden comportarse como variables o fijos.

• **Ingreso Bruto (IB):** Es el valor económico de la producción, se obtiene multiplicando el rendimiento físico (qq netos, rollos) por el precio unitario.

• **Margen Bruto Directo (MBD):** Es el resultado que surge de restar los costos directos al ingreso bruto.

$$\text{MBD} = \text{IB} - \text{CD}$$

• **Unidad de Trabajo Agrícola (UTA):** Corresponde al precio de arar una hectárea con arado de rejas y se toma como referencia a través de coeficientes para la valorización de labores contratadas.

• **Rendimiento de Indiferencia:** Es la producción, en qq/ha que da como resultado un Margen Bruto igual a cero. Brinda una idea del nivel de producción mínimo que deberá obtenerse para un determinado plan técnico y condiciones de precios, para que el Ingreso Bruto iguale a los Costos Directos.

$$\text{Rend. Ind} = \frac{\text{Costos de implantación y protección del cultivo + Costos del cultivo de servicio}}{\text{Precio} * [1 - (\% \text{gastos de cosecha} + \% \text{gastos de comercialización})]}$$

• **Criterio empleado para la valorización de las distintas labores efectuadas en las parcelas:** Si bien la mayoría de las labores realizadas en las parcelas del SIPA fueron realizadas con maquinaria propia (a excepción como fuera mencionado anteriormente de la cosecha, algunas pulverizaciones y eventualmente confección de rollos), en función de la metodología empleada (MBD), se estima más conveniente la valorización del costo de labores a través del coeficiente UTA.

• **Período considerado:** El presente informe analiza las actividades para la campaña 2017–2018 (1°/07/18 – 30/06/19).

• **Moneda utilizada:** Los valores se expresan en dólares estadounidenses, tomando para como tipo de cambio 1USD = \$45

• **Los precios de los insumos y de los productos son sin I.V.A**

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

A continuación, se presentan unas series de tablas donde se describen las diferentes actividades realizadas en cada parcela, detallando fecha, labor realizada y maquinaria empleada, insumos y cantidad utilizada, y superficie.

	ACTIVIDAD	FECHA	LABOR	TRACTOR	INSUMO	UNIDAD	UNID./HA	OBSERV	SUP. (ha)
PARCELA A	SILVOPASTORIL	17/9/2018	ROTOENF. MAINERO	J.DEERE 5105		ROLLOS	17		2
		25/9/2018	PARATILL DOLBI	CASE					
			ARADO DE DISCO	JD 5105					
		7/11/2018	DD JOHN DEERE	JD 5105					
		5/11/2018	ROTOENF. CONTRATADA			ROLLOS	6		
		8/2/2019	ROTOENF. MAINERO	JD 5105		ROLLOS	14		
PARCELA B	AGRICULTURA (Vicia/Maíz)	28/5/2018	SIEMBRA GF (Giorgi)	JD 5105	SEMILLA VICIA VILOSA	Kg	25		1,3
					FERTILIZANTE MAP	Kg	55		
		29/10/2018	ROLADO DE CC	JD 5105					
		30/11/2018	PULVERIZACIÓN CONTRATADA	HERB GLIFOSATO FIDEPLUS	Lt	2	CT IV		
				HERB S-METOLACLORO	Lt	1	CT III		
				HERB. FLUMIOXAZIM	Lt	0,12	CT IV		
		27/12/2018	SIEMBRA GG (Giorgi)	CASE	SEMILLA MAÍZ (NO OGM)	Sem/m	4		
					FERTILIZANTE MAP	Kg	80		
PARCELA C	AGRICULTURA (Triticale/Soja)	28/5/2018	SIEMBRA GF (Giorgi)	JD 5105	SEMILLA TRITICALE (Don Santiago)	Kg	90		1,3
					FERTILIZANTE MAP	Kg	55		
		29/10/2018	ROLADO DE CC	JD 5105					
		8/11/2018	SIEMBRA GG (Giorgi)	JD 5105	SEMILLA SOJA (NO OGM Kumagro G4)	Sem/m	22		
					FERTILIZANTE MAP	Kg	90		
		30/11/2018	PULVERIZACIÓN CONTRATADA	JD 5065 1	HERB S-METOLACLORO	Lt	1	CT III	
					HERB CLETODIM	Lt	0,5	CT III	
					HERB FOMESAFEN	Lt	1	CT III	
29/3/2019	COSECHA CONTRATADA			Kg	2218				



	ACTIVIDAD	FECHA	LABOR	TRACTOR	INSUMO	UNIDAD	UNID./HA	OBSERV	SUP. (ha)
PARCELA D	AGRICULTURA (Trigo/Soja 2°)	9/6/2018	SIEMBRA GF (Giorgi)	JD 5105	SEMILLA TRIGO (Algarrobo)	Kg.	150		2
					FERTILIZANTE MAP	Kg.	55		
		5/7/2018	PULVERIZACIÓN CONTRATADA		FERTILIZANTE SOLMIX	Lt	280		
		21/11/2018	COSECHA CONTRATADA				1970		
	7/12/2018	SIEMBRA GG (Giorgi)	CASE	SEMILLA SOJA (NO OGM Kumagro G4)	Sem/m	22			1,3
				FERTILIZANTE MAP	Kg	80			
				HERB GLIFOSATO FIDEPLUS	Lt	2	CT IV		
			HERB S-METOLACLORO	Lt	1	CT III			
			HERB FLUMIOXAZIN	Lt	0,12	CT IV			
PARCELA E	AGRICULTURA (Soja 1°)	17/8/2018	PULVERIZACIÓN CONTRATADA		HERB DICLOSULAM	kg	0,03	CT IV	1,3
					HERB GLIFOSATO ROUND UP FULL	Lt	2	CT IV	
					HERB DICAMBA (SL 88,8 %)	Lt	0,2	CT IV	
					ACEITE METILADO DE SOJA	Lt	0,5	CT IV	
		9/11/2018	PULVERIZACIÓN CONTRATADA		HERB GLIFOSATO SUPER ESTRELLA II	Lt	2	CT IV	
					HERB FLUROXIPIR	Lt	0,5	CT III	
					COADYUVANTE HUMECTANTE	Lt	0,5	CT IV	
		30/11/2018	PULVERIZACIÓN CONTRATADA		HERB GLIFOSATO FIDEPLUS	Lt	2	CT IV	
					HERB S-METOLACLORO	Lt	1	CT III	
					HERB FLUMIOXAZIN	Lt	0,12	CT IV	
	7/12/2018	SIEMBRA GG (Giorgi)	CASE	SEMILLA SOJA (NO OGM Kumagro G4)	Sem/m	22			
				FERTILIZANTE MAP	Kg	80			
	8/1/2019	PULVERIZACIÓN CONTRATADA		HERB CLETODIM	lt	0,6	CT IV		
				COADYUVANTE HUMECTANTE	lt	0,25	CT IV		
				HERB FOMESAFEN	lt	0,8	CT III		
	11/4/2019	COSECHA CONTRATADA				Kg	1675		

Fuente: Dirección Campo Experimental

Clasificación Toxicológica de Productos Fitosanitarios Formulados, según riesgos y valores de las correspondientes DL 50 (Anexo 1, Res. 302/12 SENASA)



Clasificación: Ia
Extremadamente peligroso
Oral: < 5
Dermal: < 50
Banda: Roja



Clasificación: Ib
Altamente peligroso
Oral: 5 a 50
Dermal: 50 a 200
Banda: Roja



Clasificación: II
Moderadamente peligroso
Oral: >50 a 2000
Dermal: >200 a 2000
Banda: Amarilla



Clasificación: III
Ligeramente peligroso
Oral: >2000 a 5000
Dermal: >2000 a 5000
Banda: Azul



Clasificación: IV
Normalmente no ofrece peligro
Oral: >5000
Dermal: >5000
Banda: Verde

ANÁLISIS ECONÓMICO

En base a estos datos se recopiló información sobre valores pagados de cada insumo, valor UTA de cada labor, tarifa pagada por la cosecha valorizada a precio efectivo y precio del grano a la fecha de cosecha y se procedió a realizar el siguiente análisis económico.

ACTIVIDAD AGRÍCOLA Parcela B

Costos del cultivo de servicio

Teniendo en cuenta que el cultivo de vicia es un cultivo de servicio, los costos de implantación del mismo se consideran como un costo adicional del cultivo de maíz.



A los efectos de mostrar el MB de esta actividad agrícola, se simuló el gasto de comercialización con una humedad de entrega de 25 %, que es el valor máximo que figura en las tablas de mermas por humedad.

No obstante, en el caso real, dada la fecha de siembra (tardía) el grano de maíz fue cosechado en mayo con un 28,5% de humedad, siendo destinado para la producción de silo húmedo de grano de maíz para la actividad Tambo de la Facultad.

Esta situación se da ya que en el establecimiento se cuenta con la infraestructura adecuada para poder ubicar el grano en las condi-

ciones cosechadas, pasando a ser insumo de otra actividad. Se tomó como criterio que solo el 50% de los costos de comercialización afectan a la actividad agrícola, mientras que el resto se debe considerar en la actividad Tambo.

En esta parcela se obtuvo un margen bruto directo negativo, que asciende a 76,99 u\$s/ha. Puede concluirse que dicho valor es producto de un rendimiento bajo debido a problemas de control de plagas y malezas que afectaron al cultivo durante su desarrollo y se suma el alto porcentaje de humedad a cosecha que da como resultado un aumento en los costos de comercialización.

Parcela B

Cultivo:	VICIA			
Rendimiento:				
Precio:				
Superficie:	1,3 ha			
I.Costos Directos	UTA (u\$s) =26,00			
I.1. Costo de Cultivo de servicio				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Siembra GF	1	1,25	32,50	
Rolado	1	0,30	7,80	
Subtotal Labores contratadas				40,30
I.2. Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	unidad/ha	unidad	Total u\$s/ha
MAP	0,61	55,00	kg	33,55
Semilla Vicia	2,10	25,00	kg	52,50
Total Insumos				86,05
Total Costos Directos del cultivo de servicio (u\$s/ha)				126,35

Cultivo:	MAÍZ			
Rendimiento (qq netos):	27,14 qq/ha			
Precio:	15,00 u\$s/qq			
Superficie:	1,3 ha			
I.Costos Directos				
I.1. Costo de Implantación y Protección	UTA (u\$s)=26			
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Siembra GG	1	1,10	28,60	
Pulverización	1	0,16	4,19	
Subtotal Labores contratadas				32,79
I.2 Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	unidad/ha	unidad	Total u\$s/ha
MAP (11-52-0)	0,61	80,00	kg	48,80
Flumioxazin	85,50	0,30	l	25,65
Glifosato 66,2%	3,80	4,00	l	15,20
S-metolacloro	11,42	2,00	l	22,84
Semilla Maíz	110	1,00	bolsa	110
Total Insumos				222,49
I.3 Cosecha maquinaria contratada				
10% del rendimiento valorizado				Total u\$s/ha 33,85

continúa página siguiente »



I.4. Comercialización			
Peso Bruto (Kg):	3.148	Peso Neto (Kg):	2.714
Mermas físicas		%	Kg.
Volátil (%)		0,5%	16
Humedad (%)	25,0%	13,3%	418
Zarandeo (%)			
Total		13,8%	434
			Total u\$s/ha
Secada	0,27	u\$s / punto excedido/qq. bruto	88,14
Zarandeo	0,00	u\$s / qq. bruto	0,00
Acarreo	0,33	u\$s/qq bruto	10,39
Comisión	2,25	% qq neto valorizado	9,16
Gastos generales	0,27	u\$s por qq. neto	7,24
Almacenaje	0	% ponderado qq. neto	0,00
Fumigada	0,00	u\$s / qq. neto	0,00
Flete puerto	0,82	u\$s/ qq neto	22,25
Total Comercialización			137,18
Precio efectivo (u\$s/qq)			12,47
Gastos de Comercialización en %			33,70%
II. Ingreso Bruto			
Rendimiento (qq)	Precio (u\$s/qq)	u\$s/ha	
27,14	15,00	407,08	
Total Costos Directos del Cultivo de servicio			126,35
	Costos de labores con maquinaria contratada		40,30
	Costos de insumos		86,05
Total Costos Directos Maiz			357,72
	Costos de labores contratadas		32,79
	Costos de insumos		222,49
	Costos de cosecha		33,85
	Costos de comercializacion (50%)		68,59
Total costos Directos			484,07
Ingreso Bruto			407,08
	Rendimiento neto (qq/ha)		27,14
	Precio (u\$s/qq)		15,00
Margen Bruto Directo			-76,99
Rendimiento Indiferencia			34,78

Parcela C

De mismo modo que para el caso anterior, los costos del Triticale, al ser un cultivo de servicio son tenidos en cuenta en los costos del cultivo de soja.

Particularmente en este caso, por cuestiones técnicas del manejo del cultivo, se produjo un exceso de malezas en el lote, de modo que en el momento de la cosecha se pactó con el contratista la entrega del total de la cosecha como forma de pago. De esta forma el costo de cosecha iguala al ingreso bruto (U\$S 468,22), no hay costos de comercialización y el margen bruto directo arroja un resultado negativo de -305,49 u\$s/ha.

Por otra parte, se realizó el análisis económico bajo el supuesto de que el cultivo pudo ser comercializado normalmente y que tuvo un costo de cosecha típico al utilizado en la región, el cual consiste en un 9% del rendimiento valorizado.

Ante este supuesto, podemos concluir que de haber podido realizar una cosecha y comercialización normal del grano, el mismo hubiera arrojado un margen bruto directo positivo de 80,11 u\$s/ha.

El rendimiento de indiferencia para el modelo supuesto queda definido en 17,66 qq/ha.



Parcela C

Cultivo	TRITICALE			
Rendimiento				
Precio				
Superficie	1,3 ha			
I.Costos Directos	UTA (u\$s)= 26,00			
I.1. Costo del Cultivo de servicio				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Siembra GF	1	1,25	32,50	
Rolado	1	0,30	7,80	
Subtotal Labores contratadas				40,30
I.1.b. Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	Unidad/ha	Unidad	Total u\$s/ha
MAP	0,61	55,00	kg	33,55
Semilla Triticale	0,65	90,00	kg	58,50
Total Insumos				92,05
Total Costos Directos				132,35
	Costos de labores			40,30
	Costos de insumos			92,05

Cultivo:	SOJA			
Rendimiento (qq brutos) :	22,18 qq/ha			
Precio:	21,11 u\$s/qq			
Superficie:	1,3 ha			
I.Costos Directos	UTA (u\$s)=			
I.1. Costo de Implantación y Protección				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Siembra GG	1	1,10	28,60	
Pulverización	1	0,16	4,16	
Subtotal Labores contratadas				32,76
I.1.b. Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	unidad/ha	unidad	Total u\$s/ha
MAP	0,61	90,00	kg	54,90
Cletodim	11,48	0,50	l	5,74
Fomesafen	9,26	1,00	l	9,26
S-metolaclo-ro	11,42	4,00	l	45,68
Semilla Soja	0,31	80,00	kg	24,80
Total Insumos				140,38
I.2. Cosecha maquinaria contratada				
	100% del rendimiento			Total u\$s/ha 468,22
II. Ingreso Bruto				
Rendimiento (qq/ha)	Precio (u\$s/qq)	u\$s/ha		
22,18	21,11	468,22		
Total Costos Directos Soja				641,36
	Costos de labores			32,76
	Costos de insumos			140,38

continúa página siguiente »



Costos de cosecha	468,22
Total Costos Directos cultivo de servicio	132,35
Costos de labores	40,30
Costos de insumos	92,05
Total Costos Directos	773,71
Ingreso Bruto	468,22
Rendimiento neto (qq/ha)	22,18
Precio (u\$/ha)	21,11
Margen Bruto Directo	-305,49

Cultivo	SOJA			
Rendimiento (qq netos)	22,07 qq/ha			
Precio	21,11 u\$/qq			
Superficie	1,3 ha			
I. Costos Directos	UTA (u\$) = 26,00			
I.1. Costo de Implantación y Protección				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$/ha	
Siembra GG	1	1,10	28,60	
Pulverización	1	0,16	4,16	
Subtotal Labores contratadas			32,76	
I.1.b. Insumos				
Descripción	u\$/unidad	unidad/ha	unidad	Total u\$/ha
MAP	0,61	90,00	kg	54,90
Cletodim	11,48	0,50	l	5,74
Fomesafen	9,26	1,00	l	9,26
S-metolacloro	11,42	4,00	l	45,68
Semilla Soja	0,31	80,00	kg	24,80
Total Insumos				140,38
I.2. Cosecha maquinaria contratada				
9% del rendimiento			Total u\$/ha	38,14
I.3. Comercialización				
Peso Bruto (Kg):	2.218	Peso Neto (Kg):	2.207	
Mermas físicas	%	Kg.		
Volátil (%)	0,5%	11		
Humedad (%)	0,00%			
Zarandeo (%)	0,00%			
Total	0,5%	11		
			Total u\$/ha	
Zarandeo	0,00	u\$ / qq. bruto		
Acarreo	0,33	u\$ / qq bruto		7,32
Comisión	2,25	% qq neto valorizado		10,48
Gastos generales	0,27	u\$ / qq. neto		5,89
Almacenaje	0,00	u\$ / qq. neto		0,00
Gastos de Entrega	0,016119	u\$ / qq. neto		0,36
Flete puerto	0,82	u\$ / qq neto		18,10
Total Comercialización				42,14
Precio efectivo (u\$/qq)				19,20
Gastos de Comercialización en %				9,05%



II. Ingreso Bruto		
Rendimiento (qq/ha)	Precio (u\$/qq)	u\$/ha
22,07	21,11	465,88
Total Costos Directos Soja		253,42
	Costos de labores con maquinaria contratada	32,76
	Costos de insumos	140,38
	Costos de cosecha	38,14
	Costos de comercialización	42,14
Total Costos Directos cultivo de servicio		132,35
	Costos de labores con maquinaria contratada	40,30
	Costos de insumos	92,05
Total Costos Directos		385,77
Ingreso Bruto		465,88
	Rendimiento neto (qq/ha)	22,07
	Precio (u\$/ha)	21,11
Margen Bruto Directo		80,11
Rendimiento Indiferencia		17,66

Parcela D

En la parcela D se desarrolló el doble cultivo trigo/soja, ambos con propósito de obtención de grano. El primer cultivo pudo ser cosechado y comercializado con éxito, aunque tuvo un rendimiento por debajo del esperado; mientras que el cultivo siguiente se vio afectado por una gran cantidad de malezas que provocó la incapacidad de poder cosecharse, por lo que el mismo debió ser destruido mediante el uso de una desmalezadora para dar paso al cultivo siguiente, de esta forma, no se tienen datos de rendimiento de soja. A continuación, se detalla el análisis económico de ambos cultivos y un resultado final de la campaña de la parcela.

El único cultivo del cual se obtuvo una producción es el trigo, aportando el total de los ingresos de la campaña y arrojando un margen bruto directo positivo de 37,59 u\$/ha.

El cultivo de soja, al no poder ser cosechado no generó un ingreso, por ende, el margen bruto directo de este cultivo está comprendido en su totalidad por el total de los costos necesarios para su implantación, protección y posterior destrucción.

Para el margen bruto de la campaña, se tuvo en cuenta el ingreso generado por el cultivo de trigo y los costos de ambos cultivos, arrojando un resultado negativo que asciende a -112,35 u\$/ha.

Parcela D

Cultivo:	TRIGO			
Rendimiento (qq netos):	19,64	qq./ha.		
Precio :	17,55	u\$/qq		
Superficie:	2	ha		
I.Costos Directos	UTA (u\$)= 26,00			
I.1. Costo de Implantación				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$/ha	
Siembra GF	1	1,25	32,50	
Fertilización	1	0,36	9,30	
Subtotal Labores contratadas			41,80	
I.1.b. Insumos				
Descripción	u\$/unidad	Unidad/ha	Unidad	Total u\$/ha
Semilla trigo	0,21	150,00	kg	31,50
MAP	0,61	55,00	kg	33,55
Solmix	0,46	280,00	l	128,80
Total Insumos				193,85
I.2. Cosecha maquinaria contratada				
	12% del rendimiento		Total u\$/ha	37,26
I.3. Comercialización				
Peso Bruto (Kg):	1.970	Peso Neto (Kg):	1.964	

continúa página siguiente »



« comienza en página anterior

Mermas físicas	%	Kg.	
Volátil (%)	0,3%	6	
Humedad (%)	0,00%	0	
Zarandeo (%)	0,00%	0	
Total	0,50%	6	
Secada	0		Total u\$s/ha
Zarandeo	0,00	u\$s / qq. bruto	
Acarreo	0,31	u\$s / qq bruto	6,11
Comisión	2,8	% qq neto valorizado	9,65
Gastos generales	0,29	u\$s / qq. neto	5,67
Almacenaje	0,00	u\$s / qq. neto	
Fumigada	0	u\$s / qq. neto	
Flete puerto	0,65	u\$s/ qq neto	12,77
Total Comercialización			34,20
Precio efectivo (u\$s/qq)			15,81
Gastos de Comercialización en %			9,9%
II. Ingreso Bruto			
Rendimiento (qq/ha)	Precio (u\$s/qq)	Total u\$s/ha	
19,64	17,55	344,70	
Total Costos Directos Trigo			307,11
	Costos de labores		41,80
	Costos de insumos		193,85
	Costos de cosecha		37,26
	Costos de comercializacion		34,20
Ingreso Bruto			344,70
	Rendimiento neto (qq/ha)		19,64
	Precio (u\$s)		17,55
Margen Bruto Directo			37,59
Rendimiento Indiferencia			17,20

Cultivo:	SOJA			
Rendimiento (qq netos):	qq./ha.			
Precio:	\$/qq.			
Superficie	1,3	ha		
I.Costos Directos	UTA (u\$s)= 26,00			
I.1. Costo de Implantación, protección y desmalezado				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Siembra GG	1	1,10	28,60	
Pulverización	1	0,16	4,16	
Desmalezado	1	0,55	14,30	
Subtotal Labores contratadas			47,06	
I.1.b. Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	unidad/ha	unidad	Total u\$s/ha
Semilla Soja	0,31	80,00	kg	24,80
MAP (11-52-0)	0,61	80,00	kg	48,80
Flumioxazin	85,50	0,12	l	10,26
Glifosato 66,2%	3,80	2,00	l	7,60
S-metolacoloro	11,42	1,00	l	11,42

continúa página siguiente »



Total Insumos	102,88
Total Costos Directos soja	149,94
Costos de labores	47,06
Costos de insumos	102,88
Ingreso Bruto	0,00
Margen Bruto	-149,94
Total Costos Directos de la campaña	457,05
Ingreso Bruto de la campaña	344,70
Margen Bruto Directo de la campaña	-112,35

Parcela E

En la parcela E se realizó un solo cultivo anual de soja. El objetivo de esta parcela es actuar como testigo. Por las malas condiciones del lote, al igual que en la parcela C, se pactó con el contratista de cosecha que el pago por su servicio fuese el 100 % de los cosechados, es decir que el costo equivale al ingreso de la actividad, siendo esto reflejado directamente en el margen bruto directo (negativo).

Como fuera mencionado, el costo de cosecha igualó al ingreso bruto (U\$S 349,91) por lo que los costos de labores e insumos no pudieron ser recuperados. El margen bruto directo fue negativo con un valor de -332,68 U\$S/ha.

A modo de ejemplo, se realizó el análisis económico con el supuesto de que el cultivo pudiera haber sido comercializado normalmente y que hubiera tenido un costo de cosecha típico al utilizado en la región, el cual consiste en un 9% del rendimiento valorizado.

La simulación planteada arroja un MBD negativo de -44,74 u\$s/ha, en gran medida, este valor se ve reflejado por un alto impacto biológico que sufrió el cultivo, el cual fue un ataque de *Anticarsia gemmatalis*, en el estado reproductivo R₄-R₅, tomándose la decisión de no aplicar insecticida, para promover un aumento poblacional de la fauna benéfica y así estimular el control biológico. Esto provocó una importante reducción en el rendimiento final del cultivo, quedando por debajo del rendimiento de indiferencia y, por lo tanto, se obtuvo un MBD negativo.

Parcela E

Cultivo:	SOJA 1°			
Rendimiento (qq netos):	16,75 qq./ha.			
Precio:	20,89 u\$s/qq			
Superficie:	1,3 ha			
I.Costos Directos	UTA (u\$s)= 26,00			
I.1.a Costo de Implantación				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Siembra GG	1	1,10	28,60	
Pulverizador	4	0,30	31,20	
Subtotal Labores contratadas			59,80	
I.1.b. Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	Unidad/ha	Unidad	Total u\$s/ha
Semilla de soja	0,31	80,00	kg	24,80
MAP (11-52-0)	0,61	80,00	kg	48,80
Cletodim	11,48	0,60	l	6,89
Dicamba 88,8%	8,00	0,20	l	1,60
Diclosulam	360,00	0,30	l	108,00
Fluroxipir 28,8%	15,20	0,50	l	7,60
Fomesafen	9,26	0,80	l	7,41
Glifosato	3,80	6,00	l	22,80
S-metolacloro	11,42	1,00	l	11,42
Aceite de soja	8,00	0,50	l	4,00
Coadyuvante	8,00	0,80	l	6,00
Flumioxazin	103,80	0,10	l	12,46
Carfentrazone ethil (Shark)	111,11	0,10	l	11,11



Total Insumos			272,88
I.2. Cosecha maquinaria contratada			
	100% del rendimiento		Total u\$s/ha 349,91
II. Ingreso Bruto			
Rendimiento (qq/ha)	Precio (u\$s/qq)	Total u\$s/ha	
16,75	20,89	349,91	
Total Costos Directos			682,59
	Costos de labores		59,80
	Costos de insumos		272,88
	Costos de cosecha		349,91
Ingreso Bruto			349,91
	Rendimiento neto (qq/ha)		16,75
	Precio de comercialización (U\$S)		20,89
Margen Bruto Directo			-332,68

I.2. Cosecha maquinaria contratada			
	9% del rendimiento		Total u\$s/ha 28,48
I.3. Comercialización			
	Peso Bruto:	1.675 kg.	Peso Neto (kg): 1.667
Mermas físicas	%	Kg.	
Volátil (%)	0,5%	8	
Humedad (%)	0,00%		
Zarandeo (%)	0,00%		
Total	0,5%	8	
			Total u\$s/ha
Zarandeo	0,00	u\$s / qq. bruto	
Acarreo	0,33	u\$s / qq bruto	5,53
Comisión	2,25	% qq neto valorizado	7,83
Gastos generales	0,27	u\$s / qq. neto	4,44
Almacenaje	0,00	u\$s / qq. neto	
Gastos de Entrega	0,02	u\$s / qq. neto	0,27
Flete puerto	0,82	u\$s/ qq neto	13,67
Total Comercialización			31,74
Precio efectivo (u\$s/qq)			18,99
Gastos de Comercialización en %			9,12%
II. Ingreso Bruto			
Rendimiento (qq/ha)	Precio (u\$s/qq)	Total u\$s/ha	
16,67	20,89	348,16	
Total Costos Directos			392,90
	Costos de labores contratadas		59,80
	Costos de insumos		272,88
	Costos de cosecha		28,48
	Costos de comercialización		31,74
Ingreso Bruto			348,16
	Rendimiento neto (qq/ha)		16,67
	Precio (u\$s)		20,89
Margen Bruto Directo			-44,74
Rendimiento Indiferencia			19,45



ACTIVIDAD SILVOPASTORIL

Parcela A

En esta parcela se desarrolla una actividad silvopastoril, compuesta por una pastura polifítica (festuca, cebadilla y alfalfa) la cual se implantó en la campaña anterior a la analizada (2017/2018) y un monte forestal, el cual comenzó a implantarse en la campaña analizada y que hasta el momento lleva un 77,2% de la superficie cubierta y se espera llegar a la totalidad del mismo durante la campaña siguiente (2019/2020).

Para la elaboración del MBD se tendrán en cuenta los costos de las amortizaciones de la pastura, el equipo de riego y el monte forestal, ya que los mismos requieren de grandes inversiones que abarcan más de una campaña y, por lo tanto, en el presente trabajo se consi-

derarán a las amortizaciones como el costo directo de la campaña analizada. Además, se sumarán los costos de las labores realizadas para la confección de rollos.

El único ingreso de la parcela estuvo constituido por la venta de los rollos confeccionados de la pastura.

A continuación, se presentan una serie de tablas donde se detallan los costos de las distintas labores realizadas, insumos empleados, confección de rollos, amortizaciones y demás que se tuvieron en cuenta para determinar el MBD de la actividad.

Costos directos

Costos de implantación de la pastura (2017)

Parcela A

Actividad:	Silvopastoril			
Rendimiento:	18,50	Rollos/ha		
Precio:	28,90	u\$s/Rollo		
Superficie:	2	ha		
I.Costos Directos	UTA (u\$s)=			
I.1. Costo de Implantación de pastura				
I.1.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Pulverización	1	0,16	4,16	
Rastra de disco	1	0,50	13,00	
Cultivador	1	0,50	13,00	
Rabasto	2	0,45	23,40	
Siembra GF	1	1,25	32,50	
Subtotal Labores contratadas				86,06
I.1.b Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	Unidad/ha	Unidad	Total u\$s/ha
Flumetsulam	30,00	0,70	l	21,00
Semillas Alfalfa	7,50	15,00	kg	112,50
Semillas Festuca	4,00	17,00	kg	68,00
Semillas Cebadilla	1,500	5,00	kg	7,50
MAP	0,61	70,00	kg	42,70
Total Insumos				251,70

Amortización de la pastura

Para estimar la amortización de la pastura, se determinó una vida

útil de 5 años, en la campaña analizada, la pastura transita su segundo año de vida.

II. 1 Amortización de la pastura			
Costos de implantación (u\$s/ha)	Vida útil (Años)	u\$s/ha/año	
337,76	5	67,55	

Costos de implantación de monte forestal

Cultivo:	Silvopastoril			
Rendimiento :				
Precio				
Superficie	ha			
I.Costos directos	UTA (u\$s)=			
I.2. Costo de Implantación forestal				
I.2.a. Valorización de labores a través de coeficiente UTA				

continúa página siguiente »



Labor	N° de pasadas	N° UTA	ha trabajadas	Total u\$/ha
Paratíl	1	1,20	0,70	21,84
Arado de disco	1	0,60	0,70	10,92
Champions	1	6,80	0,70	123,76
Total Labores contratadas				156,52
I.2.b. Insumos implantacion forestal				
Descripción	u\$/unidad	unidad/ha	unidad	Total u\$/ha
Silo bolsa	0,68	3850,00	m ²	2636,50
Árboles	0,80	300,39	árbol	239,86
Manta antihelada y alambres	0,28	200,00		56,80
Flete	138,00	0,50		69,00
Mano de obra implantacion	666,67	0,50		333,34
Tutores	0,35	340,00		119,00
Total				3335,49

La implantación de los árboles fue diseñada siguiendo una disposición de doble hilera a 4 metros entre sí y a 8 metros de las siguientes, conformando un total de 10 hileras de aproximadamente 350 metros de largo, donde se plantaron los árboles a 4,5 metros entre sí dentro de la misma hilera. Dando un total de 389 plantas/ha aproximadamente, de las cuales hasta el momento se plantaron 300 algarrobos, 100 sauces y 200 ibirapitá, de un total de 777 árboles que se instalarán en el módulo. Para el caso de las mantas anti heladas, el costo está representado por el valor del total de 200 mantas que se compraron para cubrir ciertas plantas, lo mismo pasa con los tutores, los cuales se realizó la compra de 340 que se emplearán como guías de conducción en determinadas plantas.

Amortización del monte forestal

Se estimó una vida útil del monte forestal de 15 años, pero se planteó un manejo donde a partir del año 8°, se reduciría la densidad a la mitad, ya que se espera que las especies implantadas alcancen un buen crecimiento para dicha fecha, adoptando una calidad adecuada para ser taladas y comercializadas, evitando competencia excesiva inter e intraespecífica entre las especies forestales y la pastura. Por el momento, no se produciría reforestación en la primera reducción de ejemplares y se determinará al terminar la vida útil del monte forestal, el comportamiento de las especies y demás variables para decidir sobre cómo seguir reforestando y de qué manera.

II. 2 Amortización del monte forestal

Costos de implantación (u\$/ha)/vida útil (Años)	u\$/ha/año	
3492,01	15	232,80

Costos de sistematización de riego

Debido a que los árboles son implantados a temprana edad (1 año), los mismos deben tener un cuidado especial, por lo que es imprescindible contar con un sistema de riego para que los árboles no sufran ningún tipo de stress hídrico. El valor que se observa en u\$/unidad corresponde al total del costo de la actividad en las 2 ha del silvopastoril, el mismo se encuentra corregido a costo por ha, representado por 0,5 unidades. Por la actividad mixta agrícola

ganadera, se aprovechó la línea de agua que abastece a los bebederos, por lo tanto, no fue necesario implementar una bomba de riego. De no haber sido así, debería haberse considerado un costo adicional en la instalación del sistema de riego de aproximadamente U\$S 500 que incluye tanto a la bomba como a la perforación, o podría optarse por otra forma de riego alternativa a la que se pueda adaptar el productor que realiza la actividad o a la utilización de especies que se adapten mejor a un sistema sin riego.

II. 3 Costos de la instalacion del sistema de riego

Descripción	u\$/unidad	unidad/ha	Total u\$/ha
Mano de obra instalacion de cintas	444,4	0,5	222,22
Plomería	33,33	0,5	16,67
Insumos para sistematizacion de riego (cintas, codos, T, llaves de paso, terminales, acoples)	642,07	0,5	321,03
Total			559,92

Amortización del sistema de riego

Para estimar la amortización del sistema de riego, se determinó una vida útil del mismo de 12 años.

II. 3 Amortización del riego

Costos de instalación (u\$/ha)	Vida útil (Años)	u\$/ha/año
559,92	12	46,66



Costos de confección de rollos

Debido a que el monte forestal se encuentra en un estado muy temprano de crecimiento y desarrollo, el mismo aún no se encuentra en condiciones de albergar animales de mediano a gran porte que pue-

dan aprovechar el recurso forrajero que ofrece la pastura, por tal motivo, se procedió a realizar confección mecánica de rollos, para mantener la pastura y además poder generar un ingreso en la actividad.

I.2. Costo de confeccion de rollos				UTA (u\$s)= 26,00
I.2.a. Valorizacion de labores a través de coeficiente UTA				
Labor	N° de pasadas	N° UTA	Total u\$s/ha	
Rotoenfardadora	2	2,50	130,00	
Segadora	2	0,55	28,60	
Rastrillo estelar	2	0,50	26,00	
Confeccion de rollos	1	2,44	63,33	
Total Labores			247,93	
I.2.b Insumos				
Descripción	u\$s/unidad	Unidad/ha	Total u\$s/ha	
Hilo para rollo	6,27	1,00	6,27	
Total Insumos			6,27	

Ingreso bruto directo

El ingreso está compuesto por los rollos obtenidos de la pastura.

III. Ingreso Bruto				
Cantidad de rollos	Superficie (ha)	Rollos/ha	u\$s/rollo	u\$s/ha
37	2	18,50	28,90	534,65

Margen bruto directo

Para determinar el MBD, se calcularon los costos de cada rubro por separado (monte forestal, pastura y equipo de riego) para luego

fusionarlos en un único costo e ingreso directo de la parcela, los cuales se detallan a continuación:

Costos Directos	u\$s/ha/año
Amortizacion anual equipo de riego	46,66
Amortizacion anual monte forestal	279,46
Amortización anual de pastura	67,55
Subtotal cuotas amortización	393,67
Confección de rollos	254,20
Total costos directos actividad	647,88
Ingreso Bruto	534,65
Produccion (rollos/ha)	18,50
Precio por rollo (u\$s)	28,90
Margen Bruto Directo	-113,23

El desarrollo de esta actividad requiere inversiones (pastura, monte forestal, sistema de riego) cuya vida útil excede al de una campaña de producción. Por lo tanto, el costo directo está compuesto en gran medida por las amortizaciones que generan dichas inversiones. Cabe destacar que este tipo de actividades requieren de un lapso de tiempo entre el momento inicial de la inversión y la generación de beneficios, por lo tanto, es lógico encontrarnos con un margen bruto directo negativo en los primeros años.

Hay que destacar que el único ingreso de la actividad en los primeros años, será originado por la pastura, ya que el monte forestal necesitará un mayor tiempo para poder generar ingresos directos.

El presente trabajo se centró en desarrollar el análisis económico del manejo llevado a cabo hasta el momento dentro del módulo SIPA.

RESULTADOS TOTALES DIAGNÓSTICO GENERAL

En la actualidad ha tomado importancia la inocuidad alimentaria, así como también la sanidad ambiental, orientando a la sociedad que demanda una mirada más conservacionista de los recursos y su salud, e influyendo directamente en la generación de alternativas acerca de la manera de producir alimentos.

El presente trabajo se basó en el análisis económico del lote 2 del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, donde las diferentes parcelas tuvieron distintos tratamientos y manejos, por lo que cada uno arrojó un resultado diferente. Todas arrojaron un MBD negativo, a excepción de una actividad en particular que fue el cultivo de trigo en la parcela C, el cual tuvo un MBD positivo pero el



mismo se vio afectado por el impedimento de cosecha de la soja posterior al mismo, aumentando notablemente los costos y dando un MBD de la parcela negativo.

Si bien este es un sistema que se encuentra en el segundo año de transición, el mismo va logrando grandes avances en cuanto a concientizar sobre las diferentes maneras de producir conservando y potenciando los recursos tanto sociales, tecnológicos, económicos y ambientales, demostrando que todavía falta un gran camino por recorrer para poder lograr los objetivos planteados, pero que es posible generar una producción sustentable sin el uso indiscriminado de fitosanitarios, ajustando al máximo el planteo de la producción e incorporando otras variables de manejo, tales como: fomento de desarrollo de la fauna benéfica de insectos que actúen como

control biológico de plagas mediante la conservación de una biodiversidad florística sobre los bordes de los lotes; inclusión de distintos cultivos de cobertura ya sea para tal fin o con doble propósito, como verdeos o abonos verdes; empleo de biofertilizantes, etc.

Este sistema plantea un control más estricto en cuanto al momento de realizar las distintas actividades, acortando las ventanas de tiempo. Se debe estar casi constantemente pendiente del cultivo por lo que es más demandante en cuanto al tiempo de dedicación al mismo, pero es el modo de poder llevar adelante las actividades de manera que puedan expresar su potencial de producción y llegar a constituirse en alternativas económicamente viables que favorezcan la adopción por parte de los productores de la zona.

Tabla resumen

Actividad	Parcela	Costos directos (U\$/ha)	Ingreso Bruto (U\$/ha)	MBD (U\$/ha)	Superficie (ha)	MBD total (U\$)
Silvopastoril	A	647,88	534,65	-113,23	2,00	-226,45
Vicia/Maiz	B	484,07	407,08	-76,99	1,30	-100,08
Triticale/Soja	C	773,71	468,22	-305,49	1,30	-397,14
Trigo/Soja	D	457,05	344,70	-112,35	1,30	-146,06
Soja 1°	E	682,59	349,91	-332,68	1,30	-432,49
Total		612,83	431,97	-180,86	7,20	-1302,22



ESPACIO SILVOPASTORIL: experiencias, replanteos y desafíos venideros

Federico Fina¹, Fiorela Celoria², Guillermo Tion³ e Ivan Van Kruijssen⁴

¹ Cátedra de Forrajes - ² Cátedra de Anatomía y Fisiología Animal - ³ Cátedra de Manejo de Tierras - ⁴ Dirección Campo Experimental Villarino

1 Marco teórico

I - Acerca de los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) se establecen en todo el mundo en respuesta a diferentes motivaciones y objetivos de manejo; pueden estar orientados a la producción lechera o de carne de vacuno en combinación con productos madereros, leña o productos forestales no madereros (Figura 1). Dependiendo del objetivo productivo que tengan, pueden adoptar diversas formas en cuanto a arreglos espaciales, integración de bosques naturales o plantaciones forestales, especies arbóreas y forrajeras, tipos de animales, razas y aspectos de manejo involucrados.

Estos sistemas proporcionan diversos servicios a los ecosistemas entre ellos:

- SERVICIOS DE APROVISIONAMIENTO: diversificación de los ingresos de los productores y seguridad alimentaria.
- SERVICIO DE REGULACIÓN: control del ciclo y calidad de agua.
- SERVICIOS DE APOYO: control de plagas y conservación de suelos.
- SERVICIOS CULTURALES: paisaje y patrimonio.

Existen diferentes dimensiones para analizar las ventajas y desventajas de los SSP. Entre las más significativas se encuentran:

La dimensión **técnica – productiva**: los SSP son más complejos y requieren mayor conocimiento técnico en comparación con los monocultivos. Por eso es un desafío manejar la competitividad entre los diversos componentes y potenciar al mismo tiempo las

ventajosas sinergias que nacen de tal combinación. En este contexto, el principal aspecto por considerar es la disponibilidad de luz solar: los árboles introducen sombra al sistema, factor restrictivo para la producción de forraje que ocurre a partir de un cierto grado de cobertura de dosel que varía normalmente entre 20 y 60%. Por otro lado, los árboles introducen humedad y nutrientes en el suelo, mejorando así la calidad de la hierba, especialmente en condiciones normalmente áridas, pero cuando los árboles son jóvenes aún, la hierba compete con ellos por nutrientes y humedad. La sombra de los árboles puede mejorar el bienestar de los animales y por tanto aumentar la producción animal en un 8 a 20%, dependiendo del sistema de manejo y la raza usada. Se sabe que las temperaturas extremas -altas o bajas- afectan el confort de los animales, provocando una disminución en la eficiencia productiva (menor ganancia de peso, menor porcentaje de parición, menor producción de leche para los terneros e inclusive mortandad) (Radrizzani y Renolfi, 2004). Sin embargo, el ganado puede tener efectos negativos directos o indirectos sobre los árboles. Daños indirectos puede causar la compactación del suelo, y daños directos puede causar las roeduras a la corteza o el impacto físico directo de los animales en los árboles jóvenes o las ramas nuevas. Aunque en algunos casos los daños directos e indirectos son marginales (Couto et al., 1988, Almeida, 1991), otros estudios indican que los daños pueden afectar profundamente el sistema dependiendo de las condiciones del suelo y de las especies arbóreas (Couto et al. 1994, Bezkorowajnyj et al., 1993). Aún no se sabe por qué el ganado roe la corteza; algunos señalan que los animales tratan de compensar la falta de

Figura 1. Esquema consultado de un sistema silvopastoril, con las componentes que lo conforman. Elaboración propia.



nutrientes o fibra, y otros lo adscriben a comportamiento social y aburrimiento. Lo que sí se sabe es que roer la corteza es un comportamiento selectivo y depende de la especie y dimensiones del árbol en cuestión. Introducir ganado en los sistemas de producción forestal ayuda al control de malezas e incendios forestales y reduce los costos asociados. Almeida (1991) demostró que introducir animales en ricos pastos de Tanzania redujo los costos de plantación y mantenimiento de 52 a 93%, según la carga animal.

La dimensión **ambiental** se ha demostrado que los SSP contribuyen al control de la erosión y pueden ser más eficaces en términos de protección de las cuencas que los sistemas puramente ganaderos y forestales (Andrade, 2006), efecto que cobra especial importancia cuando se introduce la silvicultura en áreas tradicionales de pastoreo. También la silvicultura captura carbono e incluso puede llegar a compensar las emisiones generadas por el ganado. En cuanto a biodiversidad, el impacto depende en gran medida del escenario de referencia. Por ejemplo, en tierras previamente agrícolas o de pastos implantados, los SSP ofrecen oportunidades de mejoras, como se ha demostrado en Colombia (Rivera et al., 2013), pero en praderas naturales, el pastoreo extensivo de ganado es probablemente el uso más beneficioso de la tierra.

La dimensión socioeconómica los sistemas silvopastoriles permiten producir diferentes bienes en diferentes lapsos de tiempo, lo cual aumenta la estabilidad económica. También los SSP bien manejados pueden generar más ingresos que los sistemas ganaderos tradicionales.

El sector forestal proporciona más empleo que el sector productor de carne. El impacto social es considerable al introducir silvicultura en tierras de pastoreo, y el sector forestal está ligado a una industria de productos madereros con gran potencial para generar más empleo (Esquivel et al., 2004). Los impactos sociales de los sistemas silvopastoriles reciben un apalancamiento considerable de parte del componente silvícola, ya que la silvicultura de plantaciones proporciona entre 20 a 80 puestos directos de tiempo completo cada 1.000 hectáreas en comparación con 1 a 3 puestos de tiempo completo que proporciona la producción de carne bovina.

Por último, al adoptar sistemas silvopastoriles se deben considerar los aspectos culturales; por ejemplo, un aspecto negativo importante tiene relación con la complejidad de dichos sistemas y lo poco que saben de ellos los productores más tradicionales

II - Situación de los Sistemas Silvopastoriles en Argentina

La superficie forestal de Argentina está conformada por 33,1 millones de hectáreas de monte nativo y aproximadamente 1,2 millones de hectáreas de monte implantado. Los bosques de nuestro territorio se caracterizan por su gran densidad y baja frecuencia específica (*i.e.* pocos ejemplares de la misma especie por hectárea), esto significa que aproximadamente un 12% de la superficie total de nuestro país está compuesta por espacios forestales con características propias. Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, existen más de 42 mil hectáreas destinadas a la producción. Esto implica que aproximadamente el 2% del Producto Bruto Interno Nacional (PBI) corresponde a la industria de base forestal (SENASA 2015)¹.

Los bosques nativos son superficies forestales compuestas por especies propias de la Argentina. Las principales regiones que las concentran son el Parque Chaqueño, la Selva Misionera, la Selva Tucumano-Boliviana, el Bosque Andino Patagónico, el Espinal y el Monte. Las provincias que presentan mayores extensiones forestales son Chaco, Formosa, Santiago del Estero, Salta, Misiones, Santa Fe y La Pampa. Estos bosques nativos están compuestos por más de 90 especies entre las que se encuentran quebrachos colorados y blancos, algarrobos, lapachos, inciensos, cedros, guatambúes, jacarandás, peteribís, palos santos, alerces, ñandubays y sauces.

Por otro lado, los bosques implantados o de cultivo están conformados casi exclusivamente por especies exóticas de rápido crecimiento. En Argentina, se componen principalmente por las coníferas (54%), seguidas por los eucaliptos (32%) y las salicáceas (9%). Según SENASA, estos bosques se concentran en la región de la Mesopotamia (Misiones, Corrientes y Entre Ríos), Delta del Río Paraná, Buenos Aires, Córdoba y Neuquén (Figura 2).

En cuanto a la legislación sobre estos bosques, el Estado Nacional, a través de la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados, ha otorgado un impulso institucional para favorecer el crecimiento de esta actividad a través de aportes económicos no reintegrables, creando así un régimen de promoción tanto para las nuevas inversiones forestales como para la ampliación de aquellas ya existentes. A su vez, esta Ley de promoción de bosques cultivados legisla sobre los beneficios, y establece otras medidas de carácter impositivo de apoyo a las actividades foresto-industriales. En los últimos 40 años este sector se vio obligado a avanzar sobre los bosques nativos para obtener materia prima. Estas acciones han sido, en gran parte, de carácter extractivo. Dicha ley es una herramienta que tiene el Estado nacional para garantizar la oferta de productos forestales de bosques cultivados. Al aumentar la superficie forestal cultivada, se espera disminuir el volumen de madera extraída de los bosques nativos. Actualmente la ley 25.080 ha sido prorrogada

Figura 2. Mapa de plantaciones forestales en territorio argentino. Fuente: MAGyP



hasta el año 2028. Anualmente se van actualizando los valores de los aportes económicos no reintegrables.

Situación en Santa Fe

La provincia de Santa Fe tiene como principales actividades económicas la producción agropecuaria y la industrial. Un hecho trascendente durante los últimos años es la expansión de la frontera agrícola, cuya consecuencia es el desplazamiento de la ganadería hacia áreas de menor aptitud y/o de mayores restricciones para la productividad de los rodeos. Este avance trajo aparejado la eliminación de las estructuras arbóreas (cortinas, macizo) en el sector rural. Otro aspecto vinculado es la aparición de lotes con suelos degradados que ya no pueden sostener cultivos extensivos de alta performance. También se evidencia un avance del sector urbano sobre lo rural, generando un sitio con limitantes a la productividad de orden social. Es aquí donde la actividad forestal puede ser incorporada en los sistemas de producción regional para conjugarse con las diversas actividades realizadas en cada sistema. Se puede planificar la implantación de ejemplares arbóreo en lotes ganaderos (silvopastoril), en lotes agrícolas (agroforestal), en lotes periurbanos (cortinas forestales).

La materia prima utilizada para la fabricación de muebles, carpintería y construcción (madera de calidad) proviene principalmente de otras provincias y de países vecinos, dado que en la región aún no existen plantaciones forestales para abastecer la demanda. Por otro lado, en el norte de Santa Fe, existe una cantidad importante de industrias que utilizan leña de bosque nativo como combustible, lo cual implica una sobreexplotación de este recurso natural.

La especialización e intensificación en el uso del recurso suelo han generado beneficios económicos y productivos a cambio de un costo: la destrucción masiva de ecosistemas naturales y que las economías nacionales dependan considerablemente de una reducida cantidad de productos de exportación.

Por lo tanto, los sistemas silvopastoriles ofrecerían una oportunidad para enfrentar el desafío de restaurar los atributos de los

2. Inicios

El Espacio Silvopastoril, perteneciente al Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA), fue establecido en el año 2017, luego de que el Consejo Directivo de la FCAGR aprobara su constitución. En términos generales, el SIPA tienen como objetivo desarrollar una alternativa a la producción agropecuaria extensiva tradicional para la región, a través de la investigación y desarrollo de técnicas y tecnologías de producción (Res. CD N° 331-17) donde, además, se establezca un ámbito de formación de estudiantes y de extensión de las técnicas y tecnologías, a productores locales y profesionales, incorporando principios y procedimientos de la agroecología.

El Espacio Silvopastoril en particular fue establecido con el objetivo de ser una propuesta forestal de referencia para la región, donde se asocie la ganadería con la producción de madera. Bajo este concepto, en el año 2017 se llevó adelante la plantación de tres especies de árboles nativos en una superficie de 2,33 has, con una disposición Este a Oeste y una dimensión de 350 m x 60 m (Figura 3), y la siembra de una pastura polifítica, compuesta por cuatro especies forrajeras. Las especies arbóreas fueron algarrobo (*Prosopis alba*,

agroecosistemas para producir más y mejor con el menor impacto ambiental posible y al mismo tiempo recomponer la biodiversidad de los mismos.

A modo de conclusión podemos decir que los SSP son superiores en términos económicos, ambientales y sociales en comparación con sistemas de producción de carne en tierras que cuentan con condiciones biofísicas adecuadas para la silvicultura de plantaciones. Si bien los SSP son menos rentables que las plantaciones forestales, al integrar un componente productivo a corto y largo plazo generan un perfil de flujo de fondos más equilibrado, y así son más accesibles financieramente para los productores. Así mismo, vale aclarar que la economía ecológica introduce la valoración de los servicios ecosistémicos que difícilmente pueden medirse a través de una moneda y por ello no son tenidos en cuenta por la economía convencional, mas allá de que ésta propone medir los costos intangibles como la pérdida de los recursos naturales por el modelo industrial basado en commodities. Además, la integración de dos componentes productivos reduce mucho los riesgos productivos y económicos, lo cual aumenta la resiliencia de los productores en tiempos de crisis. También los SSP ofrecen beneficios en cuanto a diversificación del uso de la tierra, ya que permite sumar otras actividades complementarias (avicultura, apicultura, lumbricultura, etc.), oportunidades de conservación de la biodiversidad, control de la erosión y beneficios en torno al carbono, al mismo tiempo que reducen la presión sobre los bosques naturales y permiten continuar la producción ganadera. Los SSP también pueden hacer contribuciones significativas en el ámbito social, no sólo dando empleo sino también fomentando una industria de procesamiento asociada con la producción de productos madereros de calidad.

Por lo expuesto, desde la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCAGR-UNR), se estableció como prioridad avanzar en la comprensión local de estos sistemas, de manera de generar conocimiento de interés científico y social.

310 plantas), sauce (*Salix humboldtiana*, 102 plantas) e ibirá pita (*Peltophorum dubium*, 200 plantas), con el objetivo de obtener madera "blanda" que sirva para comercializar a nivel local.

El diseño o configuración de plantación elegido se denomina "en trincheras", "líneas apareadas" o "en callejones" y consiste en juntar dos líneas a una distancia de 4 metros y separarlas con callejones de 8 metros (Figura 3). Entre los árboles ibirá pita y los sauces se dejó una zona vacía. La obtención de plantines y el diseño del arreglo fue trabajado con el Vivero Forestal de la FCAGR.

Para la obtención de los árboles se propuso la producción de los mismos a partir de semillas de ejemplares de la zona. El proceso se inició en un primer año dedicado a la producción de los plantines (Figura 4) para luego, con el terreno preparado, llevarlos a su destino en un segundo año.

Se realizaron actividades de escarificación de semillas con ácido sulfúrico con distintas dosis, evaluando su efectividad, con asisten-



Figura 3. Imagen satelital del Espacio Silvopastoril del SIPA con el detalle de las especies arbóreas. Elaboración propia en base a capturas de Google Maps.



Figura 4. Semillas de *Peltophorum dubium* (derecha) y repique plántulas germinadas a multimacetetas (izquierda).



cia del Vivero Forestal (Figura 4). Luego se llevaron semillas a bandejas en invernáculos cerrados, y se hizo repique y trasplante de plántulas a invernaderos de condiciones seminaturales para la última etapa de producción de árboles juveniles (Figura 5).

En una segunda etapa, que incluyó la plantación, participaron cinco estudiantes de la Facultad formando parte de una pasantía rentada; también participó personal no docente afectado al mantenimiento del Campo Experimental y docentes que integran el SIPA. Utilizando plantines de un año, se realizó la plantación en el lote de los cerca de

600 árboles (Figura 6). La pasantía incluyó las tareas de: armado e instalación de un sistema de riego por goteo, preparación y colocación de mulching plástico, y manejo de adversidades.

Respecto a la pastura polifítica, se implantó una típica de la zona, compuesta por alfalfa (*Medicago sativa*), festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y cebadilla (*Bromus catharticus*). Con el objetivo de dar tiempo a los árboles a que crezcan y evitar posible daño con animales, se decidió manejar la pastura con cortes mecánicos, conservando el material en forma de heno.

Figura 5. Producción de plantines en invernáculo del Vivero Forestal de la FCAGR en condiciones seminaturales.



Figura 6. Preparación del terreno con riego y mulching antes de la plantación.



3. Dificultades que nutren la experiencia

Con el paso del tiempo, se comenzaron a percibir ciertas limitantes y dificultades que repercutieron en el desarrollo del planteo original del Espacio Silvopastoril. Las especies arbóreas seleccionadas presentaron diferentes complicaciones: en el caso del ibirá pita, las bajas temperaturas invernales dañaron su estructura, a pesar de haber utilizado telas anti heladas (Figura 7a); los sauces presentaron fuertes ataques de hormigas, que no se lograron controlar a tiempo (Figura 7b); y en el caso de los algarrobos (Figura 7c), las plantas sobrevivieron pero no se logró conducirlos apropiadamente con el uso de tutores.

En el caso de la pastura, se dificultó el manejo por corte a causa del espaciamiento de 4 m entre línea de árboles, que en términos reales es de 2,8 m por el plástico utilizado para mulching.

A raíz de todas las dificultades y complicaciones mencionadas, se decidió realizar un diagnóstico en febrero de 2020 para tener datos cuantitativos de la situación actual, con vistas a generar un plan de readecuación en el mediano plazo, teniendo como punto de partida las experiencias vividas en los dos años y medio que habían pasado desde el momento de la confección del Espacio.

Figura 7. Daños en las especies arbóreas. A) Ibirá pita dañado por heladas, dando lugar a mala estructura; B) sauces atacados por hormigas; y C) algarrobo sin conducción.



4. Sobre diagnósticos y readecuaciones

La instalación de un Espacio Silvopastoril es sin dudas un desafío para la institución. Diferentes situaciones vividas obligaron a repensar el espacio, teniendo en cuenta nuevos contextos y obligaciones. Así, a comienzos del 2020 se llevó a cabo un diagnóstico orientado principalmente a corroborar el estado de las plantas. Se confeccionaron plantillas de relevamiento (Figura 8a) y se censó planta por planta para tener un estado de situación georreferenciado (Figura 8b).

Para ordenar el diagnóstico, se clasificó cada planta según estado vivo y bueno (color verde), estado vivo dudoso/afectado (color amarillo) y muerta/espacio vacío (color rojo). De esta manera se llegó a los siguientes resultados parciales (Cuadro 1).

Figura 8. Diagnóstico de situación del Espacio Silvopastoril realizado en febrero de 2020. A) Planillas utilizadas; y B) censo planta por planta.



Como se mencionó previamente, las bajas temperaturas afectaron a los ibirá pita, perdiéndose un alto porcentaje, mientras que el resto (cerca de la mitad; Cuadro 1), desarrolló una mala estructura de copa. En el caso del sauce, cerca de $\frac{1}{4}$ murió, mientras que alrededor del 60% del resto era de tamaño pequeño y/o estaba atacado por hormigas. Finalmente, el algarrobo estaba en su mayoría vivo, pero con necesidad de ser tutorado para lograr una estructura adecuada.

Al sumar a los datos anteriores la proporción de espacio vacío, se

Cuadro 1. Estado las plantas clasificado por especie (%). Verde refiere a estado vivo y bueno; amarillo a estado vivo dudoso/afectado; y rojo a planta muerta/espacio vacío

ESTADO/ESPECIE	IBIRÁ PITA	SAUCE	ALGARROBO
VERDE	0	17	73
AMARILLO	53	58	18
ROJO	47	25	9



obtuvo que el 44% de las plantas estaban muertas/ausentes, el 24% con estado vivo dudoso, y apenas un 32% vivo. En la Figura 9 se observa la distribución espacial.

Como conclusión global, de las 780 potenciales plantas que el diseño del espacio podría tener, sólo 245 estaban vivas y en su mayoría eran algarrobos.

El diagnóstico puso valores cuantitativos y cualitativos al estado general del Silvopastoril y permitió la reflexión y el debate al seno del SIPA, estableciendo puntos a seguir. En primer lugar, se decidió convocar a expertos/as en temáticas forestales y silvopastoriles, con el objetivo de analizar la situación actual y pensar posibles caminos a seguir. Paralelamente se inició una búsqueda interna en la institución, con el propósito de conformar un grupo humano que tome la iniciativa en la temática.

5. Propuestas en contexto

Las líneas de acción diagramadas post diagnóstico febrero 2020 fueron pospuestas temporalmente a raíz de la situación sanitaria que afectó el normal funcionamiento institucional. En abril se retomaron los encuentros en forma virtual, para volver a repensar el Espacio. Así, se logró establecer encuentros con especialistas en la temática.

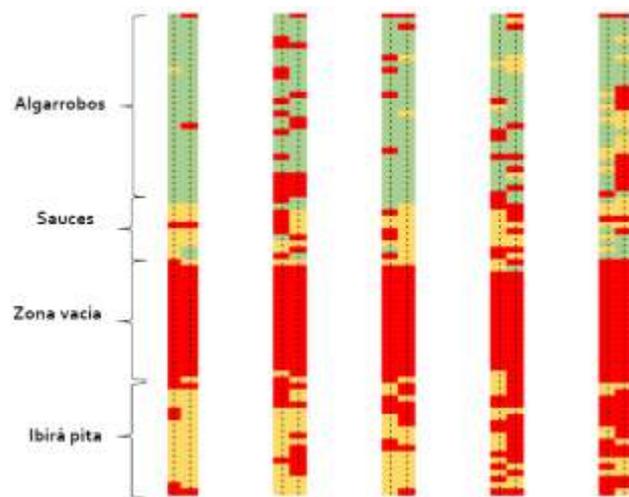
Uno de los grupos con los que se estableció relación, fue la Cátedra de Dasonomía de la Universidad Nacional de La Plata, universidad que tiene en su oferta de grado a la carrera de ingeniería forestal. Se le presentó a este grupo el diagnóstico realizado, debatiendo posibles alternativas, que el renovado equipo del Espacio Silvopastoril luego propuso.

Teniendo en cuenta el contexto actual, signado por la pandemia, se estableció un plan de readecuación para el mediano-largo plazo. Se trabajó en tres diferentes alternativas, que contemplaron desde cambios leves a extremos, de manera de considerar la mayor cantidad de opciones posibles.

La Alternativa 1 proponía mantener el esquema actual (2 hileras de 4 m cada 8 m), reemplazar los algarrobos muertos y tutorar los vivos, reemplazar la zona de ibirá pitá, sauces y sector vacío por eucaliptus (*Eucalyptus dunnii*) y kiri (*Paulownia elongata x fortunei*). La cantidad de hectáreas por especie sería de 0,7 has/especie.

Dado que el cultivo de kiri en Argentina ha sido muy poco difundido en las regiones forestales y, por lo tanto, hay muy poca información sobre el comportamiento de la especie, aquí se mencionan algunas características principales. El kiri posee un metabolismo C4 y pertenece a la familia botánica Paulowniaceae. Es un árbol de follaje caduco, puede llegar a los 20 metros de altura total, con un fuste de hasta 6 metros de largo y el diámetro puede llegar hasta 1 metro. El genotipo *Paulownia elongata x fortunei* forma los primordios florales en otoño, pasa el invierno en reposo y luego florece en primavera, flores hermafroditas de color azul-celeste-blanco (según genoti-

Figura 9. Diagnóstico de situación del Espacio Silvopastoril realizado en febrero de 2020. Distribución espacial y situación de cada planta. Verde refiere a estado vivo y bueno; amarillo a estado vivo dudoso/afectado; y rojo a planta muerta/espacio vacío.



po). El interés de considerarlo en el esquema, es debido a que presenta altas tasas de crecimiento y posee una madera muy blanda (densidad: 0,27gramos/cm³), de color blanco-amarillo, siendo un buen material para trabajar con tinturas porque toma bien los colores. Además, es de secado rápido, fácil de cortar y se utiliza en la industria para laminados y para todo tipo de aplicaciones que se requiere madera resistente y de bajo peso. En nuestra región se encuentran algunos aserraderos primarios, con capacidad de recibir rollizos como materia prima pero no están trabajando con estas maquinarias por falta de oferta forestal local.

La Alternativa 2 establecía igual disposición de especies arbóreas que en la Alternativa 1, pero usando un esquema de 4 m entre hileras, agregando una entre los entre líneas de 8 m. Estas nuevas hileras se pensaban sin riego y enfrentadas, de manera de obtener tratamientos sin riego para posibles experimentos.

Finalmente, la Alternativa 3 se pensó igual que la Alternativa 2, pero con cambio de ubicación de líneas de riego para que queden dos sectores diferenciados (con y sin riego), lo que implicaba dificultades operativas.

Para poder ordenar los criterios de decisión, se decidió utilizar una matriz de priorización (Cuadro 2), donde se comparó cada alternativa según cuestiones logísticas, experimentales, y de posibilidad de transferencia al sector productivo, asignando puntajes según efecto positivo, medio y negativo (Verde: 1 punto | Amarillo: 0,5 puntos | Rojo: 0 puntos).

Los resultados de la matriz indicaron preferencia por la Alternativa 1, lo que fue avalado por el grupo especialista de la UNLP, quienes observaron la elección del kiri por cuestiones de poca probabilidad de adaptación ambiental y de posibles problemas de comercialización, inclinándose por hacer todo eucaliptus o a lo sumo incluir álamo blanco (*Populus alba*).



Cuadro 2. Matriz de priorización de alternativas para readecuar el Espacio Silvopastoril

CRITERIO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
MANO DE OBRA Y LOGÍSTICA PREVIA	Baja	Media	Alta
COSTOS INICIALES	Baja	Media	Media
FACTIBILIDAD DE EXPERIMENTACIÓN A LARGO PLAZO	Media	Baja	Alta
TRANSFERIBILIDAD A PRODUCTORES (IMPORTANTE RIEGO)	Baja	Baja	Alta
FACILIDAD MANEJO ANIMALES Y SIEMBRA PASTURA	Alta	Baja	Media
VALORACIÓN	3,5	1	3

6. Relanzar con experiencias vividas

Entrando ya en los últimos meses del 2020, el renovado equipo del Espacio Silvopastoril se plantea un esquema de trabajo, que contempla recambio de especies arbóreas, resiembra del componente pastoril y revisión del diseño de plantación considerando los implementos con los que cuenta la Facultad. El contexto actual de asilamiento dificulta avanzar con algunas acciones, por lo que el equipo trabaja hoy en un proyecto a largo plazo, con objetivos de corto y medio alcance, para relanzar el Espacio en marzo-abril de 2021, considerando todas las situaciones vividas y el aprendizaje que se obtuvo de ello.

Los tres años transcurridos desde la aprobación formal del SIPA y su Espacio Silvopastoril han resultado en una enriquecedora experiencia. El desafío de llevar adelante proyectos como este sin dudas replantea el quehacer diario de la institución, y revaloriza los equipos de trabajo como condición *sine qua non* para las tareas se piensen, reflexionen y ejecuten. Primero el grupo humano, después lo técnico.

Bibliografía

- https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_vocesyecos_nro29_sistemas_silvopastoriles.pdf
- https://www.foa.org.ar/bosques_en_argentina_detalle.php?p=41
- http://forestindustria.magyp.gob.ar/archivos/gestion-forestal-sostenible/publi_ambiental.pdf
- <http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/bosques-argentinos-actividad-forestal-y-economias-regionales>
- Almeida, J.C.C. 1991. Comportamiento de Eucalyptus citriodora Hooker, en áreas de pastoreo de ganado vacuno y ovino en el Vale do Rio Doce, Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1991. 44p. Disertación (Maestría en Ciencias Forestales) - Universidad Federal de Viçosa.
- Braun, A. 2016. Incremento de los sistemas silvopastoriles en América del Sur, Paraguay, Katalin Solymosi, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Daniel O. y Couto L. 1999. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con Eucalipto en Brasil. Documento de Producción y Salud Animal de la FAO.
- Esquivel, J.; Fassola, H. E.; Lacorte, S.M.; Colcombet L.; Crechi, E.; Pachas, N.; Keller, A. 2004. Sistemas Silvopastoriles – Una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental. 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM- EEA Montecarlo, INTA.
- Frey, G. E.; Fassola, H.; Pachas N.; Colcombet L.; Lacorte S.; Cubbage F.; Pérez O. 2008. Percepciones de los sistemas silvopastoriles en el noreste argentino. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UnaM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones. Argentina.
- Gallardo, M. y Valtorta, S. 2000. Estrategias para mejorar la producción de leche en verano. Publicación N° 119 de EEA INTA Rafaela: Producir XX1. Año 9. Nro. 110. Diciembre 2000.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Impreso en Argentina. Editor: Grupo Forestal, EEA. INTA. Concordia. C.C.N* 34, (3200) Concordia, Entre Ríos, Argentina. Manual para Productores de Eucaliptos de la Mesopotamia Argentina
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (agosto 2013). Revista Producción Forestal. Año N° 3. Revista N° 6.
- Murgueitio E., Chará J., Solarte A., Uribe F., Zapata C. y Rivera E. (2013). Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 313-316.
- Ríos N, Cárdenas A, Andrade J.; Ibrahim M., Jiménez F., Sancho F., Ramírez E.; Reyes B., Woo A. (2006). Escorrentía superficial e infiltración en sistema ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica Agroforestería en las Américas N° 45
- Radrizzani A. y Renolfi R. 2004. La importancia de los árboles en la sustentabilidad de la ganadería del chaco semiárido GTR Recursos Naturales, INTA E.E.A. Santiago del Estero.



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE SIEMBRA DE CULTIVOS DE COBERTURA ADAPTADO A COSECHADORAS:

Una experiencia formativa realizada en el marco del Programa Ingeniar Santa Fe del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Provincia de Santa Fe en la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)

González, Matías; Jakas, Gabriel; Jakas, Mariano; Pergomet, Germán; Vucasovich Luzuriaga, Nicolás Montico, Sergio; Muñoz, Griselda; Palazzesi, Pablo

INTRODUCCIÓN

En la pampa húmeda el régimen hídrico anual supera la cantidad de agua consumida por parte de los cultivos, esto se debe a que existe una gran proporción de la superficie en la cual se realiza un sólo cultivo al año, mayormente soja o maíz, que consumen agua durante no más de seis meses al año con un promedio de 500 mm anuales.

En zonas con excedentes hídricos la incorporación de un mayor número de cultivos por campaña en las rotaciones, así como también diversos niveles de intensificación, permite ajustar el consumo de agua con la oferta de precipitaciones. Cuando el suelo está permanentemente cubierto con cultivos activos se atenúan muchos de los movimientos de la napa freática. El ascenso de la napa es menor y los cultivos (trigo, gramíneas de verano) ayudan a amortiguar sus variaciones frente a eventos de precipitaciones.

La intensificación con trigo, cultivos de cobertura, leguminosas de invierno y otros usos, ha permitido un menor ascenso de la napa cuando se producen precipitaciones, debido a la presencia de cultivos. El ejemplo más claro se da cuando en la zona se realizan dos cultivos por año, consumiendo alrededor de 850 milímetros anuales, contra 450 ó 500 milímetros cuando se siembra una vez al año (Ruíz, 2016).

Los cultivos de cobertura son especies que se siembran junto al cultivo principal para proveer de una capa protectora al suelo. Generan un incremento de los estratos de vegetación (diversidad vertical), un aumento de la entomofauna benéfica (diversidad específica) y activan la biología del suelo. En este caso, se ven favorecidos los procesos ecológicos de regulación biótica y ciclado de nutrientes (diversidad funcional). A su vez, de acuerdo al tamaño de la planta y la estructura del dosel, ayudan en el mantenimiento de un clima favorable, servicio que colabora con el bienestar humano (Sarandón, 2016).

El aumento de la superficie con soja y la reducción de cultivos de invierno en la región sudeste de Córdoba ha causado una degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Existen evidencias bibliográficas que los cultivos de cobertura pueden revertir estos procesos de degradación a través del aumento de la cobertura de suelo y la materia orgánica, pero en la región se desconoce el efecto que éstos pueden tener sobre el balance hídrico y el rendimiento de los cultivos de cosecha (Baigorria, 2016).

El agua dulce es un recurso muy valioso y su aprovechamiento debe ser cuidadosamente administrado. Las precipitaciones no consumidas por los cultivos, en primera instancia recargan el perfil edáfico, si éste es pobre en materia orgánica sus capacidades de absorción y retención se verán reducidas. Una vez llegado a la capacidad del campo se producen pérdidas por escurrimiento superficial y percolación en profundidad, generando ascenso de napas y anegamientos en zonas bajas.

Los problemas de inundaciones de la campaña 2015/2016 alertaron sobre esta situación. La superficie destinada a cultivos invernales se fue reduciendo año tras año debido, principalmente, a los bajos precios de los *commodities*. Sumado a esto, el régimen hídrico fue superior al promedio histórico.

A mediados del año 2017, coincidentemente con un contexto social complejo por la ocurrencia de vastas inundaciones en la región, se ofreció a los estudiantes del último año de la carrera ingeniería agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCA-UNR) la oportunidad de participar en el Programa Ingeniar Santa Fe, perteneciente al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCTIP) de la Provincia de Santa Fe. La primera etapa, denominada "Competencia de Ideas-Proyectos Innovadores", dio la posibilidad de participar con el objetivo de lograr algún aporte al tratamiento de la problemática. El equipo de trabajo, inicialmente integrado por dos estudiantes



tutorados por dos docentes Responsables Institucionales, se abocó a la búsqueda de información, análisis de datos, discusión de ideas y propuestas.

En este sentido, y considerando las particularidades del territorio, se arribó a la conclusión de que la mejor herramienta cultural disponible para mitigar las inundaciones era la implementación de cultivos de cobertura (CC) para alcanzar: un mejor aprovechamiento del excedente de agua, un mayor aporte de materia orgánica al perfil edáfico, así como también una disminución de malezas resistentes, entre otros beneficios.

Si bien era conocido que algunos productores de la región utilizaban esta tecnología, no había suficientes registros sobre cómo se estaba implementando ni sobre qué resultados se obtenían para comprender las causas de su baja adopción. Esto motivó al equipo a presentar el proyecto "Creación de una Red/Plataforma Participativa Colaborativa sobre Cultivos de Cobertura" con el propósito de relevar datos, procesar y generar información útil para realizar recomendaciones, compartir experiencias entre productores, técnicos y profesionales. Todo ello con el objetivo último de generar propuestas de intervención que tengan un impacto social, ambiental y productivo, conducentes al desarrollo de prácticas agropecuarias más sustentables.

El proyecto se centró en crear una red que sirviera tanto para consulta como también para cargar datos sobre el uso y aplicación de diferentes cultivos de cobertura en distintas áreas de la región. Así, cualquier productor o profesional que accediera a la misma, podría contar sus experiencias y resultados obtenidos, consultar sobre la temática, participar y generar debates, etc. Además, sería de gran utilidad para entidades provinciales y nacionales, generando estadísticas e información de interés sobre la producción agrícola de nuestro país.

Proyecto: diseño y construcción de un equipo de siembra de cultivos de cobertura adaptado a cosechadoras

Objetivo general

Desarrollar un equipo para la siembra de cultivos de cobertura, que represente una alternativa sencilla y económica de adopción de tecnologías de proceso por parte de productores, contratistas e industrias relacionadas al sector agropecuario, transitando hacia modelos agropecuarios más sustentables.

Objetivos específicos

- Diseñar y desarrollar una maquinaria que incentive a los profesionales de las ciencias agropecuarias a adoptar tecnologías de proceso que disminuyan el impacto ambiental.
- Ofrecer una alternativa económica y sencilla para la siembra de cultivos de cobertura.
- Favorecer la utilización de cultivos de cobertura para mejorar la conservación de los recursos naturales suelo y agua, contribuir a la biodiversidad de los agroecosistemas, minimizar la utilización de fitosanitarios para el control de malezas, plagas y enfermedades, y reducir el consumo de energías no renovables.

Si bien la plataforma ofrecía distintas formas de uso y de aplicación, el fin último era mitigar el efecto de las inundaciones en la región y favorecer el empleo de buenas prácticas agrícolas, fundamentalmente disminuyendo el uso de herbicidas en postemergencia del cultivo posterior y con esto minimizando el impacto ambiental.

El desarrollo de la experiencia comprendió capacitaciones generales organizadas por el Programa Ingeniar Santa Fe que se fueron complementando con encuentros periódicos en la Facultad, que progresivamente fueron orientando la concreción del proyecto. La profundización en la búsqueda de investigaciones sobre el tema arrojó que, si bien muchos productores tenían conocimientos sobre las ventajas de los cultivos de cobertura, su principal desmotivación para implementarlos era relativo a su alto costo de implantación. Fue a partir de este dato que en el grupo surgió la inquietud de pensar en diferentes alternativas que logran disminuirlo.

El Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA) de la FCA-UNR se constituyó en un ámbito de aprendizaje fundamental para el proyecto ya que dentro de sus objetivos se encuentra el desarrollo de tecnologías de proceso, como por ejemplo los cultivos de cobertura. Esta articulación facilitó diversos aprendizajes sobre el tema, así como la adquisición de habilidades y competencias profesionales específicas.

Finalizada y aprobada esta etapa que tuvo una duración de aproximadamente un año, el grupo decidió continuar con la etapa siguiente: "Concurso de Prototipos para la Innovación", a la cual se sumaron tres estudiantes y un docente de la asignatura Taller de Integración IV: práctica profesional, en calidad de Colaborador.

A continuación, se presenta una descripción de esta última etapa con el propósito de compartir no solo los aspectos técnicos productivos sino también las vivencias del grupo en torno a un proyecto que contribuiría a la gestión del agua en los sistemas agrícolas extensivos.

Metodología de trabajo

El grupo de trabajo, en esta etapa constituido por cinco estudiantes acompañados por tres docentes, adoptó la metodología conocida como Investigación-Acción Participativa (IAP) que es un método de investigación y aprendizaje colectivo de la realidad, basado en un análisis crítico con la participación activa de los grupos y actores implicados, orientada a estimular la práctica transformadora y el cambio social. Concibe a los participantes de los procesos de investigación como agentes activos en la construcción, reconstrucción y deconstrucción colectiva del conocimiento. Como en otros métodos de intervención social, como es el caso de la IAP, su finalidad principal es la acción; una acción con la participación activa de la gente y con el propósito de resolver los problemas de la misma gente, que se pueden resolver a nivel local (Ander-Egg, 2012).

Según Fals Borda (2008), la IAP es una vivencia necesaria para progresar en democracia, como un complejo de actitudes y valores, y como un método de trabajo que dan sentido a la praxis en el terreno. A su vez, Colmenares (2012) destaca que se parte de un diag-



Imagen 1. Parte del equipo de trabajo. De izquierda a derecha: Delgado, Marcos; Pergomet, Germán; Jakas, Gabriel; González, Matías; Vucasovich Luzuriaga, Nicolás y Amoedo, Rodrigo.



nóstico inicial, de la consulta a diferentes actores sociales en búsqueda de apreciaciones, puntos de vista, opiniones, sobre un tema o problemática susceptible de cambiar.

Latorre (2003) sugiere que las metas de la investigación-acción son: mejorar y/o transformar la práctica social y/o educativa, a la vez que procurar una mejor comprensión de dicha práctica, articular de manera permanente la investigación, la acción y la formación; acercarse a la realidad vinculando el cambio y el conocimiento, además de hacer protagonistas de la investigación al profesorado. Asimismo, los actores sociales se convierten en investigadores activos, participando en la identificación de las necesidades o los potenciales problemas por investigar, en la recolección de información, en la toma de decisiones, en los procesos de reflexión y acción.

En el marco de esta metodología, el equipo participante trabajó en conjunto con diferentes actores sociales, personal de apoyo de la misma institución, estudiantes, productores y contratistas. Estos últimos no solo aportaron un gran interés y entusiasmo, sino también sus conocimientos e ideas que facilitaron la optimización del diseño. Esta metodología de trabajo conjunto con los distintos actores vinculados al ámbito rural resultó ser la más adecuada ya que una de las mayores preocupaciones era la aceptación y adopción efectiva del prototipo por parte de los potenciales usuarios.

Diseño del prototipo

A partir de la aplicación de la IAP se llegó a la conclusión de que una de las principales causas del poco uso de los cultivos de cobertura

eran su alto costo y la carencia de un rápido rédito económico. Como es de saber general, incluir cultivos de cobertura en un esquema de rotación implica costos, los cuales no tienen una retribución económica, por lo menos en el corto plazo. Dentro de los mismos, uno de los costos más influyentes es la siembra o la contratación de la misma. Este razonamiento práctico de índole económico, identificado como uno de los mayores obstáculos, fue el que orientó el diseño en pos de lograr un equipo que lo minimizara.

En este sentido, la idea que básicamente sustentó el diseño fue articular dos labores destinadas a actividades totalmente diferentes, en una sola. Esto es, recolectar la producción del cultivo estival o invernol en simultáneo con la siembra del cultivo de cobertura, según el plan de rotación del establecimiento. Así, se reducen de manera directa costos relacionados a la labor de siembra, principalmente gasoil, además del mantenimiento y reparación tanto del tractor como de la sembradora. De manera indirecta, también se lograría una disminución del uso de fitosanitarios por la simple ausencia del barbecho químico.

Con respecto a cuestiones ecológicas y medioambientales, habría importantes mejoras en los lotes ya que, al estar cubiertos por un tapiz verde durante mayor parte del año, la cantidad de agua evapotranspirada aumentaría, provocando un menor riesgo de anegamiento de los mismos.

Por otro lado, el efecto de la cobertura generada, evitaría el impacto directo de las gotas de lluvia sobre el suelo, disminuyendo la ero-



sión hídrica y aumentando la infiltración de agua, al generar una superficie con gran rugosidad. Esto contrasta fuertemente en los lotes con monocultivo de soja, donde la cobertura generada es ínfima y de poca duración ya que es rápidamente degradada debido a su baja relación C/N.

Además, como se mencionó, las mejoras a nivel de estructura de suelo en el largo plazo que ofrecen los esquemas de rotación con participación de cultivos de cobertura, incrementarían las capacidades de retención y absorción edáficas debido al aumento de los niveles de materia orgánica, así como también a una mayor porosidad (principalmente macro y mesoporos), facilitando la exploración radicular, con las ventajas que ello genera. Estas mejoras en las condiciones de los suelos, permitirán un aumento de la actividad biológica, cuyas funciones son fundamentales para el ciclado de nutrientes y desarrollo de los cultivos.

Otra ventaja es el impedimento del lavado de los nutrientes móviles, tales como nitratos y sulfatos, ahorrando costos en la fertilización.

Asimismo, el hecho de mantener el suelo siempre cubierto por materia verde (viva), generando ambientes más estables y en armonía con la naturaleza, sería un atractivo para los insectos benéficos que contribuyen al control de las plagas.

Con respecto al impacto social, se cree que será positivo, ya que además de la reducción en el uso de insumos químicos (fertilizantes y pesticidas), se disminuirá también la huella de carbono, amortiguando el efecto sobre el cambio climático.

Conformación del grupo de trabajo

Una vez logrado un primer diseño experimental del prototipo, se confeccionó un plan de trabajo dividiendo los roles y tareas en base a las diferentes aptitudes de los integrantes del equipo.

Para la confección del prototipo se contrató a un mecánico-electricista, Marcos Delgado, disponiendo para ello del presupuesto aprobado por el Programa.

Otras personas que colaboraron con la experiencia sumando sus ideas y experiencia al grupo de trabajo fueron: Calvo, Sergio (Productor agropecuario); Amoedo, Rodrigo (Ing. Agrónomo); Rinaldi, José (Productor agropecuario) y Personal no docente de la FCA-UNR.

Durante esta etapa se intensificaron los encuentros semanales y se llevaron a cabo continuas capacitaciones para identificar las dificultades, comprenderlas y buscar alternativas que optimicen el funcionamiento del prototipo.

Materiales

Para el montaje del prototipo y las pruebas a campo se utilizó una Cosechadora Vassalli Ideal 3-16 perteneciente a un productor. La infraestructura del prototipo consta de una pirámide invertida truncada (tolva), con su base adherida a una fijación en la cual se montan los motores y comandos eléctricos.

Peso total: 16 kg, compuesto por: 11,5 de kg tolva + placas intercambiables; 3,5 kg del soporte para la fijación a la cosechadora, 1 kg de los motores y comandos eléctricos.

Medidas de la tolva: altura 63 cm, ancho de la base 10 cm, largo de la base 10 cm, ancho superior 60 cm y largo superior 60 cm. Volumen de la tolva: 70 l.

El diseño consiste en la articulación del sistema de distribución de residuos de la cosechadora con el dosificador del equipo de siembra, de modo de alcanzar una distribución de las semillas entremezcladas con el rastrojo de cosecha.

La apertura/cierre del sistema se realiza de manera electrónica desde la cabina de la cosechadora y la regulación de la densidad de siembra mediante el intercambio de placas con orificios de diferente tamaño. La distribución de la semilla entremezclada con el rastrojo se efectúa por medio de los propios trituradores de la máquina cosechadora.

Para garantizar el flujo constante de semillas evitando el apelmazamiento de las mismas, se incorporó un motor eléctrico con un eje descentrado (removedor) por encima de la placa dosificadora, dentro de la tolva.

Imagen 2: Trabajo conjunto con el productor José Rinaldi.



Imagen 3: Mecánico-electricista Marcos Delgado fabricando la tolva.



Resultados

A fines de noviembre de 2019 se realizaron los primeros ensayos donde se cosecharon 0,6 ha de trigo, sembrando soja al voleo. Mediante un GPS se determinó que la velocidad de avance eran 3 km/h. Se utilizaron dos densidades de siembra, 55 y 78 kg/ha.

Si bien el escaso tiempo disponible para los testeos impidió realizar estudios estadísticos, sí se pudo efectuar un simple control de siembra por medio de pruebas efectuadas en un rectángulo de superficie conocida a fin de evaluar la calidad del esparcimiento de las semillas. Allí, se determinó que la distribución lograda correspondería a una "Campana de Gauss" con valores de 200.000 pl/ha en los extremos y 600.000 pl/ha en el centro.

La incorporación al sistema de cosecha no obstaculizó el normal funcionamiento de la máquina ni sus tiempos operativos, a excepción del tiempo requerido para la carga de semillas en la tolva.

Cabe aclarar que actualmente se está fabricando una variante al prototipo para mejorar tanto la dosificación como la distribución de las semillas. Uno de los objetivos es lograr una dosificación dinámica cuya densidad de siembra pueda regularse mediante comandos accionados desde la cabina a la vez que la misma no se vea afectada por variaciones en la velocidad de la máquina. Otra finalidad que busca alcanzar el nuevo diseño es que la distribución de las semillas sea lo más uniforme posible en todo el ancho de siembra.

Esta alternativa consiste en una tolva de plástico ubicada en el sector delantero de la máquina (al lado de la cabina) y la misma cuenta con cuatro dosificadores, los cuales son accionados por medio de una rueda de mando. Ésta última es accionada por la rueda delantera derecha de la máquina cosechadora.

Durante el proceso, las semillas, luego de haber sido entregadas por el dosificador, son transportadas por aire (generado por medio de una turbina) y conducidas por mangueras hasta depositarlas justo debajo de la plataforma.

De esta forma, las semillas quedan totalmente debajo del rastrojo, mejorando su contacto con el suelo y aumentando el porcentaje de plántulas emergidas.

Impacto esperado

Si bien, la elección de las distintas tolvas y sus diseños pueden requerir acondicionamientos específicos cuando se utilicen en otros modelos de máquinas cosechadoras, se espera que este nuevo recurso sea adoptado en forma masiva. Es una oportunidad para que todos los propietarios de cosechadoras junto con los fabricantes de las mismas, puedan incorporar esta alternativa tecnológica de bajo costo a sus equipos y poder mejorar su competitividad.

Esta propuesta permite reducir costos y tiempo en la siembra de los cultivos de servicio, favoreciendo su empleo para la mitigación de las problemáticas asociadas a la gestión del agua.

Complementariamente, se espera una reducción en la utilización de agroquímicos, fertilizantes y combustibles fósiles, generando un menor impacto ambiental, a la vez que se procura el bienestar social.

Imagen 4: Detalle de la tolva.



Imagen 5: Mecanismo de apertura/cierre del sistema.



Para la institución, y en particular para el SIPA, será un avance significativo en sus diversas dimensiones: **académica** por los aprendizajes conceptuales, procedimentales y actitudinales logrados a través de una experiencia excepcional; **científica-tecnológica** por la producción de un conjunto de conocimientos susceptibles de ser transferidos al medio para colaborar en la resolución de una problemática regional; y **socioproductiva** por ofrecer una alternativa de manejo económicamente viable a la vez que disminuye sensiblemente el impacto ambiental comparativamente con un manejo tradicional.

Dificultades

Todo el proceso que ha formado parte de este concurso ha sido un ensayo de prueba/error, desde lo más simple como rellenar los



Imagen 6: Chequeo general de la máquina antes de realizar el primer ensayo.



Imagen 7: Primer ensayo del Prototipo, cosechando trigo y sembrando soja al voleo.



Imagen 8: Nicolás Vucasovich verificando la distribución de las semillas.

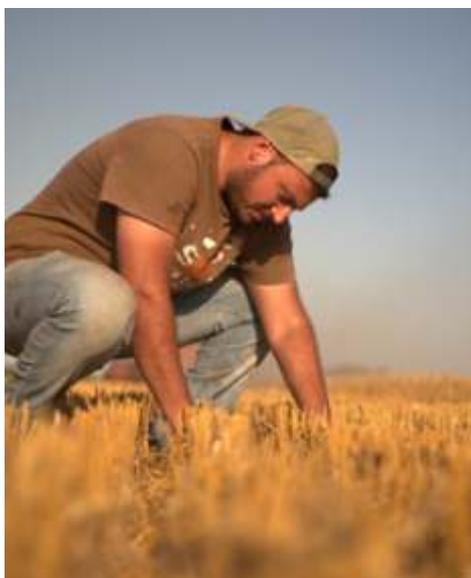


Imagen 9: Distribución de semillas de soja sobre rastrojo de trigo.



formularios exigidos por el Programa, hasta la construcción final del prototipo, lo cual demandó la realización de numerosas pruebas. La vivencia implicó la existencia de momentos tensos dentro del equipo, en los cuales las ideas parecían agotarse y los hechos se alejaban de lo que estaba previamente planificado. Por ello, nuevamente se destaca la colaboración de quienes ofrecieron sus experiencias y sabiduría para evacuar dudas y sortear los impedimentos que se presentaron a lo largo del trayecto.

Como puntos claves de dificultad se puede mencionar:

- La elección de la tolva, sus dimensiones y forma fueron un inconveniente a la hora de comenzar a fabricar el prototipo. En un primer momento se pensaba adaptar una proveniente de un fertilizador de péndulo, luego un cajón sembrador proveniente de una sembradora antigua hasta que finalmente se decidió hacer una tolva cuyas características sean compatibles con la actividad a realizar y la cosechadora a disposición.
- El sistema de dosificación de las semillas. Si bien, el hecho de intercambiar las placas dosificadoras es un poco engorroso, se adoptó este sistema dada la necesidad de cumplir con los plazos del Programa. La idea original consistía en hacerlo dependiente de la velocidad de avance de la máquina, como

Imagen 10: Equipo de trabajo explicando el funcionamiento del prototipo, el día de la evaluación presencial.



una verdadera sembradora, aunque por las cuestiones antes nombradas no se pudo concretar.

- Por otro lado, se había intentado mejorar la distribución por medio de la colocación de guías en el sistema de bajada de las semillas hacia el triturador. El objetivo era hacer caer un mayor número de semillas en los extremos del desparramador en detrimento de la zona media. Sin embargo, no se obtuvieron grandes resultados, ya que el pico de la curva de la “Campana de Gauss” apenas se había reducido.
- Por último, la disponibilidad de áreas para evaluar la maquinaria en funcionamiento, lo cual es dependiente de la época del año, había sido otra limitante. Las oportunidades para ensayar el prototipo en búsqueda de posibles modificaciones fueron muy escasas. Por ello, en varias ocasiones se realizaron simulaciones del equipo en cosecha, desconociendo el comportamiento real a campo por un período considerable de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cazorla, C.; Baigorria, T.; Videla Mensegue, H.; Canale, A.; Ortiz, J.; Pegoraro, V. (2018). Inclusión de cultivos de cobertura en secuencias agrícolas del sudeste de Córdoba (Argentina). *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica (LACS). A Publication of the International Plant Nutrition Institute (IPNI)* (29). Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/6CC03E7D1C2EBDD60325827400652710/\\$FILE/18.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/6CC03E7D1C2EBDD60325827400652710/$FILE/18.pdf)
- Ruiz, A. (2016). Claves para el manejo de excedentes hídricos. Aapresid. Gerente técnico de desarrollo de la Chacra Justiniano Posse. Disponible en: <https://www.revista-chacra.com.ar/nota/10556-claves-para-el-manejo-de-excedentes-hidricos/>
- Sarandón, S. & Flores, C. (2019). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. UNLP. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333878060_Agroecologia_bases_teoricas_para_el_diseño_y_manejo_de_Agroecosistemas_sustentables
- Ander-Egg, E. (1990). Repensando la investigación-acción-participativa: comentarios, críticas y sugerencias. España. Editorial El Ateneo.
- Calderón, J. & López Cardona, D. (s.f). Orlando Fals Borda y la investigación acción participativa: aportes en el proceso de formación para la transformación. I Encuentro hacia una Pedagogía Emancipatoria en Nuestra América. Buenos Aires. Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini. Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/blogs/boviedo/files/pedagogic3adas-eman-lc3b3pez-cardona-y-calderc3b3n.pdf>
- Colmenares Ana Mercedes. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Revista UNIANDES. Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación.* 3 (1), 102-115. Disponible en: <https://doi.org/10.18175/vys3.1.2012.07>
- Latorre Antonio. (2005). *La Investigación Acción. Conocer y cambiar la práctica educativa.* España. Barcelona. Editorial Graó.



ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN, APROPIACIÓN Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO AGROECOLÓGICO EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL AGROPECUARIA

Muñoz, Griselda; Montico, Sergio; Crespo, Roberto Javier; Fernández, Celina; Montero, Nicolás; Vigna, Cecilia; Lescano, María Cecilia

INTRODUCCIÓN

El surgimiento del Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas (SIPA)

El SIPA de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (FCA-UNR) comenzó a funcionar a mediados del año 2017 en respuesta al objetivo establecido en el proyecto aprobado por el Consejo Directivo (Resol. N°331/17): generar un espacio de desarrollo de alternativas productivas de transición agroecológica para sistemas extensivos. En este marco institucional, se vienen llevando a cabo actividades académicas, científicas, de formación y extensión que involucran docentes investigadores, estudiantes, profesionales, técnicos y productores.

Para comprender los complejos desafíos implicados en el desarrollo de proyectos de transición agroecológica, resulta de interés el análisis de distintos marcos conceptuales que expone Tittone (2019, p.232), quien sostiene que transitar hacia una producción de alimentos sostenible implicaría múltiples transiciones simultáneas, a diferentes escalas, niveles y dimensiones. En este sentido, según el autor, podríamos hablar de la transición que se requiere en los currículos educativos universitarios para formar a profesionales con las habilidades y competencias necesarias para contribuir a la innovación agroecológica.

En la FCA distintos grupos de docentes investigadores vienen trabajando sobre la aplicación de conceptos y principios de la agroecología al manejo de sistemas productivos. Estas iniciativas han reconfigurado la dinámica institucional en sus distintas dimensiones, en particular, al introducir cuestionamientos ético-políticos sobre la formación profesional tradicional del ingeniero agrónomo. Dentro de estos espacios curriculares, más o menos difusos con relación a sus contornos y a las interrelaciones que establecen con el resto de la institución y con el territorio, se ubica el SIPA. En él, diversos equipos docentes ofrecen a estudiantes de ambas carreras de grado, Ingeniería Agronómica y Licenciatura en Recursos Naturales, Prácticas Pre-profesionales (PPP) vinculadas a las problemáticas asociadas a la producción agropecuaria pampeana.

La formación de las prácticas profesionales en el contexto del SIPA

Las PPP son trayectos formativos que los estudiantes pueden realizar, dentro o fuera de la institución, con el objetivo de fortalecer su formación profesional. Los docentes interesados en ofrecer PPP deben presentar la propuesta al Consejo Directivo en el marco de lo

establecido por la normativa que las reglamenta. Los estudiantes pueden a su vez solicitar a este último la homologación de las horas cumplidas a través de la PPP a un equivalente en horas de Curso Electivo, requisito curricular que forma parte de los planes de estudio de ambas carreras.

En el caso del SIPA, las PPP se encuentran fuertemente vinculadas a las problemáticas que atraviesan a los sistemas de transición agroecológica extensivos en todas sus dimensiones: técnica-productiva, económica, sociopolítica y cultural. Los agroecosistemas comportan una complejidad que claramente les diferencia de los tradicionales, no sólo por su propia naturaleza sino porque además deben "hacerse cargo" de restaurar los daños ambientales generados por el modelo agroindustrial. En este contexto institucional, los estudiantes que participan en las PPP del SIPA asumen los mismos desafíos que actualmente afrontan los profesionales en el ámbito laboral: producir alimentos sanos a través de prácticas sustentables que conserven los recursos naturales y no perjudiquen la salud de las comunidades.

Según Pérez Gómez (2019) los desafíos contemporáneos requieren de una nueva pedagogía capaz de transformar el inconsciente adaptativo que gobierna la mayor parte de nuestras vidas cotidianas; una tarea pedagógica que ofrezca contextos y experiencias de aprendizaje motivadores, no solo porque desafíen la razón sino porque enciendan la emoción que indudablemente motoriza los aprendizajes. En este sentido, el autor señala que los docentes deberán ser profesionales competentes capaces de crear contextos potentes de aprendizaje, así como comunidades colaborativas y solidarias.

Para algunos autores, las estrategias didácticas que mejor promueven la adquisición de competencias profesionales son el aprendizaje basado en problemas y el método de casos (Díaz Barriga, 2005). Estas estrategias, basadas en las teorías constructivistas, se caracterizan por lograr el desarrollo de habilidades de abstracción, adquisición y manejo de información, comprensión de sistemas complejos, experimentación y trabajo cooperativo. Las actividades grupales involucradas favorecen la autorregulación de conductas, pensamientos y emociones por parte de los estudiantes que van configurando comunidades de aprendizaje; también el pensamiento reflexivo crítico y la creatividad. En términos generales, comparten los siguientes principios básicos: la propuesta de enseñanza se inicia con la presentación de un problema o caso de la

realidad profesional (real o simulado); el docente asume el rol de orientador y entrenador cognitivo; el estudiante es responsable y protagonista de sus aprendizajes; el trabajo analítico multidimensional debe estar orientado a la búsqueda de soluciones alternativas; el análisis debe considerar las incertezas, controversias, dilemas, conflictos de interés y riesgos; y debe incluir la toma de decisiones en el marco de los valores y de la ética profesional.

La normativa universitaria y la complejidad del territorio

Las normativas del Estado que regulan las carreras de interés público (Art. 43 de la Ley de Educación Superior N° 24.521 y resoluciones ministeriales específicas) establecen que la formación profesional demanda una intensidad de la práctica de complejidad gradual, que comienza con el acercamiento del estudiante a la realidad agronómica para gradualmente intervenir en los sistemas agropecuarios a través de un pensamiento reflexivo crítico y un accionar transformador sobre las problemáticas regionales. En las mismas normativas se destaca la importancia de alcanzar un perfil profesional capaz de lograr una producción de alimentos sanos, sin riesgos para los recursos naturales ni la salud de las comunidades. En función de estos lineamientos normativos generales, se advierte la importancia de fortalecer la tarea docente con relación a la enseñanza de habilidades y competencias profesionales para el manejo de los sistemas agropecuarios desde el enfoque de la agroecología. No solo para transformar las prácticas tradicionales sino también para restaurar los complejos problemas ya ocasionados por el modelo predominante en la región.

En este sentido, las instituciones de formación profesional agropecuaria han logrado algunos avances al introducir en los currículos conceptos y principios agroecológicos. A nivel nacional el escenario de cambio curricular es bastante heterogéneo por lo que el impacto en los territorios también lo es, siendo en el núcleo pampeano donde surgen los mayores desafíos técnicos productivos, económicos y políticos, debido a la compleja trama de intereses que domina la dinámica territorial. En este contexto, el crecimiento y desarrollo del SIPA resulta fundamental para la desafiante tarea de formar estudiantes que puedan lograr:

- Desnaturalizar las prácticas profesionales para reconocer el paradigma científico que las sustenta y justifica, y los patrones culturales que les dan sentido.
- Repensar los protocolos de actuación profesional en el contexto histórico de surgimiento y con relación a los intereses sociales, económicos y políticos que las anclaron y validaron en los distintos ámbitos laborales
- Reflexionar sobre las intervenciones profesionales para comprender el impacto que ocasionan en el ambiente, considerando los aspectos éticos, los valores y conflictos de interés
- Construir nuevos conocimientos incorporando el enfoque de la agroecología; apropiárselos a través de un "hacer pre-profesional" en un escenario singular, incierto y conflictivo; y transferirlos en el diseño y la creación de prácticas sustentables

Algunos antecedentes sobre el SIPA como escenario educativo

En investigaciones anteriores sobre la evolución del SIPA como espacio formativo se logró una caracterización de las particularidades que asumen los procesos de construcción, apropiación y transferencia de los conocimientos con relación a los principios de la agroecología y el pensamiento complejo (Muñoz, Montico, Müller y

Vidal, 2018). Posteriormente, se logró caracterizar la trama configurada a través las interrelaciones entre dichos procesos, desde las cuales surgen emergencias e inhibiciones que complejizan la dinámica y el desarrollo evolutivo del SIPA con relación a la formación de los docentes y estudiantes que participan del mismo (Muñoz, Motta, Montico, Müller y Vidal, 2019).

Los procesos de construcción, apropiación y transferencia de conocimientos se generan y movilizan en los contextos de aprendizaje donde, en primer lugar, los estudiantes experimentan emociones positivas tales como el interés, la inspiración, admiración, esperanza, entre otras. Por ello, los ambientes y situaciones que son percibidas como beneficiosas provocan un conjunto de emociones positivas que predisponen a mejores y mayores aprendizajes. En el SIPA, las investigaciones demostraron que la trama formativa se configuraba a partir de representaciones emocionales y cognitivas, como resultado de la integración de un enfoque que en general provoca entusiasmo y curiosidad. Este componente emocional también se encuentra muy presente con relación a los principios éticos, y a las responsabilidades morales y sociales que plantea la agroecología para el profesional de las ciencias agropecuarias.

Cuando se plantea como objetivo el logro de competencias profesionales es importante considerar la complejidad gradual de los procesos. En este sentido, se advierte que la selección de las estrategias didácticas debe ser cuidadosa y su implementación planificada, organizada y supervisada según los objetivos de aprendizaje que se esperan alcanzar (Figura 1).

Considerando los conceptos expuestos y la relevancia del SIPA como espacio curricular para mejorar el perfil profesional, se plantearon los siguientes interrogantes: ¿qué estrategias didácticas utilizan los docentes? y ¿qué influencia tienen en la formación profesional?

OBJETIVO

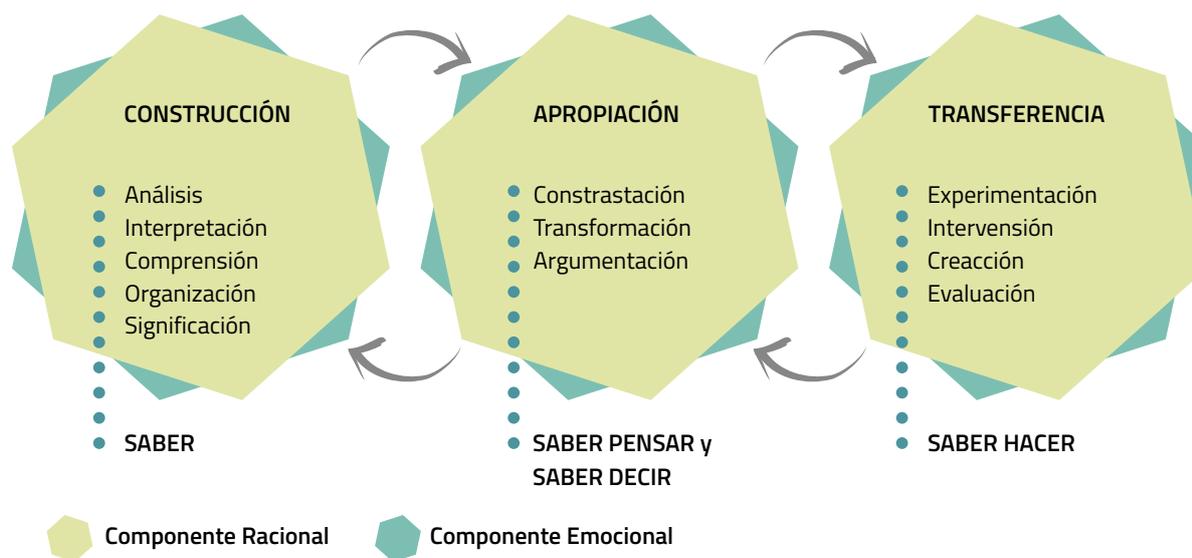
La presente investigación se propuso reconocer y analizar las estrategias didácticas empleadas por los docentes en las PPP para la construcción-apropiación y transferencia del conocimiento agroecológico e identificar la influencia de las mismas en la formación profesional de los estudiantes.

METODOLOGÍA

La metodología de tipo cualitativa combinó la observación participante de tipo etnográfica (prácticas a campo y talleres de integración) con el análisis de documentos (informes y presentaciones de PPP). Para el análisis y la interpretación de los datos se utilizó Teoría Fundamentada (Strauss & Corbin, 2002) bajo el enfoque sistémico sugerido para el estudio de sistemas complejos (García, 2006). Se confeccionó una matriz para identificar evidencias, elaborar categorías analíticas e interrelacionarlas entre sí con el objetivo metodológico de identificar rasgos distintivos de distintas estrategias didácticas. La investigación comprendió el período 2018-2019 durante el cual se desarrollaron 8 PPP en las que participaron 32 estudiantes de grado y 13 docentes vinculados a distintos espacios curriculares: Zoología Agrícola, Malezas, Manejo de Tierras, Fitopatología y Administración Rural.



Figura 1: Representación de la evolución de los procesos de construcción, apropiación y transferencia de conocimientos con relación a la adquisición de competencias, considerando los componentes racional y emocional en el aprendizaje (Autoría propia)



RESULTADOS

A partir de un primer análisis se observa que las estrategias didácticas empleadas por los docentes comparten los principios básicos del aprendizaje basado en problemas y el método de casos. Esto se pone de manifiesto en la utilización de las problemáticas más acuciantes de la región para el desarrollo de los contenidos curriculares, la priorización de las actividades a campo para la adquisición de habilidades y competencias profesionales, y en el uso de la confrontación entre prácticas/modelos como recurso estratégico para elevar los niveles de complejidad en el tratamiento del problema.

En un segundo análisis de los datos registrados se evidencia que los atributos más destacados con relación al tipo de problemáticas, el rol asumido por los docentes y las competencias profesionales logradas en los estudiantes se enmarcan mayormente en el aprendizaje basado en problemas (Tabla 1). La asociación entre los atributos es independiente del tipo de problema abordado, registrándose la emergencia de interacciones de diversa índole, en correspondencia a las características de un sistema complejo.

Por último, se exponen algunas reflexiones de los docentes sobre las actividades comprendidas en las PPP que corroboran la utilidad del espacio SIPA para un desempeño didáctico que conduzca al logro de las habilidades y competencias presentadas en la Tabla 1.

“En el caso de Administración Rural, el aporte consiste básicamente en la aplicación de metodologías para medir resultados y eficiencia económica ya que el primer objetivo que se persigue es la no desaparición de una empresa agropecuaria, siempre dando mayor ponderación a las alternativas más sustentables desde el punto de la conservación de los recursos (integración agronomía- ganadería, rotaciones, cultivos de servicios, etc.)”

“Nos permite mostrar en la práctica la importancia de conceptos tan teóricos como la diversidad de los sistemas agropecuarios y como ésta repercute en la estabilidad de las especies plagas: observamos altas densidades de chinches, seguidamente buscamos a sus parasitoides y luego el alimento de estos parasitoides en las flores del borde polifítico”

“...muchas veces planteamos con los alumnos que hubiera pasado si... Si hubiéramos podido rolar el cultivo en otro momento o en otro sentido al realizado, si hubiéramos podido sembrar en un momento más conveniente al logrado real, si hubiéramos realizado algún tratamiento en otro momento o con otra recomendación [...] en la interacción con los alumnos principalmente se habla de cómo mejorar los resultados, más que de los resultados en sí...”

“En el marco de un práctico de manejo de la cobertura visitamos el SIPA con los estudiantes para abordar el dictado del tema desde el planteo de la situación problemática y de la solución estratégica... no es sólo la gestación, diseño y construcción del problema sino encontrar una solución no planificada con las herramientas que tenemos y considerando los componentes de ese sistema en particular.”

“A los estudiantes les presentamos una situación real que puede darse en el campo. Les mostramos los distintos tratamientos para que los comparen entre sí, analicen cuáles podrían ser las estrategias a seguir al tratarse de una transición agroecológica... y que piensen, en función de las actitudes y decisiones que tomarían, qué pasaría a futuro para tratar de anticipar qué podría ocurrir con las malezas. En lo específico de nuestra disciplina, hemos trabajado sobre cómo tratar con herbicidas la Rama Negra en la situación de barbecho; también cómo controlar el Capim que surge porque la cantidad de biomasa de los distintos cultivos de cobertura es baja porque se demoró la siembra.”

“Como práctica pre-profesional, ubica a los estudiantes en un rol protagónico, donde deben registrar datos, analizar información y fundamentalmente suponer y/o tomar decisiones de prácticas agronómicas a seguir. A través de la comparación del efecto de los diferentes CC y un barbecho actual sobre las comunidades de malezas, nos plantemos si las prácticas realizadas están bien, qué mejorar y qué ajustar en este contexto y, además, proyectar un sistema donde nuestras prácticas estén relacionadas con un menor impacto ambiental en el sistema productivo. Por último, considero importante la oportunidad de aprender y trabajar en un sistema productivo alternativo, donde el análisis de las situaciones problemáticas allí presentes sea llevado a cabo con un enfoque sistémico e interdisciplinario.”

Tabla 1: Atributos con relación al tipo de problemáticas, el rol docente y las habilidades y competencias profesionales evidenciadas en el ámbito del SIPA.

Problemáticas	Rol docente	Habilidades y competencias
Constituyen el eje principal de la propuesta de enseñanza.	Orientador	Reconocer y comprender los procesos ecológicos en el manejo de agroecosistemas (servicios ecosistémicos).
Despiertan emociones que estimulan el aprendizaje.	Moderador	Identificar los componentes contextuales que condicionan los procesos de transición agroecológica: culturales, tecnológicos, económicos, políticos, etc.
Se presentan escasamente estructuradas o a través de varias estructuras alternativas	Motivador	Evaluar la sostenibilidad de las prácticas aplicando un enfoque sistémico a través de la construcción de indicadores complejos.
El reconocimiento de los componentes y sus relaciones requiere de un enfoque sistémico y una mirada holística.	Entrenador cognitivo	Reconocer las limitaciones de los conocimientos universales con relación a las singularidades e incertezas de un territorio.
La comprensión demanda el uso del conocimiento técnico, pero también requiere de la intuición y de la creatividad.	Mediador en la relación estudiante-conocimiento y estudiante-saber popular	Evaluar riesgos y anticipar conflictos.
Las soluciones emergen producto de un trabajo colectivo, basado en el diálogo y la colaboración para la búsqueda de soluciones originales que se alejen de los enfoques más obvios.		Trabajar en equipos colaborativos interdisciplinarios.
Los tipos de intervención posibles son analizados en el marco de la ética profesional y de los valores morales.	Supervisor	

Los resultados obtenidos muestran que las estrategias didácticas utilizadas por los docentes, evidenciadas a partir del análisis de las prácticas observadas y de las producciones académicas de los estudiantes, comportan los principios básicos del aprendizaje basado en problemas y el estudio de casos.

CONCLUSIONES

Los procesos de construcción, apropiación y transferencia del conocimiento con relación al enfoque agroecológico se interrelacionan entre sí configurando una trama formativa compleja. En esta trama es posible identificar rasgos comunes a las estrategias didácticas basadas en teorías constructivistas, lo cual es posible porque el espacio SIPA provee el ambiente y las experiencias que se requieren para poder implementarlas. Asimismo, el empleo de estrategias de esta naturaleza para enseñar sobre el manejo de sistemas de transición agroecológica y las problemáticas asociadas al mismo, es fundamental para la adquisición de habilidades y competencias profesionales de nivel superior.

BIBLIOGRAFÍA

- Díaz Barriga, F. (2005). El aprendizaje basado en problemas y el método de casos. En Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida. México: McGraw Hill.
- García, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona. Editorial Gedisa.
- Muñoz, G.; Montico, S.; Müller, J.; Vida, M.C. (2018). Aportes del "Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas" para el desarrollo rural sustentable en el territorio santafesino". XII Biental del Coloquio Transformaciones Territoriales. Interrogantes y desafíos en las territorialidades emergentes. Bahía Blanca, Argentina. pp 779-791. Disponible en: http://grupomontevideo.org/ndca/cadesarrollo/wp-content/uploads/2018/12/XIIBientaldel_ColoquioTransformacionesTerritoriales.pdf
- Muñoz, G.; Motta, R.; Montico, S.; Vidal, M.C.; Müller, J. (2019). Agroecología y Pensamiento Complejo en la Co-construcción



- del Conocimiento. El caso del Sistema Integrado de Producciones Agroecológicas de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR). Congreso Argentino de Agroecología. Mendoza, Argentina.
- Pérez Gómez, A. (2019). Ser docente en tiempos de incertidumbre y perplejidad. *Márgenes, Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 0 (0), 3-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.24310/mgnmar.v0i0.6497>
 - Strauss, A.; Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. 1º Edición en español. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia.
 - Tiftonell, P. (2019). Transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos. En *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1): 231-246. Disponible en <http://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCa/article/view/2448>



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Rosario
Campo Experimental Villarino CC N° 14
(S2125ZAA) Zavalla – Santa Fe ARGENTINA
Tel: + 54 0341 4970080

-  twitter.com/agrariasunr
-  facebook.com/AgrariasUNR/
-  linkedin.com/school/agrariasunr/
-  youtube.com/AgrariasUNR
-  instagram.com/agrariasunr/

