

ISSN 2469-164X · Vol. 11. N° 42, Abril 2023 | Pergamino, Bs. As., Argentina

RTA

REVISTA DE
TECNOLOGÍA
AGROPECUARIA

TEC
NO
LO
GÍ
A
GRO
PE
CUA
RIA



INTA Ediciones

STAFF

Director:

Dr. (MSci) Ing. Agr. Horacio Acciaresi

Comité Editor:

Dra (MSci) Ing. Agr. Silvina B. Restovich
Dra (MSci) Ing. Agr. Raquel A. Defacio
Dra (MSci) Ing. Agr. Silvina M. Cabrini
Méd. Vet. Virginia Fain Binda
Dr. (MSci) Ing. Agr. Alfredo G. Cirilo
Ing. Agr. (MSci) Javier Elisei
Ing. Agr. (MSci) José A. Llovet
Dr. (MSci) Ing. Agr. Juan Mattera

Diseño y Edición:

Lic. DG. Georgina Giannon

Colaboradora de Edición:

Lic. (Mg.) María del Carmen Sanches

Director Int. EEA Pergamino:

Horacio Acciaresi

Director del Centro Regional Buenos Aires Norte:

Ing. Agr. Hernán Trebino

DATOS EDITORIALES

Vol. 11. N° 42

Abril 2023.

Pergamino, Bs. As., Argentina

ISSN Digital 2469-164X

Estación Experimental Agropecuaria
INTA Pergamino - Buenos Aires
Av. Frondizi (Ruta Prov. 32) km. 4,5
2700 - Pergamino
Tel.: 02477 439000
<http://inta.gob.ar/pergamino>
eeapergamino.rta@inta.gob.ar



Secretaría de Agricultura,
Cadería y Pesca



Esta publicación es propiedad del Instituto Nacional
de Tecnología Agropecuaria. RP 32, km. 4,5.
Pergamino. Buenos Aires, Argentina.

SUMARIO

5

Distribución de los rastros de cosecha en un cultivo de trigo

Rubén Roskopf y Javier Elisei.

10

Efectos temporales del escarificado de suelo sobre algunas propiedades físicas

Javier Elisei.

15

Evaluación de fungicidas para el control de enfermedades en trigo bajo condiciones de estrés hídrico

*Fernando Jecke, Fernando
Mousegne, María Paolilli
y Paula Rasente.*

20

Efecto del pastoreo de cultivos de cobertura sobre la producción de forraje y de carne en sistemas agrícolas

*Juan Mattera, Ezequiel Pacente,
Omar Scheneiter, Silvina
Restovich, Jonatan Camarasa
y Lucas Garro.*

26

Estudio de la interacción entre cultivar, densidad y fertilización nitrogenada en maíz. I Fecha de siembra temprana

*Gustavo N. Ferraris, Eduardo
Mancuso y Juan Cuirolo.*

33

Estudio de la interacción entre cultivar, densidad y fertilización nitrogenada en maíz. II Fecha de siembra tardía

*Gustavo N. Ferraris, Eduardo
Mancuso y Juan Cuirolo.*

40

Variabilidad de la susceptibilidad a glifosato: El caso del Capín (*Echinochloa Colona*) en lotes de la EEA INTA Pergamino

*Gabriel Picapietra y Horacio
Acciaresi.*

46

Producción y eficiencia de uso de los recursos en dos secuencias de cultivos forrajeros

*Omar Scheneiter, Juan Mat-
tera, Andrés Llovet y Ezequiel
Pacente*

53

Los cultivos de cobertura y la dinámica poblacional de Rama negra

*María V. Buratovich y
Horacio A. Acciaresi.*

60

Tesis de Maestría Impacto de los cultivos de cobertura sobre propiedades edáficas en secuencias soja- soja en hapludoles del oeste de la región pampeana

Sergio Rillo.

62

Tesis Doctoral Plasticidad fenotípica y bases genéticas de la producción y partición de biomasa en el cultivo de maíz

Luciana Ayelen Galizia

64

45° Congreso Argentino de Producción Animal Breve descripción del evento y participación de INTA Pergamino

*Juan Mattera, Agustina
Lavarello Herbin, Ezequiel
Pacente, Mariela Acuña y
Omar Scheneiter.*

67

53° Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria. Perspectiva del Sector Agroalimentario en la Región y en el Mundo

69

Nota Enfoques La Ecofisiología en INTA como experiencia de construcción compartida

Alfredo Cirilo.

Editorial

Estimados Lectores:

La sequía 2022-2023 fue, y aún lo es en algunas zonas, un acontecimiento que superó la escala de lo que se percibe como tal en las regiones húmedas (al momento de salir este número, en los últimos doce meses, llovieron 337 mm, un 66% menos que el promedio histórico 1910-2022). Otro paradigma que se puso en tela de juicio este último año fue la vulnerabilidad de los distintos sistemas de producción, en relación al tipo de suelos a los que se destina la agricultura y la ganadería. Se consideraba que en la pampa húmeda, los sistemas ganaderos son más estables que la agricultura frente a déficits hídricos. Se sabe que una deficiencia hídrica transitoria, pero en un período crítico de un cultivo, tiene un gran impacto sobre el rendimiento mientras que los períodos excesivamente húmedos, acompañados de anegamientos en los sectores deprimidos del relieve, afectaban más a los planteos ganaderos que a los agrícolas. En esta última campaña, la magnitud de la sequía resultó en que la productividad de todos los sistemas extensivos resultase vulnerada.

El impacto se manifestará en el corto plazo en las economías de las empresas agropecuarias y las cadenas de valor y en las economías regionales basadas en producciones agropecuarias extensivas, en la prosperidad de la sociedad en su conjunto. Adicionalmente, están los efectos indirectos más prolongados en el tiempo, como el retraso de inversiones, la menor capacidad para incorporar tecnología en el corto plazo, el endeudamiento a tasas elevadas y la recuperación de capital en el caso de la hacienda, entre otros.

Frente a este hecho consumado, es interesante plantear el rol de distintos actores productivos para revertir la actual situación del sector, si, como pronostican los modelos climáticos, se inicia un periodo de precipitaciones normales o superiores a lo normal. En el corto plazo, el INTA, como desarrollador y difusor de tecnologías puede ofrecer planteos y seleccionar tecnologías apropiadas para distintas situaciones de las empresas. En estos tiempos, dirigidos a mejorar la eficiencia productiva de tecnologías de insumos y de procesos para lograr buenos resultados físicos con una inversión acorde a la deteriorada capacidad económica de las empresas agropecuarias. Esto sería posible porque mucha de la investigación y experimentación realizada consideró el efecto ambiental en el comportamiento de variables productivas y económicas, por ejemplo excesos y deficiencias hídricas.

Para el mediano y largo plazo, la variabilidad y el cambio climático son aspectos con los cuales habrá que convivir. Con respecto al cambio climático, el aumento de la

temperatura media, especialmente en el período invernal, sería uno de los aspectos sobre los cuales existe más consenso. En relación a las precipitaciones, informes de organismos nacionales, indicarían una escasa variación en el total acumulado en la región húmeda, aunque con cambios en el patrón de distribución estacional de las precipitaciones y una mayor frecuencia de eventos extremos.

Estos últimos seguramente serán una parte sustantiva de la investigación y la transferencia de tecnología del INTA. Por lo pronto, la nueva cartera de proyectos, tiene como eje sustantivo el abordaje de los efectos de la variabilidad y el cambio climático en los sistemas agropecuarios. Con la arista tecnológica no alcanza para restaurar en el corto plazo, y amortiguar en el futuro, los efectos climáticos sobre las actividades agropecuarias extensivas: es necesaria la integración de los actores de la ciencia, la producción, la economía y las políticas públicas para abordar los desafíos del sector más competitivo de la economía nacional.

Ing. Agr. (M.Sc.) Jorge Omar Scheneiter

04

Efecto del pastoreo de cultivos de cobertura sobre la producción de forraje y de carne en sistemas agrícolas



JUAN MATTERA^{1,*},
EZEQUIEL PACENTE¹,
OMAR SCHENEITER^{1,2},
SILVINA RESTOVICH¹,
JONATAN CAMARASA²
Y LUCAS GARRO³

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria INTA Pergamino. Pergamino, Buenos Aires, Argentina.

² UNNOBA - Pergamino.

³ Gentos S.A.

* mattera.juan@inta.gob.ar

En la EEA INTA Pergamino se realizó un experimento durante cuatro años consecutivos para evaluar el aprovechamiento de los cultivos de cobertura por parte de los animales con la finalidad de aportar a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas a partir de su integración con la ganadería.

Palabras clave: Ganancia diaria de peso vivo, Carga animal, Producción de forraje, Sustentabilidad.

Introducción

En rotaciones agrícolas, el uso de cultivos de cobertura (CC) contribuye a la captura de carbono y a mejorar el flujo de nutrientes en el suelo, entre otros servicios ecosistémicos, impactando en la productividad de los sistemas (Pinto *et al.*, 2017). Las especies de CC (gramíneas, leguminosas y crucíferas) están asociadas a funciones específicas que aportan diferentes beneficios a los agroecosistemas. Las gramíneas se destacan por aportar carbono al suelo, las leguminosas por incorporar N a partir de la fijación biológica mientras que

las crucíferas se destacan por la descompactación del suelo (Restovich *et al.*, 2019). Por otro lado, el consumo de la biomasa aérea de los CC por parte de los animales puede proporcionar otro servicio adicional para el productor agropecuario. En este sentido, el aprovechamiento de los CC con rumiantes puede amortiguar los costos asociados al mismo mediante el ingreso derivado de la producción de carne y contribuir así a una mayor difusión de CC en la región. El objetivo de este trabajo fue cuantificar la producción de forraje, la ganancia de peso y la producción de carne de una mezcla de CC pastoreada bajo un sistema de recría.

Materiales y Métodos

El trabajo se desarrolló durante cuatro años (2018-2022) sobre un experimento ubicado en INTA Pergamino, en el mismo se evaluaron a nivel de sistema un CC, con dos tratamientos:

1. Con pastoreo y
2. sin pastoreo,

en la secuencia soja-maíz, considerando variables productivas y ambientales. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de la producción de forraje y de carne en el tratamiento **1.** con pastoreo, analizando la variación dentro de cada año (ciclo de pastoreo) y la variación interanual (año). El diseño fue en bloques completos al azar (n=3). Las siembras de los CC fueron el 22/5, el 2/5, el 20/4 y el 26/4 para el 1°, 2°, 3° y 4° año, respectivamente. El experimento

se realizó sobre un suelo Argiudol típico serie Pergamino (MO: 3,3%, pH: 5,9, Pe: 16 ppm; 0-20 cm). El CC fue una mezcla compuesta por raigrás anual tetraploide, vicia villosa, trébol persa y nabo forrajero. Las condiciones climáticas durante cada estación de crecimiento se detallan en el tabla 1.

En todos los años evaluados, previo al inicio del 1° ciclo de pastoreo, los novillos fueron acostumbrados a la dieta durante 7-8 días en una parcela adicional al ensayo con el mismo CC. El tratamiento **1.** con pastoreo del CC consistió en tres franjas (0,5 ha) por bloque (1,5 ha) que fueron pastoreadas sucesivamente en cada ciclo de pastoreo (pastoreo rotativo) con una eficiencia de pastoreo objetivo del 60%. Cada año se realizaron dos ciclos de pastoreo, siendo el

Tabla 1. Lluvia mensual acumulada (mm) y temperatura media diaria promedio mensual (°C) (entre paréntesis) durante el período de crecimiento de los CC en los diferentes años bajo estudio.

	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Lluvias
2018	194,4	194,1	10,6	33,5	28,6	32,1	92,7	586,0
	(20,8)	(14,8)	(9,2)	(9,0)	(10,6)	(16,6)	(16,2)	
2019	29,3	62,3	88,9	22,1	12,9	14,5	64,5	294,5
	(17,0)	(13,9)	(12,3)	(9,3)	(11,0)	(13,2)	(16,5)	
2020	124,3	1,8	9,1	9,0	4,0	62,4	77,4	288,0
	(16,7)	(13,5)	(11,3)	(9,3)	(13,9)	(13,5)	(20,9)	
2021	76,3	75,2	5,0	25,6	26,4	26,0	41,2	275,7
	(20,2)	(13,4)	(9,8)	(9,6)	(12,1)	(14,4)	(17,8)	

tiempo de pastoreo de cada franja variable según las condiciones de crecimiento de cada año, contó con un período de pastoreo (entre 7 a 14 días) y un periodo de descanso (entre 14 a 28 días) (tabla 2). Se midió la producción de forraje al ingreso de cada franja en marcos (1 m²) y el porcentaje de MS en submuestras de 250 g. La altura de muestreo fue de 5 cm sobre el nivel del suelo. La carga animal se ajustó en base al forraje en oferta en cada franja, con una asignación forrajera del 3% de peso vivo (PV)

considerando la duración del ciclo del pastoreo y la tasa de crecimiento estimada del CC durante los días de pastoreo. Se utilizaron cinco novillos británicos fijos por tratamiento (PV entre 200 a 300 kg PV) y novillos de características similares como animales volantes para ajustar la carga animal de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{(\text{Producción de forraje} + (\text{Tasa de crecimiento} \times \text{Días de permanencia})) \times \text{Eficiencia de utilización}}{\text{Días de permanencia} \times \text{Cantidad de forraje por animal asignada}}$$

Si bien se ajustó la carga en base a la oferta forrajera, siempre se mantuvo a los animales fijos en las franjas, aun cuando la producción de forraje fue baja, por lo cual la carga no disminuyó en igual proporción en dichos períodos, por ejemplo durante el segundo ciclo de pastoreo del año 2020. En dicho período de la producción de forraje disminuyó mucho (-43%), sin embargo la carga animal no disminuyó en igual proporción (-12,5%) ya que se decidió mantener los animales fijos donde se realizaron las evaluaciones de ganancia de peso animal, por lo que implicó un aumento en la eficiencia de utilización del CC por encima del 60%. Se pesaron los animales al inicio del ensayo, antes de iniciar el 2° ciclo de pastoreo, y al finalizar el mismo. Se estimó la ganancia diaria de peso vivo (GDPV) como el cociente entre el aumento de peso en cada ciclo y la cantidad de días. Se estimó la producción de carne como el producto entre la

ganancia diaria de peso y la carga animal promedio de cada ciclo de pastoreo, y la duración de cada ciclo de pastoreo. Antes del secado se midió la biomasa aérea remanente con la misma metodología que para la producción de forraje. Se realizó el análisis de la variancia para cada variable con el programa InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2010). En caso de diferencias, las medias se compararon mediante la prueba de Fischer (p<0,05). Dada la elevada variabilidad natural que caracteriza los experimentos que evalúan la respuesta animal, se fijó un α 0,1 para GDPV.

Tabla 2. Fechas del pastoreo y secado de los cultivos de cobertura (CC) y biomasa aérea al momento de secado de los CC en una rotación soja-maíz.

	Fecha inicio pastoreo	Fecha fin pastoreo	Fecha de secado químico	Biomasa al momento de secado (kg/ha)	
				CC c/pastoreo	CC s/ pastoreo
2018	06/09	23/10	29/10	3320 c	8898 a
2019	31/07	16/09	08/10	2039 c	6471 b
2020	18/08	16/10	12/11	2585 c	5692 b
2021	27/07	17/09	19/10	5800 b	6868 b

Letras distintas en las columnas y filas indican diferencias p<0,05

Resultados y Discusión

La producción de forraje fue diferente entre años y entre ciclos de pastoreo ($p < 0,05$), sin interacción entre ambos. La producción de forraje fue mayor en los años 2021 y 2019, intermedia en el año 2018 e inferior en el año 2020 (tabla 3), probablemente asociado a las condiciones climáticas. En el segundo ciclo de pastoreo, durante el 2019 y 2021 se alcanzaron las mayores cargas medias, superando los 10 animales por ha, coincidente con picos de crecimiento del CC. En el primer ciclo de pastoreo del 2018 y 2019 se alcanzaron cargas intermedias, mientras que en el resto de los ciclos las cargas estuvieron alrededor o por debajo de 5 animales por ha. En este punto es necesario recordar que el manejo del CC fue con una eficiencia de pastoreo objetivo de alrededor del 60%, valor inferior al aprovechamiento de los verdes invernales, con la finalidad de permitir la acumulación de biomasa remanente al momento del secado. La biomasa al momento de secado presentó interacción entre el año y el ciclo de pastoreo (tabla 2). En términos generales, en el CC pastoreado fue menor la biomasa remanente, exceptuando el año 2021 donde no difirieron significativamente. Es preciso considerar que el CC pastoreado siga manteniendo los beneficios aportados por este tipo de recursos. Si bien la biomasa remanente en el CC pastoreado fue menor en relación al no pastoreado, no manifestó cambios en las concentraciones de C y N del suelo. En cambio, cuando se pastoreo el CC, se observó un incremento del P total en superficie asociado a un aumento del P inorgánico (Giannini *et al.*, 2022). Estos resultados estarían relacionados con el aporte de P por parte de las excretas, las cuales tienen entre un 55 y 75 % del P bajo formas inorgánicas (Fontanetto *et al.*, 2011). El P inorgánico es fuente de fracciones solubles de P, las cuales están involucradas en la nutrición de los cultivos. Si bien el uso y reciclado de las excretas del ganado representan una fuente valiosa de nutrientes, materia orgánica y microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo, su impacto sobre las reservas de C y N podría observarse a más largo plazo.

La GDPV promedio fue de 1,20 kg, en el año 2020 fue superior a los otros años ($p < 0,1$) y también mayor en el ciclo de pastoreo 1, con respecto al 2 ($p < 0,1$). En el caso del año 2020, podría estar asociado a una mayor participación de vicia villosa en la mezcla (datos no mostrados). En el caso del ciclo de pastoreo 1 la mayor ganancia podría estar asociada al estado vegetativo en que se encontraban las especies componentes del CC. En cambio, al final del ciclo de pastoreo 2, las especies pasaron al estado reproductivo, con la consecuente disminución de la calidad forrajera. Por último, la producción de carne presentó una interacción entre el año y el ciclo de pastoreo, fue notablemente superior en el ciclo 1 del año 2019 por elevada producción de forraje, carga intermedia y alta ganancia de peso. La producción de carne de cada año surge de la sumatoria de ambos ciclos de pastoreo y varió entre 314 y 493 kg de carne por año.

Tabla 3. Duración del ciclo, producción de forraje promedio de la franja de pastoreo, carga media, ganancia de peso vivo y producción de carne para cultivos de cobertura mezcla bajo pastoreo en cuatro años de evaluación (2018-2021) y dos ciclos de pastoreo por año.

Año	Ciclo pastoreo	Duración del ciclo	Producción de forraje	Carga media	Ganancia de peso	Prod. carne	Prod. Carne total
		Días	Kg MS/ha	Animales/ha	Kg animal ⁻¹ día ⁻¹	Kg/ha	Kg/ha
2018	1	21	1967	7,2 b**	1,11	168 bc**	
	2	26	1715	5,1 c	1,10	146 c	
	promedio		1841 b*		1,11 a***		314 a*
2019	1	34	2283	8,2 b	1,16	326 a	
	2	14	2128	11,7 a	1,02	167 bc	
	promedio		2206 ab		1,09 a		493 b
2020	1	27	1610	4,0 c	1,46	157 bc	
	2	32	931	3,5 c	1,42	159 bc	
	promedio		1271 c		1,44 b		316 a
2021	1	42	2215	4,3 c	1,28	235 b	
	2	11	2300	12,3 a	0,99	134 c	
	promedio		2258 a		1,14 a		369 a

* Letras diferentes entre valores promedio por año indican diferencias significativas para el efecto del año (p<0,05).

** Letras diferentes en los valores por ciclo en cada año indican diferencias significativas considerando la interacción Año.

* Ciclo de pastoreo.

*** Diferencias estadísticas para el efecto año (p<0,10).

Conclusiones

El uso forrajero de una mezcla de CC resultó en una alta producción de carne debido a elevadas ganancias diarias de peso y cargas animales moderadas. El tiempo de uso de los CC por parte de los animales es una variable determinante de la producción de carne que si bien podría verse limitado por la posterior siembra de los cultivos de cosecha, esta integración física y complementaria de la ganadería con la agricultura puede lograr un mejor desempeño productivo, económico y ambiental en el largo plazo.

Agradecimientos

El financiamiento de esta investigación fue otorgado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina) a través del proyecto 2019-PE-E1-I011-001 y del convenio INTA-GENTOS. Los autores agradecen a Juan Ceballos, Sandro Pansecchi, Pablo Barletta, Sergio Gallo, Diego Colombini y Fabio Villalba por la asistencia de campo. Las semillas de las distintas especies forrajeras fueron provistas por la empresa Gentos S.A.

Bibliografía

Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C. W. *InfoStat versión 2018*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Fontanetto, H.; Gambaudo, S. y Keller, O. 2011. *Balance de nutrientes en sistemas pastoriles*. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/52-balance.pdf

Giannini, A. P.; Hortis, D. C.; Restovich, S. B.; Scheneiter, J. O.; Mattera, J.; Pacente, E. y Garro, L. 2022. *¿Influye el pastoreo de los cultivos de cobertura sobre el fósforo del suelo?*. XXVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires.

Pinto, P.; Fernández Long, M. E. y Piñeiro, G. 2017. *Including cover crops during fallow periods for increasing ecosystem services: Is it possible in croplands of Southern South America?* En: Agriculture, Ecosystems & Environment 248: 48-57.

Restovich, S. B.; Andriulo, A. E.; Armas-Herrera, C. M.; Beribe, M. J. y Portela, S. I. 2019. *Combining cover crops and low nitrogen fertilization improves soil supporting functions*. En: Plant and Soil 442: 401-417..