

El suelo como reactor de los procesos de regulación funcional de los agroecosistemas



El suelo como reactor de los procesos de regulación funcional de los agroecosistemas

Editores: Jorge ULLÉ & Beatriz M.DIAZ



SOCLA

**EDICIÓN ESPECIAL para el
VII CONGRESO LATINOAMERICANO DE AGROECOLOGÍA
2 al 5 de Octubre
Guayaquil ECUADOR
SOCLA 2018**

El suelo como reactor de los procesos de regulación funcional de los agroecosistemas : edición especial para SOCLA en VII Congreso Latinoamericano de Agroecología Guayaquil Ecuador 2018 / Jorge Angel Ulle ... [et al.] ; compilado por Jorge Angel Ulle ; Beatriz María Díaz ; editado por Jorge Angel Ulle ; Beatriz María Díaz ; fotografías de Jorge Angel Ulle ; Beatriz María Díaz ; prólogo de Jorge Angel Ulle ; Beatriz María Díaz. - 1a ed. - San Pedro, Buenos Aires : Ediciones INTA, 2018.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-521-948-9

1. Ecología Agrícola. 2. Agricultura Sustentable. 3. Biodiversidad. I. Ulle, Jorge Angel II. Ulle, Jorge Angel, comp. III. Díaz, Beatriz María, comp. IV. Ulle, Jorge Angel, ed. V. Díaz, Beatriz María, ed. VI. Ulle, Jorge Angel, fot. VII. Díaz, Beatriz María, fot. VIII. Ulle, Jorge Angel, prolog. IX. Díaz, Beatriz María, prolog.
CDD 577.55

© 2018, Ediciones INTA

Libro de edición argentina

Todos los derechos reservados. No se permite la reproducción total o parcial, la distribución o la transformación de este libro, en ninguna forma o medio. Ni el ejercicio de otras facultades reservadas sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes vigentes.

CAPÍTULO 6

COMPORTAMIENTO DE SISTEMAS MIXTOS AGRÍCOLAS PECUARIOS EN LA ZONA NORTE DE REGIÓN PAMPEANA



Luis. M. Jacquelin¹

¹ INTA-EEA Pergamino, Av. Frondizi (Ruta 32), Km 4.5, 2700 Buenos Aires, Argentina.

Correo electrónico: jacquelin.luis@inta.gob.ar

Resumen

La agroecología propone una mirada diferente del agroecosistema desde una perspectiva sistémica con eje en la biodiversidad, apuntando a un cambio de actitud de los actores sociales en relación al manejo y conservación de los recursos naturales. En ese marco se crea en 2004, el Módulo Extensivo Agroecológico, en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino. Es un sistema mixto agrícola-ganadero donde los cultivos extensivos entran en rotación con pasturas base alfalfa y cultivos de cobertura, buscando una mayor diversidad productiva. La rotación contempla ciclos agrícolas con cultivos invernales (trigo, triticale, vicia) y cultivos estivales (maíz y soja), en alternancia con pasturas polifíticas alfalfa-festuca. Los cultivos de cobertura de invierno (triticale y vicia), se utilizan como antecesores de los cultivos de verano. El mantenimiento de la fertilidad del suelo responde al diseño de la rotación y a los aportes de materia orgánica y nitrógeno generados por los cultivos de cobertura y pasturas. El seguimiento de la fertilidad del suelo se lleva a cabo merced a análisis químicos/microbiológicos en cada parcela. El laboreo se realiza con implementos mecánicos tradicionales y rolo faca en siembra directa. No se utilizan productos de síntesis química ni organismos genéticamente modificados. En el transcurso de los años se han realizado ajustes en la secuencia de cultivos de la rotación, en los materiales utilizados y en las pautas de manejo implementadas.

Palabras clave: agroecología, biodiversidad, sistema mixto, rotación, cultivos de cobertura.

Summary

Agroecology proposes a different view of the agro-ecosystem from a systemic perspective with an axis on biodiversity, pointing to a change of attitude of the social actors in relation to the management and conservation of the natural resources. In 2004, the Agroecology Extensive Module was installed in the Agricultural Experimental Station in Pergamino at the Agricultural Technology National Institute. It's a livestock agricultural system where rotations between field crops and pastures (alfalfa and cover crops) are used such as greater productive diversity. The rotation includes agricultural cycles with winter crops (wheat, triticale, vetch) and summer crops (maize and soya beans), in alternation with polifíticas alfalfa-fescue pastures. The winter cover crops (triticale and vetch) are used such as antecesors of summer crops. The soil fertility maintenance answers to the rotation and the contribution of organic matter and nitrogen generated by cover crops and pastures. The monitoring of the soil fertility is carried out thanks to chemical and microbiological analysis in each plot. Tillage is performed by traditional mechanical implements, such as "rolofaca" in direct seeding. Chemical synthesis products or genetically modified organisms are not used. In the years arranged had been done in the rotation crops, with the materials used and with the cultural works used.

Keywords: Agroecology, biodiversity, mix system, rotation.

1. Introducción

Los sistemas productivos en el norte de la región pampeana han sufrido cambios sustanciales. Hasta la década del 70 los cultivos agrícolas, trigo, maíz y girasol entraban en rotación con pasturas perennes y ganadería permitiendo mantener la fertilidad y productividad de los suelos. Puricelli afirma que *“La rotación agrícola-ganadera es el único sistema que puede mantener y acrecentar la productividad de los campos, manteniendo bajo control los principales fenómenos degradatorios de las tierras, sean estos erosión, deterioros físicos y de la fertilidad química, etc...Por añadidura el sistema es ecológicamente estable y energéticamente eficiente”*. (Puricelli, 1985). Papadakis considera que *“en el sistema de rotación se alternan ciclos de “edificación” de la fertilidad física y química mediante pasturas de gramíneas y leguminosas y de degradación por efecto de la sucesión de cultivos agrícolas”*. (Papadakis, 1960)

A partir de la década del '80 se inicia un proceso de degradación de suelos producto de la agricultura, incremento de labranzas, incorporación del doble cultivo trigo-soja y ausencia de uso de fertilizantes. Así, Echeverría menciona que *“entre las décadas del 70 al 85 más del 80% de las tierras aptas entran en un proceso de producción agrícola en forma continuada y se reduce la existencia de ganado en un 50%”* (Echeverría, 1994). En los últimos tiempos se ha producido un aumento de la superficie agrícola y una reducción de las áreas destinadas a pasturas. Los ciclos agrícolas se han alargado y se han transformado en agricultura permanente en aquellos casos donde se dejó de hacer ganadería. El deterioro del suelo, tanto en fertilidad como en condiciones físicas se ha acelerado. La reducción de la materia orgánica, el déficit generalizado de nitrógeno,

el incremento de la superficie con deficiencia de fósforo, la acidificación, etc, son algunos de los aspectos salientes en cuanto al efecto sobre la fertilidad de suelos. Otros factores, además de la falta de rotaciones, como el aumento de la mecanización agrícola, la mayor intensidad de uso del suelo por la expansión del doble cultivo trigo-soja, la falta de reposición de nutrientes mediante la fertilización química, entre otros, han contribuido con este proceso. Los niveles de materia orgánica oscilan entre 4 y 5%; que se ven disminuidos a la mitad en suelos sujetos a agricultura continuada desde hace varias décadas. (INTA PAC Publicación técnica N° 1, Noviembre 1986). *“La agricultura de la zona es reciente dado que comenzó a principios de siglo. La misma se caracteriza, hasta inicio de la década de los 90, por una baja utilización de fertilizantes nitrogenados (< 5kg.N/ha/año)”*. (Andriulo, 1996). A partir de 1985 el INTA lanza el Proyecto de Agricultura Conservacionista (PAC), con el propósito de difundir tecnologías sustentables en los sistemas productivos, en un área de influencia de 5 millones de hectáreas comprendidas en el norte de Buenos Aires, centro-sur de Santa Fe, sureste de Córdoba y sur-oeste de Entre Ríos. El paquete tecnológico contemplaba principalmente labranza conservacionista, siembra directa, rotaciones, fertilización y control integrado de plagas y malezas. La ganadería ya no tenía más cabida en la rotación. (EEA INTA Pergamino, 2012). En pocos años la siembra directa pasó de 3000 has a más de 500.000 y aumentó el uso de fertilizantes y tecnología en el control de malezas y plagas. (Senigagliesi y Calcaterra, 1988) (INTA PAC, 1988 y 1988bis) (Senigagliesi y Massoni, 2001). A principios de la década del '90 con la aparición de los cultivos

transgénicos se produce una revolución en el agro pampeano. Surge la soja RR resistente al glifosato y los maíces Bt tolerantes a insectos. Así, en la región núcleo maicera, en el Norte de la provincia de Buenos Aires, particularmente en el partido de Pergamino, el área del cultivo de soja alcanza un crecimiento exponencial desplazando al maíz, otrora el cultivo más importante. La siembra directa alcanza su apogeo y en paralelo crece el uso de agroquímicos, en especial el glifosato. Adicionalmente la elevada rentabilidad de la soja y los bajos costos de producción en relación al maíz conducen al monocultivo de la leguminosa con los consiguientes perjuicios en el agroecosistema. Hoy el predominio de la soja y la ausencia de maíz en la rotación han provocado pérdida de materia orgánica, erosión y compactación de suelos. A esto se le suma la aparición de fenómenos de resistencia en malezas como consecuencia del uso repetido de herbicidas con el mismo principio activo. Pese a la aparición de nuevas moléculas y el resurgimiento de principios activos utilizados en la década del '80, tales como 2,4 D, atrazina, haloxifop p metil, fomesafen, etc. resulta difícil el control de capín (*Echinochloa colona*); rama negra (*Conyza bonariensis*); yuyo colorado (*Amaranthus quitensis*); raigrás (*Lolium multiflorum*); sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*), entre otros. El manejo de malezas resistentes debe contemplar alternativas de laboreo complementarias y rotación de cultivos. La siembra directa y el control químico no resuelven esta problemática. El uso de cultivadores de campo con rejas planas remueven mecánicamente estas adventicias, en especial rama negra (*Conyza bonariensis*), preservando la cobertura del suelo. En esa línea el INTA Pergamino e INTA Marcos Juárez realizan ensayos con cultivos de cobertura, principalmente vicia, con el propósito de disminuir la presión de malezas y aplicaciones de herbicidas. Los resultados son promisorios porque adicionalmente mejoran la condición físico-química y microbiológica de los suelos en un contexto de buenas prácticas agrícolas. Ya en los últimos años existen demandas de productores interesados en alternativas de manejo que impliquen tecnologías

blandas para disminuir o eliminar el uso de pesticidas. Asimismo los habitantes del periurbano de varias localidades de la provincia de Buenos Aires reclaman por los efectos nocivos en la salud y el ambiente que producen las aplicaciones de agroquímicos. Así en varios municipios se han establecido zonas de exclusión de los mismos y zonas de amortiguamiento donde sólo se permite el uso de agroquímicos de baja toxicidad (banda verde). En la localidad de Pergamino rige la ordenanza N° 8126/14 que define 100 m y 500m como los límites de las zonas de exclusión y amortiguamiento, ocupando superficies de 1033 ha y 6148 ha, respectivamente. (Kauffmann y Ferreyra, 2016). El diseño de sistemas extensivos agroecológicos representa una alternativa para estos actores.

Caracterización de la región de estudio

La "Pampa Ondulada" constituye una unidad fisiográfica caracterizada por un relieve claramente ondulado. Posee pendientes que por lo general no alcanzan el 2% de gradiente y en parte está recorrido por cañadas, arroyos y ríos.

El área que nos ocupa está ubicada en el NE de la provincia de Buenos Aires comprendida entre los ríos Paraná-Plata y el Salado al SO. (Carta de Suelos de la República Argentina INTA -CIRN, Pergamino 1972) (Fig. 1).

Suelos

Los suelos no ofrecen mayores problemas de drenaje y los materiales sobre los cuales se formaron están representados por sedimentos loésicos de textura franco limosa, denominados "loess pampeano". Según la Carta de Suelos de la República Argentina el suelo de la Serie Pergamino es un Argiudol típico (Brunizem máximo con horizonte B2t fuertemente textural). Es oscuro, profundo y bien drenado de las lomas y planos altos del partido de Pergamino. El horizonte A1 de 25 a 30cm. es granular, de textura

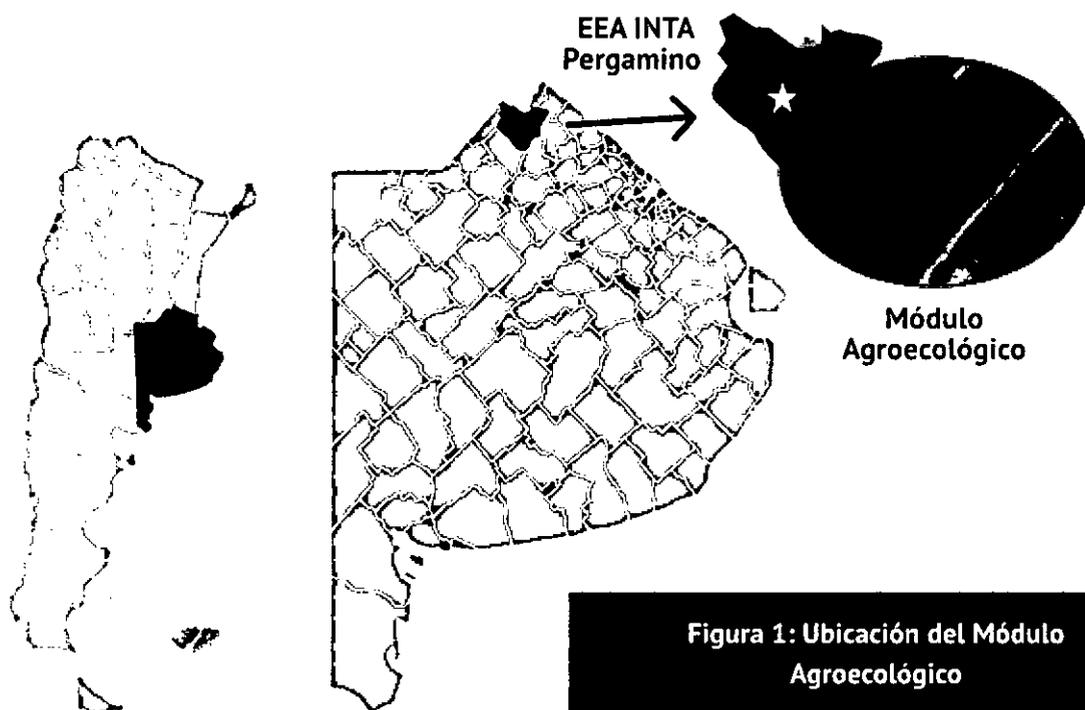


Figura 1: Ubicación del Módulo Agroecológico

franco limosa y de color pardo grisáceo muy oscuro. Presenta 2,5 a 2,9% de materia orgánica. El horizonte B2t, de textura arcillosa, es de color pardo oscuro, de estructura prismática y se extiende desde los 35-40cm hasta el metro de profundidad. El horizonte C, de estructura franco limosa, se encuentra a 1,60m. Los suelos de la serie Pergamino son muy fértiles y productivos, con una buena retención de humedad, aptos para agricultura y ganadería. Carta de Suelos de la República Argentina INTA CIRN Hoja 3360-32 Pergamino (1972). La vegetación original predominante constituida por pastizales con preponderancia de especies gramíneas sufre cambios importantes en su composición florística, inicialmente por efecto de la ganadería y, luego por la agricultura.

Clima

El clima del partido de Pergamino es templado-húmedo. Los datos de la Estación Meteorológica de la EEA INTA Pergamino para la serie histórica 1967-2016 indican que la temperatura promedio anual

es de 16,5° C. La temperatura promedio más alta corresponde a Enero con 23,4°C y la temperatura promedio más baja ocurre en Julio con 9,7°C. La máxima absoluta se verifica en Enero con 30,2°C y la temperatura mínima absoluta en Julio es de -3,2°C. El período libre de heladas agrometeorológicas alcanza los 188 días. (Cuadro 1)

Las precipitaciones promedio para la serie 1910-2016 son de 990mm. En los últimos 3 años se observa variabilidad en los registros, particularmente en 2017, donde el promedio de lluvias alcanzó los 1.402.8mm. (Fig. 2y 3).

El Módulo Extensivo Agroecológico

La experiencia se lleva a cabo geográficamente dentro del subsistema ecológico del núcleo maicero, de la provincia de Buenos Aires, sobre el cual Morello y Matteucci; aseguran que *“es muy poco lo que se sabe en relación a lo que habría que saber para hacer un manejo integrado sostenible del paisaje pampeano”*. (Morello, 1997)

La práctica de la agricultura conservacionista



	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temp. Media mensual (°C) 1967/2016	23,4	22,0	20,3	16,7	13,3	10,2	9,7	11,2	13,4	16,5	19,5	22,3
Temp. Máxima mensual (°C) 1967/2016	30,2	28,5	26,7	23,2	19,4	15,9	15,6	17,7	20,1	22,9	26,2	29,3
Temp. Mínima mensual (°C) 1967/2016	16,6	15,8	13,8	10,3	7,3	4,6	3,9	4,6	6,7	10,0	12,8	15,3
Temp. Máxima absoluta (°C) 1967/2016	36,4	34,3	32,8	29,9	27,1	22,7	23,7	27,0	28,9	31,3	34,1	36,0
Temp. Mínima mensual (°C) 1967/2016	9,8	8,6	6,3	2,3	-0,6	-2,7	-3,2	-2,7	-0,8	3,1	5,8	8,6
Precipitación mensual (mm) 1910/2016	112	109	123	99	59	37	36	42	55	106	103	109
Evaporación media mensual (mm) 1967/2016	181	135	120	79	57	38	43	74	107	120	152	182
Evapotranspiración Potencial (mm) 1967/2016	167	136	109	71	43	25	27	37	58	83	124	153
Humedad Relat. media mensual (%) 1967/2016	68	73	74	74	76	77	76	72	69	71	68	66
Heliofanía efectiva media (h) 1967/2016	9,3	8,5	7,7	6,6	5,7	5,1	5,3	6,4	6,9	7,3	8,7	9,0
Heliofanía relativa media (%) 1967/2016	66	63	61	59	53	49	52	57	59	57	60	60
Velocidad del viento (km/h) a 2m de altura 1968/2016	8,9	8,3	7,6	8,0	8,4	9,4	10,0	10,7	11,7	11,1	10,7	9,6
Temp. Media de suelo (°C) 1967/2016 a 5 cm de profundidad	26,6	25,0	24,2	18,0	14,0	10,6	9,6	11,1	14,1	18,2	22,0	26,5
a 10 cm de profundidad	26,0	24,7	22,5	18,1	14,3	10,7	9,6	10,8	13,6	17,4	21,3	24,4
a 20 cm de profundidad	25,4	24,4	22,4	19,6	14,6	11,1	9,9	10,9	13,4	17,0	21,3	24,3
Promedio de días con heladas Agrometeorológica (0,5 cm intemperie) 1992/2016	0,3	0,0	0,8	2,5	7,2	14,4	16,8	14,1	8,4	1,8	0,5	0,1
meteorológicas (1,5 m en abrigo) 1967/2016	0,0	0,0	0,0	0,2	1,9	5,6	7,8	5,4	1,9	0,1	0,0	0,0
Número de días con heladas meteorológicas: 112 días	Número de días con heladas agrometeorológicas: 177 días											
Período libre de heladas meteorológicas: 253 días	Período libre de heladas agrometeorológicas: 188 días											
Fecha promedio primera helada meteorológica 1967/2016: 21/5	Fecha promedio primera helada agrometeorológica 1992/2016: 19/4											
Fecha promedio última helada meteorológica 1967/2016: 10/9	Fecha promedio última helada agrometeorológica 1992/2016: 15/10											

Cuadro 1: Resumen meteorológico. Serie histórica 1967-2016.

Fuente: Estación Meteorológica EEA INTA Pergamino.

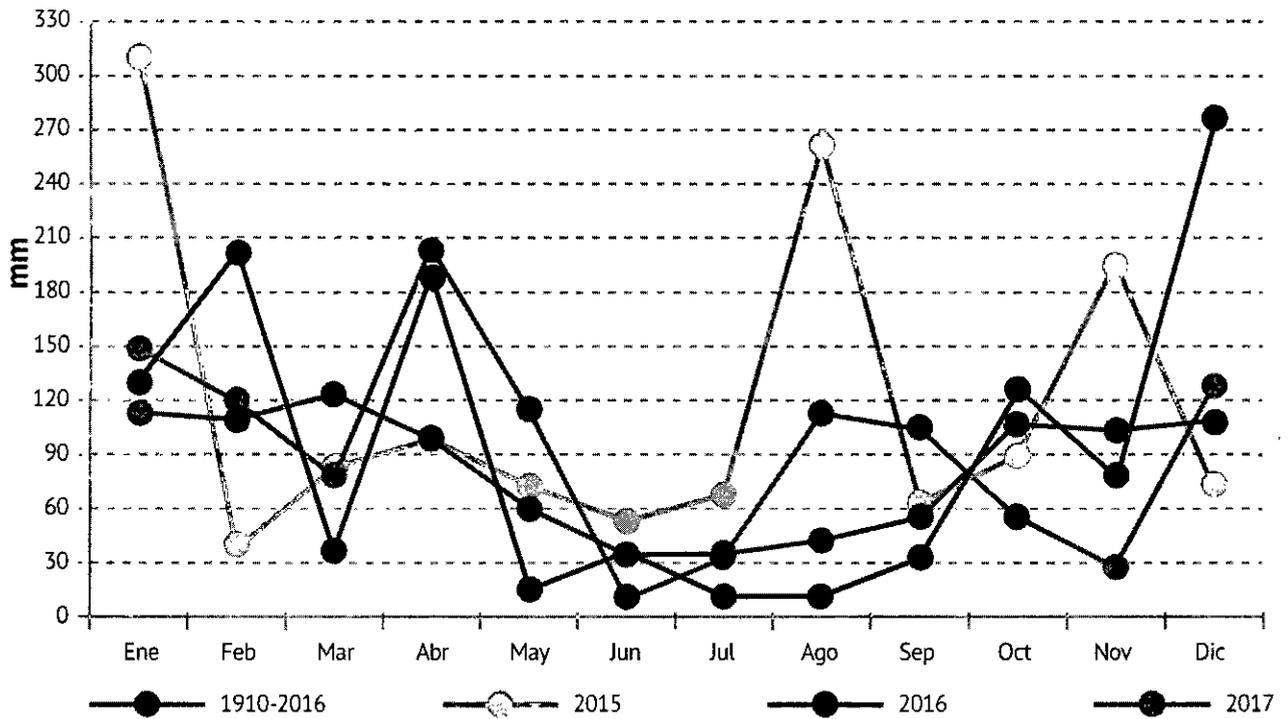


Figura 2: Precipitaciones mensuales serie 1910-2016 y años 2015,2016 y 2017

Fuente: Estación Meteorológica EEA INTA Pergamino.

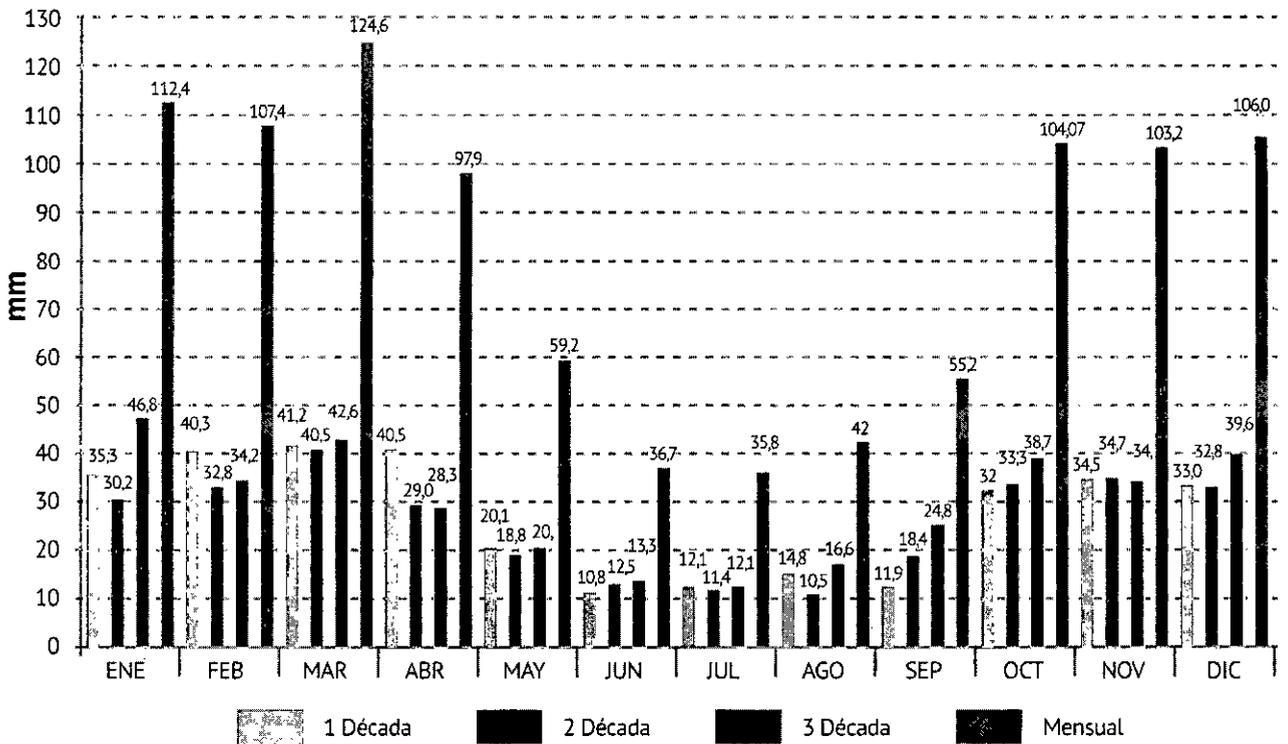


Figura 3: Precipitaciones medias mensuales y decádicas 1910-2017

Fuente: Estación Meteorológica EEA INTA Pergamino.

parte de una visión de sistema, "interpretando el sistema en su sentido más amplio: las explotaciones individuales, los ecosistemas locales y regionales, y las comunidades humanas afectadas por la agricultura tanto a nivel local como regional, y los consumidores del país entero" (Solbrig, 1998).

Altieri (1999) agrega que el desarrollo de una agricultura sustentable y autosuficiente requiere interpretar a la naturaleza y los principios del funcionamiento de los agroecosistemas y expresa que "la agroecología es una disciplina que provee los principios ecológicos básicos sobre cómo estudiar, diseñar y manejar agroecosistemas que son productivos y a su vez conservadores de los recursos naturales y que además, son culturalmente sensibles y socialmente y económicamente viables" En ese marco se crea en 2004 la unidad demostrativa agroecológica, que persigue los siguientes objetivos:

- Generar alternativas sustentables a la agricultura convencional.
- Pasar de una agricultura de insumos a una agricultura de procesos.

- Mantener y/o mejorar las condiciones físicas y nutricionales del suelo.
- Generar tecnologías de manejo sustentable en cultivos extensivos.

Características del predio de estudio

Se encuentra ubicado dentro del Campo Experimental de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino. Cuenta con 4has. divididas en 5 parcelas de 0,8has.

El suelo es un Argiudol típico Serie Pergamino (capacidad de uso 1). Las rotaciones a partir de 2012 se presentan en el Cuadro 2.

Metodología de trabajo

La situación de partida de la experiencia fue una pastura perenne bajo pastoreo (1998-2003) con alta infestación de gramón (*Cynodon dactylon*). En

		Avena	Triticale + V. villosa	Triticale + V. villosa	
2012/13	TRIGO Charrúa Guatimozin	SOJA 0,35	Mz 0.70 Sja 0,175	Mz 0.52 Sja 0,175	PASTURA
		Vicia villosa		Triticale	Triticale
2013/14	Siembra PASTURA 1 año	TRIGO	MAÍZ	SOJA	SOJA
		Triticale			Vicia villosa
2014/15	PASTURA 2 años	Siembra PASTURA 1 año	SOJA	TRIGO	MAÍZ
		Vicia		Triticale	
2015/16	PASTURA 3 años	PASTURA 2 años	MAÍZ	SOJA	SOJA
		Vicia			
2016/17	PASTURA 4 años	PASTURA 3 años	ARVEJA/MOHA	MAÍZ	TRIGO/ SOJA
		Triticale			Vicia
2017/18	PASTURA 5 años	PASTURA 4 años	Siembra PASTURA 1 año	SOJA	MAÍZ

Cuadro 2: Rotaciones Módulo Agroecológico EEA INTA Pergamino desde el año 2012.

el ciclo 2003-2004 se implantó soja de 1ª realizándose control químico de gramón por única vez con glifosato.

Se efectuó un análisis químico del suelo en 2004 y se diseñó la rotación. Esta prevee ciclos agrícolas de 5-6 años con cultivos invernales (trigo, triticale, vicia, arveja) y cultivos estivales (maíz, soja, moha) en alternancia con pasturas polifíticas alfalfa-festuca de igual duración.

En esta ocasión se presentan los resultados a partir del año 2014. Los datos del análisis químico de suelo 2004 y los obtenidos en 2016 revelan valores estables en el contenido de materia orgánica y nitrógeno. (**Cuadro3**)

El seguimiento de la fertilidad del suelo se lleva a cabo merced a análisis químicos/microbiológicos en cada parcela que se realizan en forma periódica. Los cultivos de cobertura como antecesores de los cultivos de verano, maíz y soja, cumplen las siguientes funciones en el esquema de rotación:

- Controlan los procesos de erosión
- Conservan el agua del suelo.
- Controlan las malezas por competencia de agua, nutrientes e intercepción de luz.
- Reducen las pérdidas de nitrógeno por lixiviación.
- Incrementan los niveles de materia orgánica.
- Generan biodiversidad sobre y bajo el suelo.
- Generan puentes verdes entre los cultivos.

La gramínea que antecede a la soja es triticale (*x Triticosecale Wittmack*) (**Foto1**). Es un híbrido interespecífico entre trigo y centeno. Presenta eleva-

das producciones de forraje y grano en ambientes de baja disponibilidad hídrica y suelos de mediana fertilidad. Supera a la avena (*Avena sativa*) en resistencia al frío y por su mayor aporte de MS/ha. La elección de este cereal sintético como cultivo de cobertura radica en su alta producción de biomasa, hasta 7.000kg. de MS/ha, que favorece la implantación de la leguminosa.

El período de siembra abarca desde mayo hasta junio. La densidad de siembra oscila entre 100kg/ha a 120kg/ha (200-250plantas/m²). El manejo del cultivo contempla la interrupción del cultivo al estado de espigazón/floración, hacia fines de octubre, efectuando se incorporación del material verde con rastra de discos. Aquí comienza la etapa de barbecho donde el suelo acumula agua y se produce liberación de nutrientes por acción microbológica. A fines de noviembre finaliza el barbecho y comienzan las labores de preparación de cama de siembra para implantar la soja a principios de diciembre.

En el caso del maíz de 2ª se utiliza la vicia (*Vicia sativa/Vicia villosa*) como cultivo de cobertura (**Foto 2**). Es una leguminosa anual que aporta nitrógeno

	2004	2016
	0-20 cm	0-20 cm
ph	6,1	6
M.O. (%)	3,8	3,78
P (ppm)	23	17,8
N (%)	0,197	0,21

Cuadro 3: Análisis químico comparativo 2004-2016



Foto 1 Triticale var. Espinillo.

al suelo merced al simbiote *Bradyrhizobium japonicum*. La *V. villosa* presenta porte achaparrado y mayor resistencia al frío que *V. sativa*. Esto favorece una temprana competencia contra malezas. La época de siembra es preferentemente en mayo pero puede extenderse hasta junio a costa de menor desarrollo vegetativo. Las densidades de siembra oscilan entre 25-40kg./ha. La menor densidad corresponde a *V. villosa*. La interrupción del cultivo es al estado de floración/formación de vainas. El manejo y la duración del barbecho es similar al utilizado para triticale. La siembra de maíz transcurre durante la primera semana de diciembre.

En el período estival se utiliza la moha de Hungría (*Setaria italica*) como cultivo de cobertura antecesor de pasturas. Es una especie gramínea anual de rápido crecimiento de aptitud mixta, pastoreo y cosecha de forraje. Su ciclo varía entre 80 y 120 días. La época de siembra se extiende entre los meses de octubre y diciembre. La densidad de siembra oscila entre 20-25kg./ha. Produce importantes volúmenes de forraje que alcanza hasta 10.000kg. de MS/ha. Las pasturas se manejan con cosecha de forraje (rollos) y ganadería, donde se mide ganancia

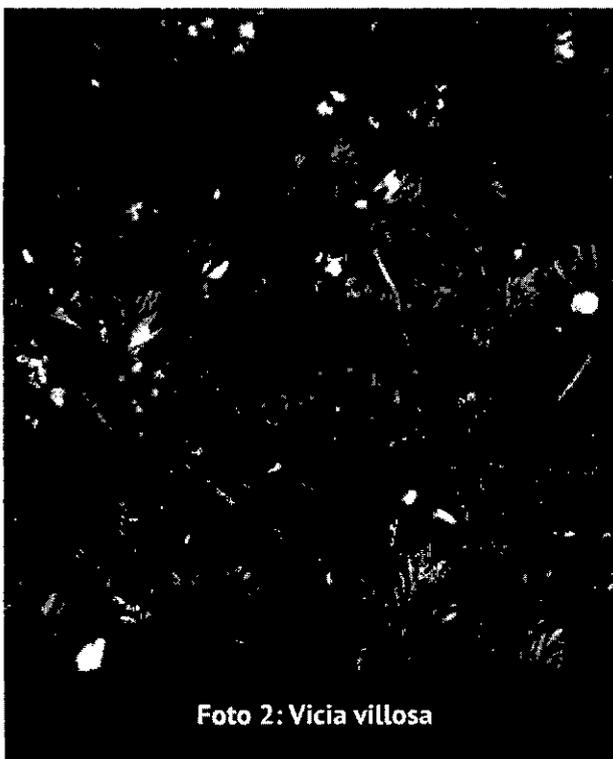


Foto 2: *Vicia villosa*

de peso y producción de carne/ha con diferentes cargas animales. El laboreo del suelo es convencional y en algunos casos se practica siembra directa sobre cultivos rolados.

El rolo faca (**Foto 3**) consta de una estructura cilíndrica con perfiles de acero, tiene un peso de 2.000kg y un ancho de trabajo de 2mts. El pasaje sobre el cultivo de cobertura genera un aplastado del tejido de conducción y posterior marchitamiento de la biomasa. La velocidad de trabajo no debe superar los 5 km/h. Requiere doble pasada en el sentido del cultivo o en forma transversal. El logro de una cobertura uniforme se alcanza con 4.500-5000 kg.MS/ha en vicia y entre 6.000 a 7.000 kg.MS/ha para triticale.

Resultados y discusión

Trigo

La presencia de esta gramínea en la rotación es fundamental por su aporte de carbono al sistema. Incorpora biomasa de parte aérea y raíces, promueve la formación de agregados y mejora la estructura del suelo. Es un cultivo de fácil manejo en este contexto productivo ya que puede implantarse con mínima labranza utilizando discos. Asimismo existe la alternativa de siembra directa previo uso de rolo faca. Esta situación se dio en el ciclo 2016, donde la parcela con cultivo antecesor soja perdido por granizo, se hallaba muy enmalezada con capín (*Echinochloa crusgalli*) y el trabajo de esta herramienta hizo que se lograra una cobertura uniforme que facilitó la operación de siembra. Es importante la elección de materiales de ciclo intermedio/largo con buen perfil sanitario pues aportan un volumen importante de carbono al suelo y no son afectados por enfermedades. Eventualmente en variedades tolerantes puede recurrirse a bioinsumos. En ese sentido se destacan en el mercado argentino las variedades del criadero Klein.

Las siembras tempranas, entre mediados de mayo a principios de junio, aseguran una rápida emergen-

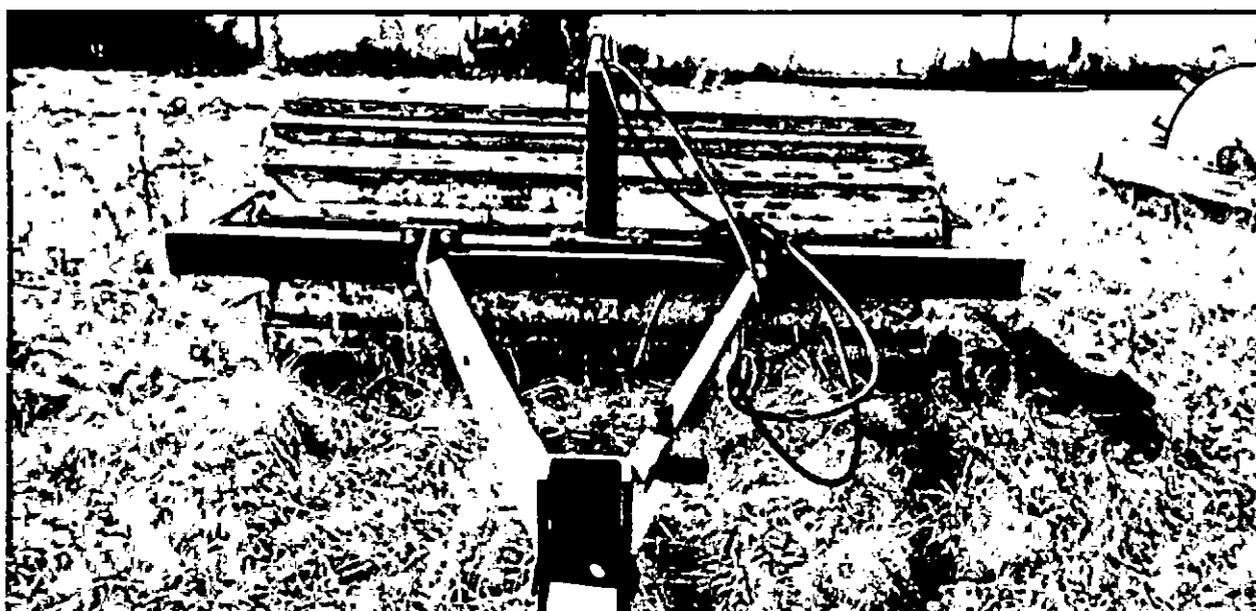


Foto 3: Rolo faca diseño Dolby.

	2014	2016
Antecesor	Soja	Soja var. K3700
Cultivo	Trigo Klein Guatimozin	Trigo Klein Serpiente
Fecha siembra	03 junio	21/06/2017 (rolado y siembra directa)
Densidad	380 sem/m ²	300 sem/m ²
Fecha cosecha	28 noviembre	07 diciembre
Rendimiento	30,5 qq/ha	45,06 qq/ha
Proteína bruta	15,20%	10,60%

Cuadro 4: Resultados campañas trigo 2014-2016

	Análisis de suelos	
	2014	2016
MO	3,29%	3,03%
N	0,165%	0,197%
NN03	12,2 ppm	20,7 ppm
Pe	16 ppm	15,1 ppm
CIC	15,6 mol/kg	16,2 mol/kg

Cuadro 5: Análisis de suelo a la siembra

cia y efectiva competencia de malezas. (Cuadros 4 y 5) (Foto 4 y 5)

Es destacable el rendimiento obtenido en 2016, donde no se utilizaron bioinsumos para el tratamiento de semilla, ni para enfermedades de hoja. En el desarrollo del cultivo no se verificaron enfermedades, sólo una leve incidencia de mancha amarilla (*Drechslera tritici repentis*).

Se considera que es el efecto de la rotación y la actividad microbiológica del suelo que facilitan la disponibilidad de nutrientes, en especial fósforo. En ese sentido, complementarios al análisis químico,

se realizan análisis de actividad enzimática y respiración microbiana para validar estos resultados.

Maíz

El cultivo del maíz en la región ha perdido relevancia a favor de la soja por varios factores:

a) Elevado costo de producción: El insumo más relevante en la composición del costo es el fertilizante y la semilla transgénica con eventos de resistencia a insectos y malezas.

b) Precio de mercado poco competitivo.

c) Clima: La dependencia de lluvias en el período crítico de floración limita los rendimientos en las siembras tradicionales de septiembre. La soja presenta mayor elasticidad y rusticidad ante períodos de escasez de precipitaciones. Por ello en los últimos años muchos productores se han volcado a

las siembras tardías de maíz en el mes de diciembre, posicionando el período crítico en el mes de febrero, en coincidencia con las lluvias y la menor demanda atmosférica. Ante la necesidad de revertir el proceso de sojización y revalorizar la importancia del maíz en la rotación, el INTA Pergamino está trabajando en el mejoramiento de variedades de maíz. Tal es el caso de la variedad Candelaria INTA, su versión mejorada Candelaria Dúo INTA y en la evaluación de poblaciones destinadas a la generación de híbridos con destino al pequeño y mediano productor. En el ámbito privado varias empresas privadas han volcado, al mercado, materiales no transgénicos de excelente comportamiento sanitario en siembras de 1ª y de 2ª luego de vicia.

El manejo del cultivo de maíz de 2ª (Cuadro 6), comienza con la implantación de la vicia a mediados de mayo.



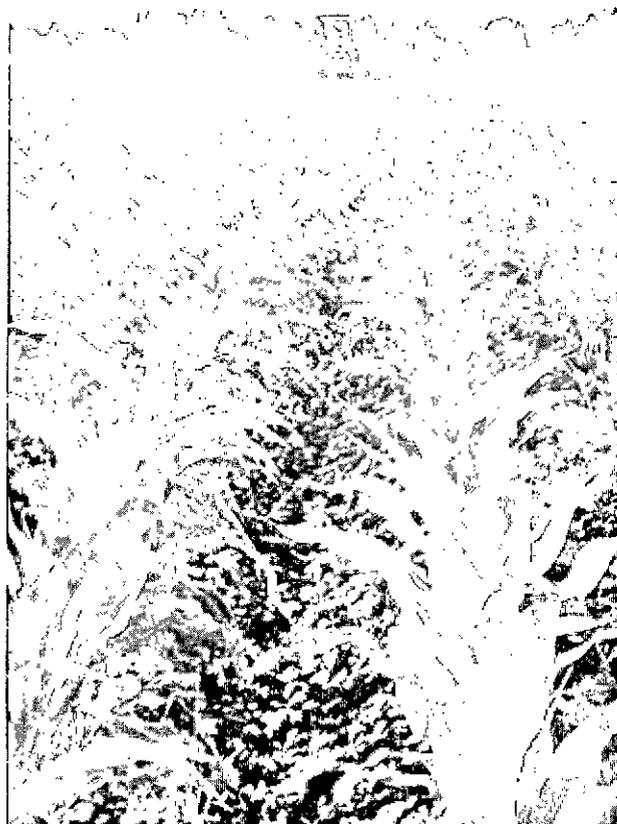


Foto 6: Labor de escardillo.

En el mes de octubre, cuando el cultivo está entre fines de floración-formación de vainas, al inicio del período de barbecho, se incorpora con disco. La preparación de cama de siembra se realiza hacia fines de noviembre, mientras que la implantación del cultivo transcurre durante la 1ª quincena de diciembre. Las labores de control mecánico de malezas se realizan con rastra rotativa en estado vegetativo temprano (V2) y con escardillo entre líneas a partir de V4-V5. (Foto 6)

Los materiales evaluados pertenecen al Criadero Rusticana. Son híbridos simples del tipo flint, semiflint y semidentado. En las sucesivas campañas no han manifestado problemas de vuelco/quebrado por barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*). Existe control biológico de oviposiciones por tijereta (*Doru lineare*). Asimismo no han sido significativos los daños tanto por isoca cogollera (*Spodoptera frugiperda*), en estado vegetativo, como por isoca de la espiga (*Helicoverpa zea*). Las enfermedades foliares, tizón (*Exserohilum turcicum*) y roya (*Puccinia sorghi*) han tenido leve incidencia.

Los análisis de suelo de las sucesivas campañas revelan la estabilidad en el contenido de materia

	2013	2014	2015	2016
Material	Maíz var. Candelaria INTA	Maíz híbrido NT426 Rusticana	Maíz híbrido NT426 Rusticana	Maíces híbridos NT623 (semident); NT525 (semiflint); NT426 (Flint)
Antecesor	Vicia villosa 30 kg/ha (incorporación con disco al estado de botón floral)	Vicia sativa 47 kg/ha (incorporación con excéntrico)	Vicia sativa 45 kg/ha - en directa sobre rastrojo soja incorporación con disco	Vicia sativa 45 kg/ha Incorporación MS5020 kg/ha
Siembra	03 diciembre	04 diciembre	14 diciembre	02 diciembre
Densidad	70000 sem/ha	72000 sem/ha	72000 sem/ha	72000 sem/ha
Distancia	0,70 m	0,70 m	0,70 m	s/d
Labores	escardillo en V4 y V7	rotativa en V2 escardillo en V5-V6	escardillo en V6 y V7	escardillo en V6 y V8
Cosecha	18 junio	17 junio	29 junio	14 junio
Rendimiento	50 qq/ha	83 qq/ha	65 qq/ha	53,9 qq/ha

Cuadro 6: Resultados maíz. Campañas 2013-2016.

orgánica (MO) y nitrógeno. El efecto del barbecho incrementa el contenido de nitratos (NO_3^-) y fósforo extractable (Pe), por mineralización y acción microbiológica, facilitando su disponibilidad y reemplazando la adición de fertilizantes químicos. (Cuadro 7).

El Cuadro 8 muestra los diferentes contenidos de humedad a cosecha (14/06) y rendimientos de los híbridos en la campaña 2016. El material semidentado NT 623 por su rápida velocidad de secado presenta un contenido de humedad 3,5 puntos sobre el flint NT426. El híbrido NT426 (Foto 7) presenta alta calidad pero lenta velocidad de secado. El material semiflint NT525 presenta características intermedias posicionándolo favorablemente tanto en calidad como en velocidad de secado.

El estándar de comercialización establece que la mercadería con 14,5% de humedad no sufre mermas por secado. Así el momento de cosecha se anticipa en los materiales semidentados y semiflint permitiendo la incorporación de arveja o triticale en la secuencia de rotación. Asimismo son más flexibles en la época de siembra admitiendo una implantación más tardía que los híbridos flint. Los materiales flint/semiflint son indicados para alimentación animal y molinería, por su calidad y precio de mercado. Se pueden obtener 50% de sobreprecio por mercadería orgánica certificada con destino a Estados Unidos. Los híbridos semidentados son más rendidores y más precoces.

Soja

El cultivo de la leguminosa, con antecesor triticale, se implanta entre fines de noviembre y principios de diciembre. El marco de plantación es en hileras estrechas para facilitar el manejo de malezas por competencia. El manejo es con laboreo mecánico. Los rendimientos obtenidos en la campaña 2014/2015 son aceptables dada la implantación tardía del cultivo. (Cuadro 9)

El cultivo fue afectado por la oruga de las leguminosas (*Anticarsia gemmatalis*) en estadios avanzados del período reproductivo (R4-R5). Esta plaga provoca defoliación y afecta el llenado de grano. El control biológico del hongo entomopatógeno *Nomuraea rileyi* fue total sobre la plaga.; se registró una epizootia del hongo..controlando totalmente a la plaga. Los individuos quedaron momificados y no fue necesario aplicar bioinsumos.

En el ciclo 2015/16 se implantó a principios de diciembre la variedad K3700 a razón de 480.000

	NT 623	NT525	NT 426
Rendimiento	78,5 qq/ha	54,8 qq/ha	48 qq/ha
Humedad	16,50%	17,50%	20%

Cuadro 8: Rendimientos y Porcentaje de humedad a cosecha

	2014		2015		2016	
	Vicia	Maíz	Vicia	Maíz	Vicia	Maíz
MO	4,34%	3,65%	3,51%	3,32%	2,89%	3,49%
N	0,21%	0,183%	0,20%	0,17%	0,17%	0,22%
NNO3	15,1 ppm	23,3 ppm	9,8 ppm	48,2 ppm	11,8 ppm	34,5 ppm
Pe	18,9 ppm	19,5 ppm	10,7 ppm	11,5 ppm	11,1 ppm	11,6 ppm
CIC	15,6 cmol/kg	17,3 cmol/kg	16,6 cmol/kg	15,6 cmol/kg	16 cmol/kg	16,2 cmol/kg
MG	1,2 cmol/kg	3,37 cmol/kg	4 cmol/kg	3,6 cmol/kg		1,2 cmol/kg

Cuadro 7: Análisis de suelo a la siembra de vicia y maíz.

semillas/ha. (Foto 8). Este material, no transgénico, fue provisto por el semillero Kumagro. El cultivo fue afectado severamente por granizo al estado de primer par de hojas trifoliadas. Posteriormente, la parcela sufrió una fuerte infestación de capín (*Echinochloa sp.*), y fue intervenida con desmalezadora de hélice, a la altura del dosel del canopeo. El aclareo logrado fue insuficiente y la presión de malezas a cosecha determinó la trilla manual. Cuadro 10 y 11)

Pasturas

Las pasturas constituyen un eslabón fundamental en la rotación dado que restituyen la condición fi-

sico-química del suelo, favorecen la actividad microbiológica, aseguran el asiento de la entomofauna benéfica e incrementan los niveles de carbono orgánico del suelo. La composición florística más usada en la región es alfalfa (*Medicago sativa*) y festuca alta (*Festuca arundinacea*). El Sector Forrajeras de INTA Pergamino ha logrado importantes avances genéticos, lográndose cultivares adaptados a su zona de influencia. Entre ellos se mencionan: Alfalfa Trafal INTA; festuca Luján INTA, moha Yaguané Plus INTA, agropiro alargado Tobiano INTA, cebadilla criolla Fierro Plus INTA, trébol blanco Omega INTA. La composición utilizada en el predio es alfalfa-festuca, en un marco de plantación en

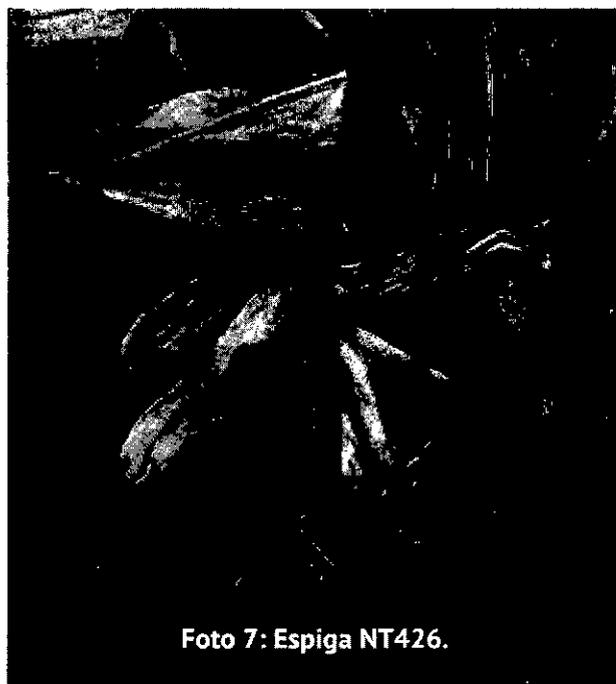


Foto 7: Espiga NT426.



Foto 8: Soja var. K3700.

	Triticale var. Yagán (2014)	Soja var. DM 48 (2015)
Fecha siembra	15 mayo	09 enero
Densidad	90 kg/ha	45 pl./m ² a 17,5 mts. e/hil
Labores	Incorporación en espigazón con disco (9-10)	Rotativa preemergencia (13-01)
Cosecha		20 abril
Rendimiento		19 qq/ha

Cuadro 9: Resultados soja DM48 2014/15.

hileras alternadas a 17,5cm. Mattera afirma que el rendimiento de forraje óptimo se registra a las distancias de 15 a 17,5 cm entre hileras, y disminuye a distancias mayores (≥ 20 cm). Estos incrementos se han explicado principalmente por un mejor aprovechamiento de la radiación disponible en el ambiente, asociado a la mejor distribución de las plantas. (Mattera, 2018). Se pueden alcanzar valores de hasta 10.000kg. de MS/ha en mezclas alfalfa- festuca. (Mattera; comunicación personal). La cosecha de forraje es por corte, confección de rollos y pastoreo animal. Para evitar el semillado de malezas se efectúan cortes de limpieza con desmalezadora de eje horizontal. Actualmente se encuentran implantadas tres pasturas.

Dos de ellas próximas a ingresar en el ciclo agrícola (años 2013 y 2014) y la más reciente del año 2017.

	2015	
	Triticale	Soja
MO	3%	3,26%
N	0,17%	0,16%
NN03	29,3 ppm	48,2 ppm
Pe	12,6 ppm	14,4 ppm
CIC	16 mol/kg	15,5 mol/kg

Cuadro 10: Análisis de suelo a la siembra de triticale y soja.

	Triticale var. Espinillo INTA (2015)	Soja var. K3700 (2015)
Fecha siembra	18 mayo	13 enero
Densidad	100 kg/ha	48 sem./m ² a 17,5 mts. e/hil
Labores	Incorporación en espigazón con disco (9-10)	Desmalezado a 50 cm (13/01)
Cosecha		Manual 16 mayo
Rendimiento		19 qq/ha

Cuadro 11: Resultados soja K3700.

Pastura 2013 (parcela 3)

Composición: alfalfa var. Aurora gpo7 /festuca alta var. Vegas. (Foto 9)

Antecesor: Trigo var. Charrúa y Guatimozín.

10/05/13: Siembra a 17,5cm. Hileras alternadas: 11kg./ha alfalfa; 8kg./ha festuca.

Producción de forraje:

2013/2014: 13 rollos/ha

2014/2015: 36 rollos/ha

2015/2016: 15 rollos/ha

Producción animal en pasturas

La inclusión de la ganadería incrementa la estabilidad del sistema otorgándole mayor resiliencia. Se prefieren altas cargas y tiempos de pastoreo cortos para no afectar la persistencia de la pradera. Los índices productivos revelan diferencias en ganancia de peso en función de la época del año. Se registran los mayores valores en septiembre –primavera- y los menores en enero –verano-, en función de la calidad del forraje. Los datos se toman de una muestra de diez animales. (Cuadro 12) (Foto 10)

Los beneficios de esta práctica se traducen en mejoras en el manejo de malezas, aportes de nitrógeno y fósforo merced al bosteo y aumento de la biota del suelo.

Luego del pastoreo se realiza un corte con desmalezadora de hélice horizontal para uniformar el rebrote posterior.

Conclusiones

El abordaje de sistemas agroecológicos extensivos constituye un desafío y una oportunidad para los profesionales de la agronomía. Para ello es prioritario un cambio de enfoque mental para arribar a propuestas tecnológicas que contemplen aspectos productivos de bajo impacto ambiental, en oposición al actual paradigma productivo basado exclusivamente en rendimientos físicos y rentabilidad.

La transición hacia estos modelos requiere de una interpretación holística del agroecosistema que conlleva mayor dedicación por su complejidad, sumada a la variabilidad de los escenarios climáticos a futuro.

Pastoreo	Triticale var. Espinillo INTA (2015)	Soja var. K3700 (2015)
Novillos	34	55
Carga instantánea	260,5 kg peso promedio	294,5 kg peso promedio
Duración pastoreo	25 días	18 días
Muestreo	10 animales	10 animales
Ganancia de peso	0,950 kg/cab/día	0,514 kg/cab/día
Peso final	284,25 kg	303,75 kg

Cuadro 12: Indicadores productivos parcela 3.



Foto 9: Pastura alfalfa-festuca.



Foto 10: Novillos en pastoreo

Referencias Bibliográficas

- Altieri, M. 2002. En: Agroecología "El camino hacia una agricultura sustentable" (Santiago J. Sarandón). Ediciones Científicas Americanas, 2002. 557 pp. Cap.2, pp.50. Agroecología: Principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables.
- Andriulo, A. 1996. Carpeta de Producción Vegetal Área Agronomía. INTA Pergamino. Tomo XIV, Generalidades, Información N° 147. Marzo 1996.
- Demmi, M. 1988. Proyecto Agricultura Conservacionista. Efectos de las prácticas culturales sobre algunas propiedades edáficas: de los suelos. Publicación Técnica N° 5. INTA. Octubre de 1988.
- Echeverría, H.E. 1994. Los fertilizantes en la agricultura sustentable. En: Encuentro de profesionales hacia una agricultura sostenible. Rosario, 5-6 de Octubre de 1994. pp3.
- Giuffré, L. 2008. Agrosistemas: Impacto Ambiental y Sustentabilidad. Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, 2008. 492pp.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (1972) Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3360-32 Pergamino. INTA, Centro Investigación en Recursos Naturales Reconocimiento de Suelos, 1972. pp. 11, 44-46.
- INTA. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino "Ing. Agr. Walter Kugler". 1912-2012 "Un largo camino junto al desarrollo rural de la región". Comp. Edit: Iris Ballestrasse, Alfredo Calzolari, Omar Scheneiter. Pergamino, EEA Pergamino, 2012. 200p.
- Kaufman, I. y A. Ferreyra. 2016. Zonificación según ordenanza "Manejo responsable de los productos fitosanitarios" en el partido de Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria, Vol 10 N° 32, Diciembre de 2016.
- Mattera, J. 2018. Sector Forrajeras, EEA INTA Pergamino. Comunicación personal.
- Papadakis, J. 1960. Revista bibliográfica. Publicación PAC N° 5. EEA INTA Oliveros, Octubre de 1988.
- Puricelli, C.A. 1985. La Agricultura Rutinaria y la degradación del suelo en la Región Pampeana. Revista Argentina de Producción Animal, Vol.4, 2: 33-48.
- Solbrig, O. 1998. Hacia una Agricultura Sustentable en la Pampa Húmeda: Resumen prospectivo. Capítulo 19 en hacia una agricultura productiva y sostenible en la pampa. Harvard University; CPIA; Orientación Gráfica Editora. 273p.
- <http://www.ruralnet.com.ar>. Abril 2018. "Claves para la implantación de pasturas base alfalfa".