

Siembra Directa y Fertilización Sistemas ganaderos de la región semiárida

INDICE

1) Siembra directa y fertilización en sistemas ganaderos de la región semiárida pampeana. Vallejo A., Souto, R., Quiroga, A.	1
2) Eficiencia en el uso del agua y fertilización de verdeos de invierno en sistemas ganaderos de la región semiárida pampeana. Quiroga A. , Vallejo A. , Nistal A., Bona A., Gallo Cándolo G.	11
3) Producción y valor nutritivo de verdeos de invierno en siembra directa. Pordomingo, A.J., Quiroga, A., Jonas, O., Santucho, G., Otamendi, H., Buffa, H. G., Rolheiser, D. O. y Albertario, P. D.	14
4) Bibliografía	21

Siembra directa y fertilización en sistemas ganaderos de la región semiárida pampeana.

Parte de los sistemas ganaderos de cría y recría de la región semiárida pampeana (RSP) se localizan sobre Haplustoles de las Unidades cartográficas de Mesetas y Valles y de Mesetas Relictos de relieve plano, con precipitaciones que oscilan entre 450 y 700 mm.

Parte de estos suelos fueron puestos en producción a partir de 1927 (Col. Ramón Quinta), destinándose principalmente a la producción de trigo y ganadería ovina. Este esquema productivo se mantiene durante 30 años y a partir de 1955 se incorpora la ganadería vacuna. A consecuencia de ello en 1960 se establecen las primeras pasturas de alfalfa y a partir de 1964 los verdeos de verano (sorgo) y el pasto llorón.

Este periodo (1927-70) se caracterizó por el sobreuso de los suelos y un significativo aumento de la erosión eólica como consecuencia del laboreo y la escasa cobertura de residuos, dando lugar a una importante disminución en los contenidos de materia orgánica (MO) y nitrógeno total, principalmente en la fracción granulométrica de 100-2000 μ m (Quiroga et al., 1996). Estudios realizados en el Este de La Pampa, también sobre Haplustoles, mostraron que la disminución en los contenidos de MO condicionó la disponibilidad inicial de N (nitratos), el número de macollos, la producción de materia seca y la eficiencia en el uso del agua (Quiroga et al., 2000).

De lo expuesto se infirió que la pérdida de MO condicionaría también la productividad y la eficiencia de uso del agua en los sistemas ganaderos localizados al Oeste de las Planicies con Tosca. Como estrategia para revertir este proceso se considero que la introducción de la siembra directa, el barbecho químico, el control de malezas y la fertilización tendrían un efecto positivo sobre la captación, almacenaje y eficiencia de uso del agua, posibilitando la recuperación de parte del carbono perdido. En este sentido se elaboró un Programa de Experimentación para el Mejoramiento de los Sistemas Ganaderos de Cría de la región semiárida pampeana (AACREA, 1996). El mismo destaca la necesidad de mejorar la oferta forrajera y propone como una de las principales líneas de trabajo la siembra directa y fertilización de verdeos, pasturas y la incorporación de la agricultura.

El **objetivo** principal del presente trabajo fue evaluar la respuesta a la fertilización y eficiencia en el uso del agua de verdes (de invierno y verano), trigo y pasturas establecidos en siembra directa en sistemas ganaderos.

Materiales y Métodos

Las experiencias fueron conducidas en el establecimiento “El Estribo” de Souto Hnos, sobre un módulo de aproximadamente 300 has localizado en la unidad cartográfica de las Mesetas Relictos de relieve plano. Los suelos, Haplustoles Enticos, poseen secuencia de horizontes A, AC, C₁, C_{2ca} y presencia de tosca a profundidad variable (40 a 120 cm). La textura predominante de los suelos es franco arenosa, con contenidos variables de arcilla: 5-12%, limo: 25-35% y arena: 55-70%.

La Figura 1 muestra la distribución de las precipitaciones, que en los últimos 30 años arrojan un promedio de 690mm, caracterizada por la siguiente distribución: primavera: 26%, verano: 39%, invierno: 9%, otoño: 25%.

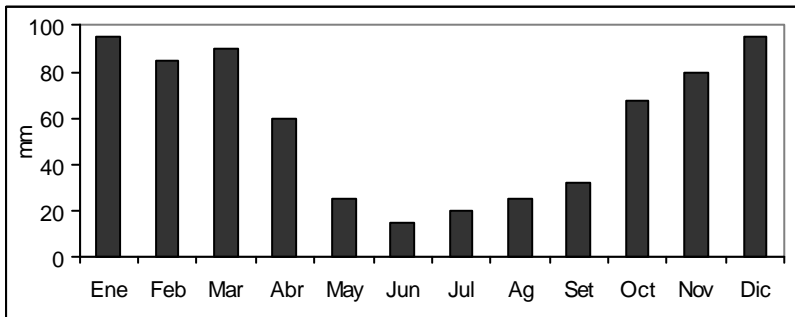


Figura 1: Precipitaciones promedios (mm) para el periodo 1972-2001.

La Tabla 1 muestra los cambios cuali y cuantitativos en la distribución de la superficie ocurridos durante los últimos años.

Tabla 1: Evolución de la distribución de la superficie (%) en el establecimiento El Estribo.

	1992	1996	2001
Campo Natural Productivo	27	32	27
Campo Natural Degradado	26	--	--
Pasto llorón (1)	26	25	21
Pasturas Implantación	--	5	3
Producción	5	10	27
Degradadas	--	2	3
Cultivos Anuales	16	26	19
Sup. en SD	--	500	5000

(1) En 1992 el 26% de la superficie con pasto llorón correspondía a pasturas de 30 años con producción de 50 raciones durante el verano. En el 2001, la superficie corresponde a llorones de menos de 10 años y producción de 200 – 250 raciones durante el verano.

A partir de 1996, con la incorporación al establecimiento de una sembradora de grano fino J. Deere 750, fue conducida en siembra directa la siguiente secuencia de cultivos: pastura (base alfalfa y/o gramíneas) + verdeo de invierno (avena y centeno) + verdeo de verano (maíz y sorgo) + trigo + pastura.

Tanto en trigo como en verdeos de invierno se evaluaron tratamientos de fertilización temprana realizado en Zadocks 12 (testigo, 40 kg N/ha y 40 kg N/ha + 20 kg de S/ha) utilizando un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y parcelas de 100m². Todos los tratamientos recibieron a la siembra 40 kg/ha de fosfato diamónico (FDA). En verdeos de verano y pasturas de gramíneas también se evaluó la respuesta a la fertilización nitrogenada. En todas las experiencias, sobre muestras de suelo de Ø20cm se efectuaron determinaciones de fósforo (Bray y Kurtz), MO total (Walkley y Black), N total (Kjeldahl), pH (1:2,5), nitratos (ácido cromotrópico) y humedad del suelo (gravimétrico) a intervalos de 20 cm hasta la capa de tosca. La eficiencia en el uso del agua para producir materia seca fue calculada desde las precipitaciones y variaciones en el almacenaje de agua en el suelo (López y Arrúe, 1997).

Resultados y Discusión

Los suelos donde se establecieron los ensayos presentaron bajos contenidos de MO (1,1 a 1,5%), P (6 a 12 ppm) y capacidad de

almacenaje de agua útil variable entre 50 y 110 mm en función de la profundidad de la tosca. El contenido de MO representó aproximadamente un 30% y el de P un 20% de los contenidos registrados en suelos vírgenes de similar textura. Por ello, el tratamiento testigo en siembra directa incluyó el aporte de 40 kg ha⁻¹ de fosfato diamónico a la siembra y un barbecho de aproximadamente 60 días.

El barbecho químico (75% de agua útil) afectó positivamente el almacenaje de agua respecto del tratamiento sin barbecho (47% de agua útil), registrándose diferencias de hasta 31 mm en perfiles de 100 cm de espesor. La Figura 2 muestra la evolución de la humedad para la secuencia de cultivos evaluada en uno de los módulos. Durante el verdeo de verano el contenido de agua útil mostró la mayor variación, registrándose valores de 0 a 120mm en los primeros 100cm del perfil.

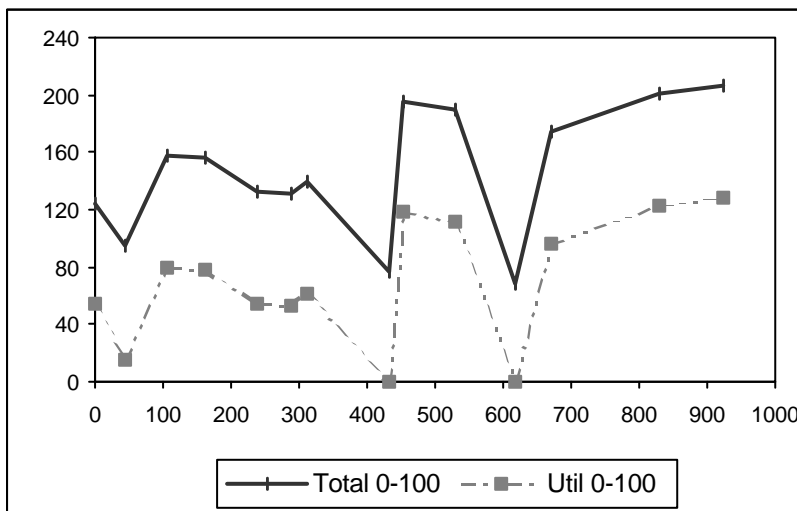


Figura 2: Variación del contenido de agua total y útil (mm/100 cm) durante la siguiente secuencia de cultivos: verdeo de invierno, verdeo de verano, trigo.

A continuación se analizan los principales resultados obtenidos para cada uno de los cultivos integrantes de la rotación.

a) Pasturas:

La Figura 3 muestra la evolución del agua útil en un perfil con pastura base alfalfa. La baja capacidad de los suelos para almacenar agua al ser limitados por la presencia de tosca y los altos requerimientos de la pastura determinan que con frecuencia el perfil alcance valores de humedad de punto de marchitez. A consecuencia de ello y como un mecanismo de defensa se producen defoliaciones recurrentes dando lugar a una baja disponibilidad de forraje.

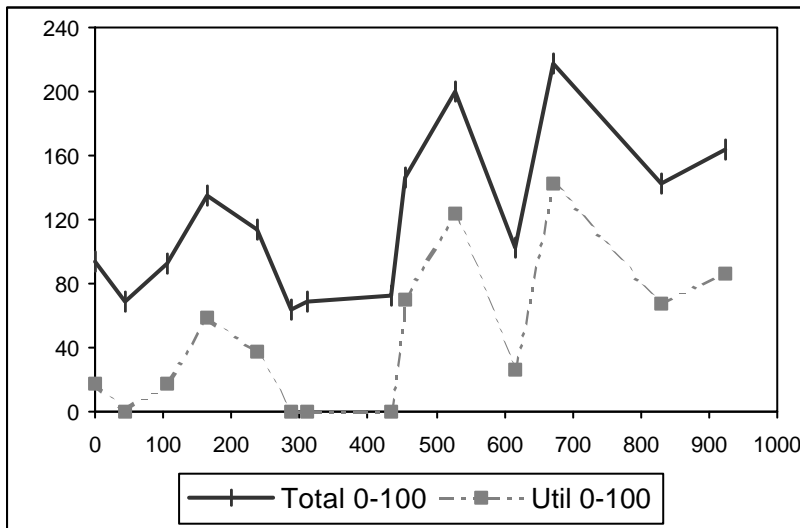


Figura 3: Variación del contenido de agua total y útil de suelo (mm/100 cm) bajo pastura.

Si bien uno de los aspectos buscados en las pasturas polifíticas es el aporte de N de las leguminosas, se comprueba visualmente la fuerte competencia por el agua en estos ambientes semiáridos. A fin de optimizar la productividad de la gramínea y evaluar su comportamiento respecto al uso del agua se establecieron pasturas de pasto ovillo puro, con algunas variantes respecto al manejo de la fertilidad nitrogenada (fertilización de primavera y otoño e intersembra de vicia).

La Figura 4 muestra la evolución del agua útil en ambos perfiles de suelo, bajo pastura polifítica y de pasto ovillo. La Tabla 2 resume los resultados obtenidos a lo largo de la experiencia, agrupando los mismos en 4 categorías de disponibilidad de agua: O (>75% agua

útil), B (50-75%), L (25-50), ML (< 25%). Si bien en ambas pasturas la disponibilidad de agua resultó menor durante el verano, se comprobó una mayor restricción en el perfil bajo pastura base alfalfa.

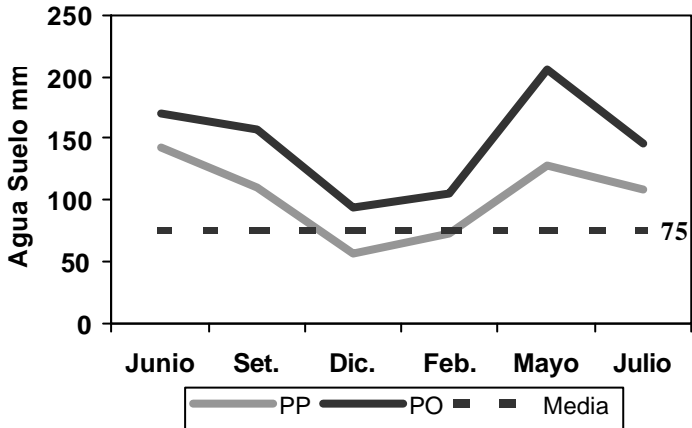


Figura 4: Variación del agua disponible en el perfil del suelo (mm/80 cm) bajo pastura polifítica y pasto ovido. 75 mm representa el punto de marchitez permanente.

Los resultados, si bien preliminares, son muy interesantes respecto a las diferencias en la disponibilidad del agua entre pasturas, especialmente durante el verano y otoño. Asociado a una mayor disponibilidad de agua se comprueba que el periodo de producción del pasto ovido se prolonga con la posibilidad de reducir la superficie destinada a verdeo de invierno. Además la mayor disponibilidad de agua genera mejores condiciones para la fertilización nitrogenada. Al respecto se realizaron ensayos de fertilización en primavera y fin del verano \otoño, evaluando la producción de materia seca y contenido de proteína. La Tabla 3 muestra la importante respuesta de pasto ovido a la fertilización nitrogenada, principalmente en aplicaciones realizadas durante la primavera que afectaron tanto la producción de materia seca como el contenido de proteína.

Tabla 2: Disponibilidad de agua en perfiles de suelo bajo pastura.

Período	polifítica	ovillo
2000 -I	O	O
-P	B	O
-V	ML/L	LB
2001-O	B/O	O/O
-I	B	B
-P	B/O	O/O
-V	ML	L
2002-O	ML	ML
-I	L	B/L

Tabla 3: Materia seca (kg/ha) y proteína (%) de pasto ovillo.

Fertilización	Fecha corte	M. seca (Kg/ha)		Proteína (%)	
		Testigo	Fertilizado	Testigo	Fertilizado
Abril /00	Junio	338	1200	--	--
Sept/00	Nov.	1436	3920	9,7	11,1
Feb/01	Mayo	1949	2357	9,5	11,5
Sept/01	Nov	1194	2655	9,4	12,1
	Febrero	1478	3236	6,8	7,9
Feb/02	Abril	1008	1932	8,2	9,5

b) Cereales de invierno.

La distribución de las precipitaciones permite inferir sobre el balance hídrico negativo que tiene lugar durante los cultivos de invierno. Por ello el agua que puede ser almacenada en periodos previos a la siembra tiene significativa participación en el consumo de agua de verdes y trigo. En la Figura 5 se muestra la capacidad del suelo de almacenar agua y los contenidos de agua útil a la siembra de los verdes cuando los antecesores fueron pastura y trigo. Si consideramos que con una adecuada nutrición es posible obtener 10

a 12 kg de materia seca/ha.mm, la diferencia en los contenidos de agua útil de ambos perfiles implican diferencias de 600kg/ha en la producción de materia seca.

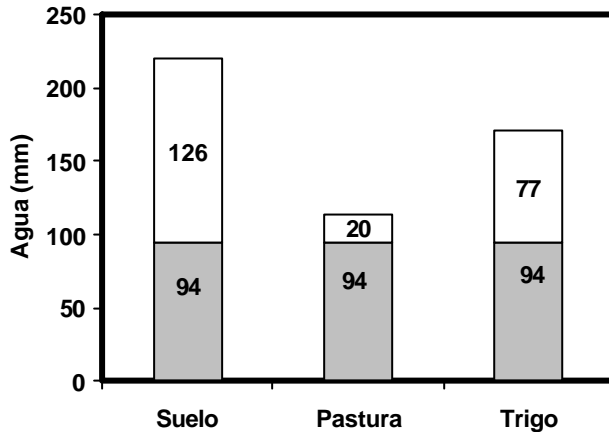


Figura 5: Efecto de cultivos antecesores sobre la disponibilidad de agua a la siembra de los verdeos. En antecesores Pastura (15% de agua útil y trigo (61% de agua útil).

El uso consuntivo de verdeos de invierno (marzo-junio) varió entre 210 y 221 mm; la fertilización con N (11,3 kg materia seca. ha⁻¹ mm⁻¹) y N+S (13,9 kg materia seca ha⁻¹ mm⁻¹) incrementó la eficiencia en el uso del agua respecto del testigo (6,4 kg materia seca ha⁻¹ mm⁻¹). Similares resultados se registraron en trigo, con una importante respuesta a la fertilización nitrogenada, que resultó de 783 kg/ha ante el agregado de 40 kg de N/ha (Tabla 4).

Tabla 4: Rendimiento de grano (trigo) y forraje (verdeo de invierno) bajo distintos tratamientos de fertilización. Contenidos de MO y P en suelos (0-20cm).

Ensayo	trigo (kg/ha)			Mat. Org.(%)	P (ppm)
	testigo	nitrógeno	nitr + azufre		
1	2118	2536	2403	1,52	8,5
2	1717	2290	2142	1,50	14,2
3	1382	2510	2074	1,29	8,4
4	2502	3476	4039	1,50	14,2
5	1701	2522	3042		
promedio	1884	2667	2740		

	verdeo (kg/ha)				
	testigo	nitrógeno	nitr + azufre		
1	1429	2497	3078	1,29	8,4
2	988	1396	1660	1,50	14,2
3	1306	1974	2039	1,80	9,1
4	1621	2326	----	1,52	8,5
5	1828	2808	----	1,52	8,5

Los cereales de invierno muestran una respuesta importante a N, tanto en la producción de grano como de forraje. Es oportuno recordar que a la siembra de ambos cultivos se aplicó fosfato diamónico, dado el medio a bajo contenido de P de los suelos (Tabla 4), lo cual seguramente favorece la respuesta a N

c) verdes de verano:

Los verdes de verano (maíz y sorgo) se establecieron sobre verdes de invierno con un distanciamiento de 52cm entre líneas, empleando sembradora de grano fino. La densidad de plantas a cosecha resultó variable entre 35000 y 50000 pl/ha. Un aspecto a destacar es que durante el periodo evaluado no resultó conveniente realizar siembras muy tempranas por las heladas tardías que son frecuentes en noviembre y por la presencia de roseta cuyo control se

ve dificultado en siembras de principios de octubre. La Tabla 5 muestra como el control de malezas y la fertilización, asociado a la siembra directa, afectaron significativamente la producción de materia seca de maíz. La baja capacidad de los suelos para almacenar agua asociado a los altos requerimientos del cultivo hacen muy variable e impredecible la producción de los verdeos de verano. Sin embargo estos resultados preliminares muestran que es posible incidir positivamente sobre la eficiencia de uso del agua.

Tabla 5: Producción de materia seca de maíz (kg/ha).

	1998	1999	2000	2001
Sin control de malezas	9827	4000		
con control de malezas	11153	6435		
Control de malezas y fertilización	15288	7537	7818	9410

El uso consuntivo de verdeos de verano (maíz) varió entre 261 y 370mm, comprobándose en los tratamientos fertilizados incrementos de la eficiencia en el uso del agua de hasta 37% respecto del tratamiento testigo.

Los resultados de cinco años de experimentación muestran que el barbecho y control de malezas asociado a la siembra directa y la fertilización (N, P y posiblemente S) generan condiciones para un uso más eficiente del agua incrementando la producción de forraje en verdeos, pasturas y de grano en trigo. La secuencia de cultivos parece tener una incidencia importante en el manejo del agua útil. Aspectos como efecto del cultivo antecesor, cobertura y uso de los verdeos de verano por parte de la ganadería deberían ser profundizados.

Eficiencia en el uso del agua y fertilización de verdeos de invierno en sistemas ganaderos de la región semiárida pampeana.

Como complemento de las experiencias conducidas en el CREA Carro Quemado-Luan Toro (Punto 1), durante la campaña 2001 parte de los ensayos de verdeos de invierno se establecieron en el CREA Guatrache (Establecimientos La Luna y Minnesota), CREA Soven (El Oasis y Las Taguas) y CREA El Amparo (San Eduardo y La Invernada), Tablas 6 y 7.

Tabla 6: Fracciones texturales (%) y constantes hídricas de capacidad de campo y punto de marchitez permanente (%).

Sitio	Arcilla	Limo	Arena	Cap. campo	PMP	Agua útil (mm/cm)
<i>La Luna</i>	7,5	27,3	65,2	16,5	7,1	1,1
<i>Minnesota</i>	4,2	18,5	77,3	13,0	5,5	0,9
<i>Taguas</i>	3,1	15,3	81,6	12,3	5,1	0,9
<i>Oasis</i>	3,1	12,3	84,6	11,5	4,8	0,8
<i>Rosso</i>	9,1	25,3	65,6	17,2	7,3	1,2
<i>S. Eduardo</i>	11,1	57,3	31,6	20,5	9,0	1,3

Tabla 7: Contenidos iniciales de agua total, agua util y de N de nitratos en los 6 sitios evaluados.

	Agua total (mm)	Agua util (mm)	N-Nitrato (kg/ha.60cm)
<i>La Luna</i>	43	15	44
<i>Minnesota</i>	153	55	21
<i>Taguas</i>	130	37	36
<i>Oasis</i>	134	47	27
<i>Rosso</i>	308	175	35
<i>S. Eduardo</i>	315	151	33

Los sitios mostraron importantes diferencias en la capacidad de almacenar agua, tanto por efecto de variaciones en la textura como por limitaciones en la profundidad (ej. tosca a 30cm en la Luna). El contenido de agua útil varió ampliamente entre sitios con valores iniciales de 15mm (la Luna) hasta 175mm (Rosso). Por su

parte el contenido inicial de N de nitratos (kg/ha.60cm) resultó medio a bajo en todos los sitios. En base a este parámetro podría esperarse buena respuesta a la fertilización con N en todos los sitios. Sin embargo, esta respuesta fue limitada por la baja disponibilidad inicial de agua en algunos perfiles de suelo que no posibilitaron cubrir los requerimientos de verdeos de buena producción (abril-julio aproximadamente 240mm).

Seguramente que asociado a estas diferencias entre lotes la producción de materia seca, al inicio del pastoreo, varió ampliamente entre sitios y tratamientos (Tabla 8). Así la respuesta a la fertilización con 40 kg de N/ha resultó variable entre 300 y 1000 kg/ha de materia seca, comprobándose además efecto significativo sobre el contenido de proteína. Este aspecto, la eficiencia de utilización de verdeos con alto contenido de proteína debe ser especialmente considerado y planificado, aspecto que es abordado en el punto 3 de esta publicación.

Tabla 8: Producción de materia seca, contenido de proteína y eficiencia uso del agua al primer corte de los verdeos.

Sitio	M. Seca (kg/ha)		Efic. Uso Agua	Proteína (%)	
	Testigo	Fertilizado	(kg/ha.mm)	Testigo	Fertilizado
<i>La Luna</i>	888	1260	6,2	13,3	17,4
<i>Minnesota</i>	985	1613	7,6	14,4	22,2
<i>Taguas</i>	1133	1866	21,0	24,4	24,6
<i>Oasis</i>	1126	1440	18,0	22,8	25,8
<i>Rosso</i>	1620	2660	11,2	14,7	21,4
<i>San Eduardo</i>	1350	2124	9,9	20,8	25,3

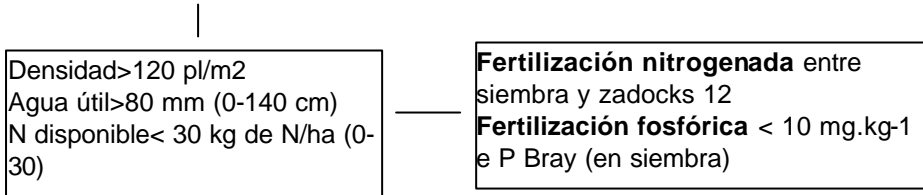
Los resultados muestran que el contenido inicial de agua útil resultó principal determinante de la producción de materia seca de los tratamientos testigo ($r=0,93$) y fertilizado ($r=0,91$) y de la respuesta a la fertilización nitrogenada ($r=0,81$).

Estos resultados obtenidos resultan coincidentes con trabajos realizados por INTA y CREA Oeste Arenoso (Quiroga et al, 1999), respecto a que los factores de manejo y propiedades del suelo que inciden sobre la disponibilidad de agua condicionan significativamente la productividad de cereales de invierno y la respuesta a la fertilización nitrogenada.

SECUENCIA DIAGNOSTICO – FERTILIZACION

Un esquema secuencial, para la toma de decisiones, debe incluir los siguientes datos (Quiroga, et al., 2001)

Condición favorable a la fertilización



De esta manera resulta clave para los establecimientos ganaderos de la región semiárida de cría: 1) el conocimiento de la capacidad de los suelos para almacenar agua y 2) la cantidad de agua útil con que estos suelos llegan a la siembra por efecto del manejo previo (cultivo antecesor, sistema de labranza, barbecho). Así, en algunos sitios los verdeos son establecidos sobre suelos con buena capacidad de almacenar agua pero que a la siembra poseen menos del 50% de agua útil, limitando la producción de los verdeos y la eficiencia de uso del N (tanto del N proveniente de la fertilización como del N aportado por la mineralización de la MO).

Producción y valor nutritivo de verdeos de invierno en siembra directa

Introducción

Los verdeos son integrantes indispensables de la cadena forrajera en la región semiárida pampeana. Siembras tempranas y fertilización en cultivares de rápido crecimiento inicial pueden generar mayor producción de otoño con desbalances nutricionales al primer corte, limitando la eficiencia individual.

La selección de los materiales, la administración del agua, la fertilización y la fecha de siembra permitirían planificar los verdeos para producir forraje en sincronía con la curva de demanda, reducir desbalances nutricionales, aumentar la eficiencia de uso del agua, manejar el agua residual para cultivos posteriores, o la combinación de objetivos, dependiendo de las necesidades de los sistemas.

El presente trabajo evaluó la producción y composición química del germoplasma de verdeos disponible en la región y su respuesta a la fertilización en un planteo de siembra directa. Se hipotetizó que el germoplasma y la fertilización afectan la distribución de la producción y la composición química de los verdeos de invierno.

Materiales y Métodos

La experiencia fue conducida en el Establecimiento agropecuario El Pavón, próximo a la localidad de Agustoni. Se estableció un ensayo de fertilización en 4 cultivares de avena y 4 de centeno sobre antecesor trigo en el mes de febrero, aplicando P a la siembra y N en tres momentos: en Zadocks 12 (N1), después del primer pastoreo (N2) y después del segundo pastoreo (N3). Los verdeos se establecieron en siembra directa y la dosis de N fue de 40 kg/ha, utilizando un diseño de bloques al azar, con 3 repeticiones y parcelas de 25 m².

Se realizaron tres cortes de forraje seguidos de pastoreo con novillos, coincidentes con los meses de mayo, julio y septiembre. Inmediatamente luego de cada corte, las parcelas fueron pastoreadas rápidamente hasta un remanente de una altura media de 6 cm. El momento de cada pastoreo fue elegido en función de un estado óptimo de la mayoría de los materiales y común de ingreso a los verdeos en la región. El segundo y tercer corte fueron rebrotes sobre el primero y

segundo pastoreo, respectivamente, simulando el uso y material que se ofrece al animal durante el ciclo de pastoreo de verdes.

Resultados

Se detectó ($P < 0,001$) una relación negativa entre el N-nitrato remanente en suelo al momento del primer corte y el rendimiento de MS, también resultaron inversamente relacionados la disponibilidad de N-nitrato edáfico al momento del corte y la oferta de PB/ha ($P < 0,05$) (Tabla 9). Estos resultados confirman que verdes de mayor producción otoñal poseen mayor requerimiento inicial de N.

El uso consuntivo fue similar entre especies (Tabla 10), la eficiencia de uso del agua resultó de 9,1 y 6,6 kg MS/mm para centenos y avenas, respectivamente. Las avenas y los centenos difirieron ($P < 0,01$) en el contenido de materia seca en cada uno de los tres cortes. En el primer corte (otoño) se produjeron los %MS mas bajos, particularmente en centenos, alcanzándose contenidos de 90% de agua. En el segundo y tercer corte los contenidos de materia seca superaron el 20%, con valores para el promedio de los centenos mayores ($P < 0,01$) al de las avenas.

Relacionado con el alto contenido de Nitratos inicial en el suelo no hubo respuesta a la fertilización en ninguno de los tres cortes detectándose solamente un efecto significativo en el contenido de PB del primer corte en favor del tratamiento fertilizado.

Por otra parte los resultados muestran diferencias ($P < 0,001$) en producción y composición química entre cortes y cultivares. Los centenos produjeron más MS/ha y MSD/ha que las avenas (4575 vs 3167 \pm 88 kg y 2808 vs 2143 kg, respectivamente). Las diferencias en MSD/ha entre ambas especies fueron proporcionalmente menores a las observadas en MS/ha debido a la caída en calidad de los centenos en el tercer corte (mayor contenido de FDA y menor digestibilidad) (Tabla 11). Entre las avenas se destacó ($P < 0,05$) Millauquén y entre los centenos ($P < 0,05$) Don Luis y Quehué, tanto en MS/ha como en MSD/ha.

En el primer corte (mayo), la oferta de forraje fue diferente entre cultivares distribuyéndose en rangos de 1113 a 2038 kg y de 730 a 1289 kg para MS y MSD/ha, respectivamente (Tabla 12). Aunque en niveles bajos, el contenido de fibras en este corte fue superior ($P < 0,001$) en los centenos, mientras que las avenas tuvieron en cambio un mayor contenido de PB. Los centenos registraron un muy bajo nivel de CHOS e inferior al de las avenas (3,8 vs 6,5 \pm 0,26 %). Dados los altos

niveles de PB y los bajos de CHOS de este corte, la relación PB/CHOS fue muy alta en ambas especies y mayor en centenos que en avenas (6,7:1 vs 4,4:1 \pm 0,33).

En el segundo corte (julio), la oferta de MS/ha fue similar entre todos los materiales. En MSD/ha los centenos produjeron algo más que las avenas debido a una mayor digestibilidad de los centenos en ese momento. El contenido de fibras fue superior en las avenas y los niveles de PB disminuyeron ($P < 0,001$) y los de CHOS crecieron ($P < 0,001$) en todos los cultivares, comparados con el corte anterior. Con la caída en la proporción de PB y el incremento de la fracción de CHOS, la relación PB/CHOS se redujo sustancialmente en este corte comparado con el anterior, y resultó superior ($P < 0,001$) en avena. Entre los cultivares de avena se registraron contenidos similares de PB y FDA mientras que el nivel de FDN fue algo superior en Pilar y Cristal. Entre los cultivares de centeno se registraron contenidos similares de FDN, FDA y CHOS.

En el tercer corte (septiembre), la oferta de MS/ha de los centenos fue 71% superior ($P < 0,001$) a las avenas (2165 vs 1267 kg). También la oferta de MSD/ha fue superior ($P < 0,001$) para los centenos (1259 vs 872 kg), pero la magnitud de la diferencia (41%) fue algo inferior debido a una menor digestibilidad de los centenos en este momento (68,8 vs 58,1; $P < 0,001$). Dentro de cada especie los rendimientos de MS y MSD fueron similares ($P > 0,331$) entre cultivares. El contenido de fibras fue superior en los centenos mientras que las avenas superaron ($P < 0,001$) a los centenos en PB y en CHOS.

Discusión

La oferta de MSD es el primer factor asociado a la conversión de forraje en producto animal (NRC, 1996). Digestibilidades altas (> 65%) se correlacionan con alto potencial de consumo y altos aumentos de peso, sin embargo, el balance nutricional de la dieta es condicionante de esa respuesta. Frecuentemente en otoño, el aumento de peso de bovinos sobre verdeos de invierno con alta digestibilidad, es bajo e inexplicable por la digestibilidad del forraje. Bajo contenido de MS, excesivo contenido de PB y bajo de CHOS son considerados, al menos parcialmente, responsables de esos lentos engordes. En el presente ensayo, el contenido de materia seca resultó muy bajo en todos los materiales en el primer corte (coincidente con el primer pastoreo). Contenidos de agua en los verdeos superiores al 85% han sido correlacionados con trastornos metabólicos, particularmente diarreas, desbalan-

ces electrolíticos, deshidrataciones, depresión del consumo y bajos aumentos de peso. Aunque con valores bajos, las avenas tuvieron contenidos de materia seca muy superiores a los centenos en ese muestreo, observación importante en el diseño de cadenas forrajeras que persigan mitigar el problema de las bajas ganancias de otoño con un uso limitado de suplementos energéticos. Las diferencias en los cortes posteriores no serían relevantes desde el punto de vista de sus efectos metabólicos. Podría argumentarse que el mayor contenido de materia seca de los centenos en el tercer corte sería otro factor contribuyente a la menor calidad, comparados con las avenas en ese corte.

El contenido de PB fue muy alto en todos los materiales en el primer corte y el nivel de CHOS muy bajo, especialmente en los centenos. Superado el 16% de PB en el forraje, las pérdidas de N en el animal se hacen incontenibles, contenidos altos de CHOS permiten mitigar parcialmente el efecto. La presencia de carbohidratos solubles estimula una fermentación rápida y la captura de N en proteína microbiana en el rumen. La relación PB/CHOS es un indicador del balance. Forrajes con relaciones PB/CHOS de 1:1 o inferiores y contenidos de PB entre 15 y 18% correlacionan con altos aumentos de peso. La relación PB/CHOS determinada en el presente ensayo resultó muy alta en todos los materiales en el primer corte, particularmente en centenos y decreció a valores próximos a 1 en el segundo y tercer corte. El contenido de CHOS en avenas describió un comportamiento lineal, incrementándose ($P < 0.001$) con el avance del ciclo del cultivo. En centenos, en cambio, el comportamiento fue cuadrático ($P < 0.001$). En esta especie, se verificaron los contenidos más altos y las mejores relaciones PB/CHOS en el segundo corte. La caída en el tercer corte resultó coincidente con un incremento en el contenido de fibras y pérdida de calidad total de los centenos, aunque existieron diferencias entre materiales.

Tabla 9: Contenidos de N-nitratos en el suelo al momento del primer corte, producción de materia seca del primer corte y relación en la producción de materia seca entre 1er y 2do corte en avenas y centenos en siembra directa¹

Cultivar	Nitratos			N-nitrato kg/ha	Materia seca	
	0-20 ²	20-40	40-100		1er corte	1ro/2do corte
	ppm				kg/ha	
<i>Avena</i>						
Cristal	49	54	47	114	1094a	1,80a
Pilar	37	36	36	74	1240a	2,08 ab
Don Víctor	38	37	32	79	1226 a	2,03ab
Millauquén	36	36	32	78	1546 b	2,54c
<i>Centeno</i>						
Don Luis	35	26	26	65	1946c	3,16d
Don Guillermo	29	26	31	67	1726bc	2,79c
Don Lisandro	42	33	30	78	1320a	2,15b
Quehué	22	21	26	54	2060c	3,36d

¹ No se detectaron efectos ($P > 0,1$) de fertilización. Se reportan los promedios sobre parcelas testigo de los dos primeros cortes (parcelas del tratamiento 3 = fertilización luego del segundo pastoreo).

² Profundidad de muestreo en cm

a,b,c,d Medias en columnas con superíndice diferente difieren ($P < 0,05$).

Tabla 10. Uso consuntivo de agua, cambio en el contenido de nitrógeno en el suelo y captura en biomasa aérea en centenos y avenas

	Uso consuntivo mm	Nitrógeno en el suelo kg/ha	Nitrógeno en biomasa aérea kg/ha
Centenos	309	-59a	130,0a
Avenas	322	-46b	101,4b

a,b Medias en columnas con superíndice diferente difieren ($P < 0,05$)

Tabla 11. Producción de verdeos de invierno en siembra directa¹

	Materia seca	
	total	digestible
	kg/ha	
Avena		
Cristal	2967a	2002a
Don Víctor	3186a	2156a
Millauquén	3579b	2450b
Pilar	2936a	1964a
Centeno		
Don Guillermo	4460c	2723c
Don Luis	4868d	2959c
Don Lisandro	4123c	2566b
Quehué	4841d	2983c

¹ No se detectó interacción ($P > 0,200$) entre cultivares de avena y centeno con estrategia de fertilización en producción de materia seca total y digestible. Se reportan los promedios por cultivar.

a, b, c, d Medias en columnas con superíndice diferente difieren ($P < 0,05$)

Tabla 12. Producción y composición química por corte de verdeos de invierno en siembra directa¹

	MS	MSD	PB	FDN	FDA	CHOs	PB/CHOs	DIVMS
	kg/ha		%					
Corte 1								
Avena								
Cristal	1113a	741a	26,8b	47,7a	28,4a	5,9b	4,80b	66,7c
Don Víctor	1282a	846a	26,0b	46,1a	29,1a	5,7b	4,84b	66,1c
Millauquén	1676c	1115bc	27,3a	45,4a	28,4a	6,0b	4,78b	66,7c
Pilar	1115a	730a	26,1b	46,6a	29,7a	8,5c	3,16a	65,5c
Centeno								
Don Guillermo	1758c	1094b	23,9b	50,9b	33,9b	3,7a	6,60c	62,4b
Don Luis	1973d	1196bc	21,7a	52,2b	36,2b	3,9a	5,70c	60,6a
Don Lisandro	1413b	898a	25,2b	51,6b	32,7b	3,1a	8,64d	63,3b
Quehué	2038d	1289c	23,0ab	52,0b	32,8b	4,3a	5,91c	63,3b
EE	101,7	62,8	0,48	0,93	0,79	0,46	0,62	0,62
Corte 2								
Avena								
Cristal	608	416abc	18,9ab	51,6f	26,2bc	15,8ab	1,25cd	68,4ab
Don Víctor	602	412ab	19,0bc	48,0de	26,1abc	13,4a	1,44d	68,5abc
Millauquén	608	420bc	18,4ab	46,5bcd	25,3abc	16,8b	1,11bc	69,1bc
Pilar	594	400a	18,5ab	50,8ef	27,6c	15,0b	1,24cd	67,3a
Centeno								
Don Guillermo	617	432c	17,7	42,0a	24,2ab	21,6c	0,83ab	70,0bc
Don Luis	615	428bc	20,7	44,1ab	24,7ab	21,3c	0,99ab	69,6bc
Don Lisandro	612	430c	17,2	42,7a	23,8a	20,3c	0,86a	70,3bc
Quehué	612	426bc	17,8	44,5abc	24,9ab	20,3c	0,90a	69,4bc
EE	9,4	5,9	0,62	1,03	0,81	0,89	0,742	0,63

¹ No se detectó interacción ($P > 0,200$) entre cultivares de avena y centeno con estrategia de fertilización para las variables de producción y composición química. Se reportan promedios totales por corte y cultivar. MS = Materia seca; MSD = Materia seca digestible; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; PB = Proteína bruta; CHOs = Carbohidratos solubles; DIVMS = Digestibilidad in vitro de la MS. ^{a,b} Medias con superíndice diferente difieren ($P < 0,05$)

Bibliografía

- AACREA. Programa de experimentación para el mejoramiento de sistemas ganaderos de cría. AACREA, Buenos Aires, octubre de 1996.
- Arzadún, M., Freddi, J. , Pisan, A. y Sastre, P. 1996. Composición del forraje y respuesta a la suplementación. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16(1):140.
- Elizalde, J. C., Santini, F. J. y Pasinato, A. M. 1994. The effect of stage of harvest on the processes of digestion in cattle fed winter oats indoors. I. Digestion of organic matter, neutral detergent fiber and water-soluble carbohydrates. *Anim. Feed Sci. & Tech.* 47:201-211.
- Elizalde, J. C., Santini, F. J., Pasinato, A. M. 1996. The effect of stage of harvest on the processes of digestion in cattle fed winter oats indoors. I. Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Anim. Feed Sci. & Tech.* 63:245-255.
- Ferri, C. M. y Stritzler, N. P. 1993. Efecto del contenido de materia seca del verdeo de centeno sobre la digestibilidad "in vivo" y el consumo voluntario en ovinos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13:127-131.
- INTA. Atlas de Suelos de la República Argentina. Tomo II. 1990. 677 pp.
- López M., Arrúe J. 1997. Growth, yield and water use efficiency of winter barley in response to conservation tillage in a semi-arid region of Spain. *Soil Till. Res.* 44:35-54.
- Marsh, R. 1975. A comparison between spring and autumn pasture for beef cattle at equal grazing pressures. *J. Br. Grassl. Soc.* 30.
- Méndez, D. G., Davies, P., Gonella, C. y Diaz-Zorita, M. 1998. Fertilización nitrogenada de verdeos invernales. 2. Respuesta Animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18(1):96.
- Méndez, D.G. y Davies, C. 1998. Utilización de verdeos invernales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 18(1):99.
- Méndez, D.G. y Davies, C. 2000. Suplementación energética en pastoreo de triticale. 20(1):19.
- NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, D. C.
- Quiroga A., Buschiazzo D., Peinemann N. 1996. Soil organic matter particle size fractions in soils of the semi-arid Argentinian pampas. *Soil Sci* 161:104-108.

- Quiroga, A., Ormeño, O., y Baudraco, S. 2001. Fertilización de verdeos de invierno en la región subhúmeda y semiárida pampeana. En: Tecnología de fertilización nitrogenada para cereales de invierno. Asoc.Arg.Ciencia del Suelo.pp.18-21.
- Quiroga, A.; Ormeño, O.; Fernández, D.; Otamendi, H.; Vallejo, A. 1999. Verdeos de invierno: Necesidad de reconocer y manejar limitantes de su productividad en suelos de la región semiárida pampeana. Bol.Div.Tecn. Nº 61. EEA Anguil.
- Quiroga A., Weinberger A., Smith A. 2000. Eficiencia en el uso del agua en cebada. Relación con propiedades edáficas en Haplustoles de la región semiárida pampeana. XVII Cong. AACCS, Mar del Plata.
-

DIAGRAMACION, COMPOSICION E IMPRESION

Beatriz E. García
Omar A. Bortolussi
Luisa Blatner de Mayoral

**Impreso en los talleres gráficos de la
E.E.A. Anguil INTA
“Ing. Agr. Guillermo Covas”**

**Tirada de esta edición 1000 ejemplares
Noviembre de 2002.**