

**EVALUACIÓN DE VERDEOS DE INVIERNO EN SECUENCIAS DE CULTIVOS PARA
OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE**

Trabajo Final presentado como requisito para la obtención del título de la carrera de
INGENIERÍA AGRONÓMICA

A cargo del alumno Juan María Elizalde

Legajo 1717/3

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Junín

01/08/2011

**EVALUACIÓN DE VERDEOS DE INVIERNO EN SECUENCIAS DE CULTIVOS PARA
OPTIMIZAR LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE**

.....

Autor: Juan María Elizalde

Legajo 1717/3

.....

Director del Trabajo: Ing. Agr. Oscar Darío Bertín

Co-Director del Trabajo: Ing. Agr. Omar Scheneiter

Carrera: INGENIERÍA AGRONÓMICA

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires

Junín

01/08/2011

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi agradecimiento a todas las personas del área Forrajeras de la EEA INTA Pergamino, lugar donde se desarrolló la experiencia, en especial al Ingeniero Agrónomo Oscar Bertín por su total colaboración y solidaridad. También a la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires y a cada uno de los profesores que me han formado profesionalmente en todos estos años de carrera. Finalmente a mi familia, mis compañeros y amigos por el apoyo brindado.

ÍNDICE

Resumen.....	5
Introducción.....	5
Hipótesis.....	8
Objetivo.....	8
Materiales y métodos.....	8
Resultados y discusión.....	13
- Acumulación de forraje y contenido de materia seca por corte.....	13
- Acumulación de forraje total.....	16
- Contenido de nitrógeno del forraje.....	17
Conclusiones.....	20
Bibliografía.....	20
Anexo.....	23

RESUMEN

La avena y el raigrás anual son dos verdeos de invierno destacados en la región pampeana húmeda por su importante aporte forrajero en la estación climática con más dificultades para el crecimiento de cultivos. La incorporación de estas especies dentro de una secuencia de cultivos es una opción que tiende a maximizar el uso de los recursos y aumentar la producción total de forraje en los sistemas ganaderos. En este sentido, resulta significativo complementar correctamente los cultivos forrajeros anuales estivales con los invernales. Para evaluar esto se realizó un experimento en la localidad de Pergamino, noroeste de la provincia de Buenos Aires, obteniéndose datos de acumulaciones de forraje y contenido de nitrógeno en avena y raigrás anual en el período otoño-invierno 2010, con tres antecesores estivales distintos, maíz para silaje, moha para heno y soja para silaje, con riego y en seco. Comparativamente, la avena tuvo un crecimiento más rápido y acumuló más forraje en el primer aprovechamiento que el raigrás anual. Sin embargo, este último aumentó su producción en los sucesivos cortes y presentó una mayor acumulación total de forraje. Tanto la avena como el raigrás anual mostraron menores acumulaciones de forraje y menor contenido de nitrógeno en planta cuando el antecesor fue maíz para silaje, especialmente en los primeros cortes, tanto con y sin riego.

INTRODUCCIÓN

La ganadería argentina históricamente se caracterizó por ser una de las principales actividades económicas del país. Ha brindado al mundo excelentes productos y se le ha destinado grandes y fértiles extensiones de tierra para su desarrollo, especialmente en la región pampeana, donde aún hoy se concentra la mayor parte de las existencias bovinas (Rossanigo y col., 2010). Sin embargo, la agricultura fue modificando este escenario,

desplazando a la ganadería hacia suelos y zonas marginales, contribuyendo a una disminución del número de cabezas y de los establecimientos ganaderos, mientras que aquellos que perduraron tuvieron que reducir sus propios stocks. Basta con observar lo que ocurrió entre los años 2008 y 2010 (Rossanigo y col., 2010).

A esto se le suma un inestable mercado ganadero, que presenta importantes fluctuaciones en los precios, lo cual agrega más incertidumbre al productor, que prefiere guarecerse en la buena rentabilidad de los granos.

Frente a este marco, es necesario generar opciones tecnológicas para incrementar la productividad de las pasturas perennes y los cultivos forrajeros anuales, en cantidad y calidad, propendiendo a disminuir el uso de insumos de alto costo. Las tecnologías para mejorar el uso de los recursos limitantes tienen el potencial de incrementar los niveles actuales de producción de forraje de las pasturas perennes y cultivos anuales. En ciertos sistemas, la combinación de pasturas de alto rendimiento con rotaciones intensivas de cultivos forrajeros anuales, puede ser una opción para incrementar la eficiencia de uso de recursos, particularmente radiación, nutrientes y agua, y aumentar la producción total de forraje por encima del potencial productivo de las pasturas tradicionales.

Para cubrir la limitante de producción de forraje en el período invernal, los denominados verdeos son una opción probada. Ellos son importantes en la programación forrajera de los sistemas ganaderos, logrando una alta incidencia cuando el rendimiento estacional de las pasturas permanentes disminuye debido a las bajas temperaturas en invierno (Brizuela, 2000).

Dentro de los verdeos de invierno, los que más se han destacado en zonas húmedas en los últimos años han sido la avena (*Avena sativa* L.) y el raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam.). La avena es elegida por los productores debido a su plasticidad de utilización, que

permite el pastoreo directo aún en estado de panojamiento, la posibilidad de henificación o el destino del grano para la industria alimenticia (Amigone y col., 2005). Tiene una tendencia a concentrar parte de su producción en el primer crecimiento, que puede representar el 50% o más del forraje obtenido en su ciclo. A diferencia de otras especies, la avena mantiene una buena digestibilidad durante el segundo y tercer aprovechamiento, aunque su contenido proteico disminuye en el último rebrote (Kloster y Amigone, 2005). El raigrás anual se ha convertido en una alternativa invernal interesante, especialmente en sistemas lecheros por su alta calidad de forraje y resistencia al pulgón (Amigone y col., 2005). El crecimiento inicial es más lento que el de los cereales forrajeros, pero tiene una curva de producción que se extiende hasta la primavera avanzada. La especie posee un sistema radicular superficial que la hace más vulnerable a condiciones severas de sequía (Amigone y Tomaso, 2006).

De los dos cultivos, el raigrás anual es el que más ha crecido en superficie sembrada, fundamentalmente por algunos aspectos que lo diferencian de la avena, principalmente una menor incidencia a enfermedades foliares, como por ejemplo roya, y una mayor resistencia a insectos, como el pulgón verde de los cereales. Por otro lado, el raigrás anual ha manifestado acumulaciones de forraje totales superiores en los ensayos en la región pampeana húmeda y su caída invernal es menor a la de la avena. Cabe destacar que cuando estos verdeos son sembrados tempranos y se los aprovecha rápidamente, se produce en el caso de la avena un desbalance, por un exceso proteico respecto al de carbohidratos solubles, situación que en el raigrás es de menor magnitud. Esto puede llevar a generar trastornos digestivos dentro de los bovinos y en muchos casos se ve reflejado en bajas ganancias de peso (Ventimiglia, 2006).

La inclusión estratégica de los verdeos de invierno en los sistemas de tambo e invernada cobra mayor importancia cuando además se la combina con otros cultivos

forrajeros anuales de verano, que permiten maximizar la producción por unidad de superficie en comparación con un monocultivo anual o perenne, debido a un mayor aprovechamiento de la radiación y a un uso eficiente del agua, nutrientes y temperatura.

HIPÓTESIS

Los verdeos de invierno, avena y raigrás anual, son una alternativa de alta producción de forraje en la estación climática más fría y seca del año, en las diferentes secuencias de cultivos anuales de verano/invierno, optimizando el uso de los recursos naturales, principalmente agua, nitrógeno edáfico y radiación.

OBJETIVO

Evaluar la producción de forraje de dos verdeos de invierno, avena (*Avena sativa* L.) y raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam), en diferentes secuencias de cultivos forrajeros anuales, bajo condiciones de manejo agronómico adecuadas, tendientes a optimizar la eficiencia de uso de recursos ambientales y alcanzar techos productivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se compararon verdeos forrajeros invernales dentro de secuencias de cultivos anuales, con destino potencial para conservación o alimentación como forraje fresco, de interés para sistemas intensivos de leche y carne vacuna.

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del INTA (33° 34' S y 60° 34' O, y 66 metros sobre el nivel del mar). El mismo comprendió la evaluación de un ciclo de cultivos de invierno (avena y raigrás anual) destinados a la producción de forraje. Como parte de las secuencias forrajeras, se incluyeron tres cultivos de

verano que precedieron a los verdeos invernales: maíz con destino a silaje, moha para heno y soja para silaje.

El suelo fue un Argiudol típico, con clima templado-húmedo, donde las temperaturas medias mensuales entre los meses de marzo y septiembre, período en el cual se desarrolló el ensayo, históricamente fueron de 13,6°C y las precipitaciones promedio (de los últimos 100 años) fueron de 972 mm anuales, de los cuales aproximadamente el 46% ocurren en los siete meses considerados.

El diseño experimental fue en bloques al azar con un arreglo en parcela dividida, con tres repeticiones. El modelo estadístico de este diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = m + a_i + r_j + (ar)_{ij} + b_k + (ab)_{ik} + e_{ijk}$$

Donde,

Y_{ijk} : valor en la parcela k, subparcela i, sub-subparcela j

m: media general del experimento

a_i : efecto de la subparcela i

r_j : efecto de la sub-subparcela j

$(ar)_{ij}$: efecto de la interacción de la subparcela i con la sub-subparcela j

b_k : efecto de la parcela k

$(ab)_{ik}$: efecto de la interacción de la subparcela i con la parcela k

e_{ijk} : error experimental

La parcela mayor fue el tratamiento de riego suplementario (con y sin riego), la subparcela el cultivo de verano antecesor (maíz, soja y moha) y la sub-subparcela los dos cultivos de invierno nombrados. Las dimensiones de las sub-subparcelas fueron de 6 metros de ancho y 10 metros de largo (60m²). Entre parcelas se dejó una distancia tal que impidió el efecto del riego sobre las parcelas en secano. El plano del ensayo puede visualizarse en la

Figura 1, en el anexo. Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico INFOSTAT, con un nivel de probabilidad del 5% en todos los casos, donde las medias se compararon a través de la prueba de Duncan.

El muestreo para la caracterización inicial de las propiedades físico-químicas del suelo se realizó al inicio del experimento. Se tomaron dos muestras complejas de cada parcela que a su vez estuvieron formada por 12 submuestras, determinándose: carbono orgánico (C), pH actual, conductividad eléctrica (CE), nitrógeno total (N), fósforo extractable (Pe), azufre (S), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K) (Cuadro 1). El suelo era moderadamente ácido, medianamente provisto de carbono, nitrógeno y fósforo, con bajo contenido de azufre, sin sales (baja conductividad eléctrica) y sin sodio.

La siembra de los verdeos se efectuó sin labranzas previas, en siembra directa, el día 1º de marzo de 2010. Como materiales genéticos se usaron aquellos que mostraban antecedentes favorables en los ensayos comparativos de rendimiento de cultivares de estas dos especies. En el caso de avena se utilizó Violeta INTA (ciclo largo) y en raigrás anual Caleufú PV INTA (tetraploide). El distanciamiento entre hileras fue de 17,5 cm. La densidad de siembra en avena fue de 300 semillas viables/m² (peso 1.000 semillas: 36,6 g.; poder germinativo: 88%; pureza: 99,9%), lo cual representó 120 kg.ha⁻¹. Mientras tanto en raigrás anual se sembraron 500 semillas viables/m² (peso 1.000 semillas: 3,17 g.; poder germinativo: 88%; pureza: 94,2%) que significó 20 kg.ha⁻¹.

Los cultivos fueron fertilizados con dosis variables de fertilizante, que incluyeron nitrógeno (250 kg.ha⁻¹), fósforo (60 kg.ha⁻¹) azufre (60 kg.ha⁻¹) y calcio (90 kg.ha⁻¹) en función de los análisis de suelo. En los tratamientos con riego suplementario se aplicaron, en nueve fechas, 165 mm en total (Cuadro 2).

Cuadro 1. Análisis de suelo del ensayo de verdeos de invierno en secuencias de cultivos (SR: sin riego; CR: con riego). Año 2010.

Parcelas	pH actual	CE(dS.m ⁻¹)	C(g.kg ⁻¹)	N(g.kg ⁻¹)	Pe(mg.kg ⁻¹)	S- SO ₄ (mg.kg ⁻¹)	Ca(cmol.kg ⁻¹)	Mg(cmol.kg ⁻¹)	K(cmol.kg ⁻¹)	Na(cmol.kg ⁻¹)
Avena (Maíz SR)	5,63	0,083	19,77	1,90	17,37	4,67	8,10	2,17	1,37	0,10
Avena (Soja SR)	5,77	0,076	18,83	1,87	23,43	2,33	7,97	1,47	1,30	0,10
Avena (Moha SR)	5,67	0,071	18,70	1,60	22,23	2,33	7,47	2,17	1,37	0,10
Avena (Maíz CR)	5,67	0,083	19,13	1,57	25,93	4,33	7,33	1,23	1,27	0,10
Avena (Soja CR)	5,70	0,084	19,77	1,80	18,00	5,33	8,27	1,30	1,37	0,10
Avena (Moha CR)	5,67	0,087	18,97	1,90	23,37	5,00	7,60	1,67	1,33	0,10
Raigrás (Maíz SR)	5,73	0,081	20,40	1,77	23,33	3,67	8,00	1,83	1,43	0,10
Raigrás (Soja SR)	5,70	0,085	18,73	1,70	19,50	2,67	7,60	1,80	1,37	0,13
Raigrás (Moha SR)	5,67	0,073	18,70	1,60	19,97	3,67	7,43	1,53	1,20	0,10
Raigrás (Maíz CR)	5,67	0,079	17,93	1,77	17,17	4,00	7,70	1,40	1,20	0,10
Raigrás (Soja CR)	5,60	0,080	18,97	1,67	22,37	6,33	7,63	1,50	1,23	0,10
Raigrás (Moha CR)	5,63	0,084	18,03	1,80	17,37	6,00	7,90	1,97	1,33	0,10

Propiedad	Denominación	Método
pH	pH actual	Potenciométrico, Suelo/Agua 1:2,5
CE	Conductividad eléctrica del suelo	Potenciométrico, Suelo/Agua 1:2,5
C	Carbono orgánico	Combustión húmeda
N	Nitrógeno orgánico total	Combustión húmeda
Pe	P extractable	pH < 7 Bray y Kurtz N°1 pH > 7 Olsen
S-SO ₄	S de sulfatos	Turbidimétrico
Ca, Mg, Na, K	bases de cambio	Saturación de amonio

Fuente: Laboratorio de Gestión Ambiental de Suelos y Aguas. INTA Estación Experimental Pergamino.

Cuadro 2. Temperaturas medias, precipitaciones y días con heladas, históricas y durante el ensayo de verdes de invierno en secuencias de cultivos. Entre paréntesis se indican los milímetros (mm) aplicados como riego.

Año 2010.

		MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Temperaturas medias (°C)	2010	21,3	15,5	13,3	10,1	8,2	8,6	13,5
	1967/2009	20,3	16,7	13,4	10,1	9,8	11,2	13,4
Precipitaciones (mm)	2010	35,4	60,5 (40)	75 (80)	8,2	24	0,3 (45)	87
	1910/2009	127	98	58	38	36	40	54
Días con heladas	2010	0	0	1	3	13	14	0
	1967/2009	0	0,2	2	5,5	7,1	5	2,1

Fuente: Agrometeorología INTA Pergamino.

Se protegieron los cultivos con insecticidas de contacto en la implantación con 0,250 l.ha⁻¹ de la mezcla thiametoxam (SC 14,1%) + lambdacihalotrina (SC 10,6%) y no fue necesario controlar insectos en posemergencia del cultivo. Previo a la implantación de los verdeos, se aplicó glifosato a dosis de 4,2 l.ha⁻¹ (SL 48%) en dos aplicaciones y, como herbicida posemergente de los cultivos, 0,120 l.ha⁻¹ de dicamba (SL 48%) + 0,67 g.ha⁻¹ de metsulfurón metil (WG 60 %).

Se llevó a cabo un recuento de macollos al mes de la siembra y se muestrearon ambos cultivos para acumulación de forraje, aproximadamente cada vez que se alcanzó la acumulación techo (estimativamente cada 500-600°C día). Para ello se tomaron dos muestras de 1 m² (1 x 1 m) por unidad experimental. Luego el forraje de toda la parcela se cortaba con una motosegadora a la altura de corte de 3 cm. Las muestras se pesaron en fresco a campo y luego se llevaron a laboratorio para determinar materia seca (MS) mediante el uso de estufa para obtener la diferencia de peso entre el material fresco y el seco, y nitrógeno (N) del forraje a través del método Kjeldahl. Los datos obtenidos se expresan en kg MS.ha⁻¹ y en g N x kg MS, respectivamente. Para calcular el porcentaje de proteína bruta (PB) se multiplica el porcentaje de N por el factor 6,25.

Las condiciones climáticas, durante los meses en los cuales se desarrolló el ensayo, pueden visualizarse en el Cuadro 2. En general, fue un período favorable para el crecimiento de los verdeos, con adecuadas precipitaciones y temperaturas medias normales, si bien el número de heladas fue mayor en julio y agosto, superando a los promedios históricos.

El seguimiento del ensayo finalizó el día 13 de septiembre debido a que debe sembrarse maíz, como parte del plan diseñado en la secuencia de cultivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación de forraje y contenido de materia seca por corte

Se efectuaron cuatro cortes en el cultivo de avena y cinco en el raigrás anual en el período considerado. El recuento de macollos realizado al mes de la siembra, las fechas en las cuales se produjeron los cortes y la acumulación de forraje obtenida se expresan en los Cuadros 3 y 4.

Lo primero que se debe indicar es la diferencia entre las dos especies en la ocurrencia del primer corte. Mientras que en la avena se efectuó a los 57 días desde la siembra, en el raigrás anual se realizó a los 78 días. Esto coincide con los trabajos de muchos investigadores, como por ejemplo Tomaso (2009), que señala a la avena como un cultivo de rápido crecimiento inicial en comparación a otros verdeos de invierno. A medida que fue transcurriendo el tiempo, la producción de forraje se fue emparejando y los cortes se equilibraron, a tal punto que el raigrás anual superó a la avena en el número de cortes (Cuadros 3 y 4).

Esto explica el comportamiento característico del raigrás anual, cuyo máximo aprovechamiento se logra desde fines del invierno hasta la primavera avanzada, tal como lo indican Amigone y Tomaso (2007). Cabe destacar que en el cultivo de avena, especialmente al inicio del ensayo, hubo presencia de roya de la hoja (*Puccinia coronata avenae*). Por otro lado, para el caso del raigrás anual, en las parcelas cuyo antecesor fue moha hubo malezas de verano, las cuales fueron disminuyendo su presencia luego del primer corte, principalmente por las bajas temperaturas y la competencia que ejerce el raigrás anual.

Cuadro 3. Recuento de macollos y acumulación de forraje (kg MS.ha⁻¹) en el cultivo de avena en el ensayo de secuencias de cultivos. Letras distintas y/o de distinto tamaño indican diferencias significativas, entre antecesores y/o efecto riego respectivamente, siendo la interacción riego x antecesor no significativa en todos los casos ($p < 0,05$).

Riego	Antecesor	Nº de macollos/m ²	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
			27/04/2010	01/06/2010	06/07/2010	13/09/2010
			Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹
Con riego	Maíz	248	818,77 A	896,92 B	899,67 A	2.515,67 A
Con riego	Moha	229	1.548,4 A	1.231,72 A	1.039,33 A	2.454,33 A
Con riego	Soja	260	1.222,27 A	1.111,27 A	871,67 A	2.277,67 A
Sin riego	Maíz	298	820,89 A	615,47 b	780,33 A	2124 A
Sin riego	Moha	273	1.022,74 A	890,61 a	1.027,67 A	1925 A
Sin riego	Soja	300	1.079,03 A	786,63 a	963 A	1.767,67 A

Cuadro 4. Recuento de macollos y acumulación de forraje (kg MS.ha⁻¹) en el cultivo de raigrás anual en el ensayo de secuencias de cultivos. Letras distintas y/o de distinto tamaño indican diferencias significativas, entre antecesores y/o efecto riego respectivamente, siendo la interacción riego x antecesor no significativa en todos los casos ($p < 0,05$).

Riego	Antecesor	Nº de macollos/m ²	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
			18/05/2010	10/06/2010	08/07/2010	10/08/2010	13/09/2010
			Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹	Kg MS.ha ⁻¹
Con riego	Maíz	537	836,42 A	649,11 B	1.332,05 B	1.582,8 A	2.231,64 A
Con riego	Moha	486	957,22 A	1.044,31 A	1.431,84 A	1.418,35 A	2.108,24 A
Con riego	Soja	648	1.174,83 A	1.158,6 A	1.396,61 A	1.604,11 A	2.302,53 A
Sin riego	Maíz	492	727,64 A	424,9 B	864,32 B	1.158,55 A	2.118,12 A
Sin riego	Moha	717	808,3 A	796,83 A	1.371,54 A	1.260,63 A	2.186,56 A
Sin riego	Soja	521	771,07 A	652,03 A	1.235,47 A	1.396,49 A	1.934,8 A

En referencia al análisis estadístico, es importante destacar que en el primer corte los cultivos fueron evaluados en conjunto. En este caso, el coeficiente de variación (cv) fue elevado (17,61%). Existen diferencias significativas comparando la acumulación de forraje de

ambos verdeos (1.085 y 879 ± 41 kg MS.ha⁻¹, como medias \pm error estándar de las medias para avena y raigrás anual respectivamente). En Balcarce, Brizuela (2000) en el año 1998, también obtuvo acumulaciones de forraje mayores en la avena respecto a raigrás anual en el primer corte y para una fecha de siembra similar a la de este ensayo. En Marcos Juárez, Amigone y col. (2005), determinaron que en el primer corte, las avenas de ciclo largo, entre ellas Violeta INTA, alcanzaron 2.300 kg MS.ha⁻¹ en un promedio de cuatro años, mientras que en raigrás anual las variedades tetraploides, como Caleufú PV INTA, sólo llegaron a producir 1.400 kg MS.ha⁻¹ en el primer corte, en un promedio de tres años. Por otro lado, no hubo diferencias significativas en cuanto al tratamiento con y sin riego como tampoco por el cultivo antecesor.

Para el resto de los cortes, los cultivos fueron analizados por separado en cada una de las fechas. En la avena pueden observarse diferencias significativas en el segundo corte, a fines del otoño, considerando tanto el efecto riego como el cultivo antecesor (Cuadro 3). Haciendo énfasis en esto último, en las parcelas donde hubo maíz la acumulación de forraje fue menor, presumiblemente porque la avena competía por el nitrógeno edáfico con los organismos descomponedores. La incorporación de este voluminoso rastrojo con alta relación C/N genera la inmovilización del nitrógeno del suelo, que es utilizado para elaborar biomasa microbiana, reduciendo temporariamente la disponibilidad de este elemento para el crecimiento del cultivo (Maddonni y col., 2008). Para el caso del raigrás anual existieron diferencias significativas teniendo en cuenta el cultivo antecesor en el segundo y tercer corte, en los meses de junio y julio, donde fueron también las parcelas con maíz como precedente las que mostraron las menores acumulaciones de forraje (Cuadro 4). Era visible en el raigrás anual, como síntoma de este suceso, un color más clorótico en su follaje.

En los últimos cortes se observa, en general, una elevada acumulación de forraje en las dos especies. No se produjeron diferencias significativas entre tratamientos de riego y antecesor.

Analizando el porcentaje de materia seca de la avena y del raigrás anual a lo largo del experimento (Figuras 2 y 3) se puede observar que se produce una disminución durante el final del otoño y comienzos del invierno, con un posterior aumento hacia fines del invierno y finalmente, para el caso del raigrás anual, se produjo una caída a mediados de septiembre. Esta fluctuación en el contenido de materia seca del forraje coincide con lo determinado por Bertín y Scheneiter (2007), quienes indican que la avena presenta los menores valores en mayo coincidente con altas tasas de crecimiento, baja acumulación de material muerto, alta humedad en el suelo, baja demanda atmosférica de humedad y temperaturas frescas. Posteriormente, el contenido de agua del forraje se incrementa conforme disminuye la humedad en julio y agosto, con bajas tasas de crecimiento en pleno invierno, con heladas frecuentes y ocasional acumulación de material muerto. Para el caso del raigrás anual, estos autores determinaron que los menores valores se presentan en junio, por las mismas razones ambientales que la avena. El contenido de materia seca se eleva en ambos verdeos, desde momentos próximos al estado reproductivo hasta el final de sus ciclos. En Bordenave, Tomaso (2000), analizando los promedios de 30 años de ensayos, estableció que el primer corte es el que menos porcentaje de materia seca presenta, aumentando en forma sostenida en los sucesivos cortes.

Acumulación de forraje total

Teniendo en cuenta los datos de acumulación de forraje total, luego del último corte (Figuras 4 y 5), tanto en avena como en raigrás anual, se observa que los tratamientos que

presentan diferencias significativas por debajo del resto fueron aquellos en los cuales el antecesor fue el maíz, independientemente que sea con riego o en seco. Al comparar ambos verdeos de invierno, el raigrás anual superó significativamente a la avena (6.496 y 5.115 ± 100 kg MS.ha⁻¹, como medias \pm error estándar de las medias para raigrás anual y avena respectivamente).

Para establecer comparaciones, en el año 2009 en Pergamino y como parte de la red de evaluación de cultivares de raigrás anual, se indicó que el material Calefú PV INTA alcanzó una producción de 7.817 kg MS.ha⁻¹ para las estaciones de otoño e invierno (Méndez, 2010), destacando como principal diferencia que en la red el experimento fue con laboreo del suelo antes de la siembra, con las ventajas y desventajas que implica este sistema. Para el caso de la variedad de avena Violeta INTA, se puede mencionar que en Marcos Juárez, Amigone y col. (2008) en los años 2006 y 2007, bajo condiciones de seco, midieron una producción acumulada de 5.180 y 4.535 kg MS.ha⁻¹, respectivamente para los dos años de evaluación. Por su parte, Borrajo (2009), en la EEA INTA Mercedes, estableció para la misma variedad cultivada una producción de 5.558 kg MS.ha⁻¹, en cuatro cortes entre junio y octubre de 2008, sin utilización de riego. Estos antecedentes nos indican que los resultados de este ensayo de secuencias de cultivos, fueron de acuerdo a lo esperado y conforme a los obtenidos en otros años y otros ambientes.

Contenido de nitrógeno del forraje

Los datos de contenido de nitrógeno en avena y raigrás anual se indican en los Cuadros 5 y 6 respectivamente.

Los resultados de nitrógeno en planta indican, para el caso de la avena, que existieron diferencias significativas en el primer y en el último corte, con respecto al cultivo antecesor.

En el mes de abril fueron las parcelas con antecesor maíz las que tuvieron menor contenido de nitrógeno en el forraje, mientras que en septiembre eso ocurrió con el maíz y la soja como cultivos precedentes. En el tercer corte de este verdeo, si bien hubo un efecto significativo

Cuadro 5. Contenido de nitrógeno (g N x kg MS) en el cultivo de avena, en cuatro cortes en el ensayo de secuencias de cultivos. Letras distintas y/o de distinto tamaño indican diferencias significativas, entre antecesores y/o efecto riego respectivamente, siendo la interacción riego x antecesor no significativa en todos los casos ($p < 0,05$).

Riego	Antecesor	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte
		27/04/2010	01/06/2010	06/07/2010	13/09/2010
		N (g/kg MS)	N (g/kg MS)	N (g/kg MS)	N (g/kg MS)
Con riego	Maíz	30,65 B	34,40 A	38,46 a	29,85 B
Con riego	Moha	37,45 A	41,25 A	44,30 a	37,95 A
Con riego	Soja	35,52 A	39,52 A	43,33 a	32,87 B
Sin riego	Maíz	31,72 B	38,32 A	44,80 A	31,72 B
Sin riego	Moha	37,69 A	40,46 A	43,67 A	38,21 A
Sin riego	Soja	37,46 A	40,67 A	45,80 A	32,39 B

Cuadro 6. Contenido de nitrógeno (g N x Kg MS) en el cultivo de raigrás anual, en cinco cortes en el ensayo de secuencias de cultivos. Letras distintas y/o de distinto tamaño indican diferencias significativas, entre antecesores y/o efecto riego respectivamente, siendo la interacción riego x antecesor no significativa en todos los casos ($p < 0,05$).

Riego	Antecesor	1º corte	2º corte	3º corte	4º corte	5º corte
		18/05/2010	10/06/2010	08/07/2010	10/08/2010	13/09/2010
		N (g/kg MS)	N (g/kg MS)	N (g/kg MS)	N (g/kg MS)	N (g/kg MS)
Con riego	Maíz	19,51 C	35,47 A	38,27 A	32,17 A	26,15 A
Con riego	Moha	28,22 A	41,31 A	39,13 A	31,63 A	29,59 A
Con riego	Soja	24,90 B	37,50 A	37,97 A	33,10 A	25,67 A
Sin riego	Maíz	18,84 C	40,46 A	40,97 A	33,13 A	30,33 A
Sin riego	Moha	28,46 A	41,66 A	43,17 A	35,13 A	33,71 A
Sin riego	Soja	25,82 B	42,19 A	43,07 A	33,97 A	31,62 A

sobre el contenido de nitrógeno por acción del riego, que favoreció la incorporación de este nutriente a la planta, desde el punto de vista biológico no es importante la diferencia, ya que son valores muy altos en todos los casos (Cuadro 5).

En cuanto al raigrás anual las diferencias significativas por efecto del cultivo antecesor se dieron sólo en el primer corte, mientras que el riego no tuvo consecuencias sobre el nitrógeno en planta. Las parcelas con antecesor moha fueron las que mayor contenido de nitrógeno presentaron, superando a las de soja, y éstas, a su vez, a las de maíz (Cuadro 6). En este último caso, esos bajos valores serían explicables por la competencia de nitrógeno en el suelo entre los residuos del maíz, recolectado para silaje el 15 de febrero, y los requerimientos del verdeo. En el caso del raigrás anual con antecesor moha, cortada para heno el 8 de enero, el alto contenido de nitrógeno en planta podría ser explicado por la liberación de este cultivo de verano antes que la soja, recolectada para silaje el 25 de febrero, generando en el primer caso un barbecho de casi dos meses.

Es posible observar la variación de los niveles de nitrógeno en planta, y por lo tanto los de proteína bruta (PB), a lo largo del ensayo, tanto para la avena como para el raigrás anual, produciéndose un pico de concentración excesivamente alto en los meses de junio y julio (21-28% PB), superando a los valores de otoño (12-23% PB) y fines de invierno (15-23% PB). Esto difiere de lo encontrado en la bibliografía. Por ejemplo, Ceconi y col. (2006), especialmente para el caso del raigrás anual, obtuvieron los mayores porcentajes de proteína bruta en otoño y luego se produjo una caída hacia los meses de invierno. Por otro lado, Altuve y Bendersky (2005), encontraron, también para raigrás anual, los mayores valores de proteína bruta en el mes de junio, con una posterior disminución hasta septiembre. Para el caso de la avena, Tomaso (2000), luego de 30 años de investigación, concluyó que los mayores valores de nitrógeno y proteína bruta se logran en el primer aprovechamiento

(alrededor de abril), y que esas concentraciones decaen en el segundo y tercer corte. En los datos de los Cuadros 5 y 6 los elevados niveles de nitrógeno en planta sostenidos, y aún más altos en invierno, podrían explicarse por las altas dosis de fertilizantes nitrogenados aplicados en este ensayo y las menores acumulaciones de forraje (Cuadros 3 y 4) debido a las bajas temperaturas de ese período (Cuadro 2).

CONCLUSIONES

- La avena y el raigrás anual son dos verdeos de invierno importantes a tener en cuenta para planificar una secuencia de cultivos forrajeros en la región pampeana húmeda tanto en seco o con riego, complementados con un alto aporte de nutrientes a través de la fertilización, logrando una elevada acumulación de forraje en la estación con menos horas de luz, más fría y seca del año.
- La avena acumuló más forraje y más rápidamente en el primer uso que el raigrás anual. Este último superó a la avena en número de cortes y en forraje acumulado total en el período otoño-invierno.
- La acumulación de forraje de los verdeos de invierno fue afectada por el cultivo estival antecesor, mientras que, por las condiciones climáticas favorables durante el ensayo, no fue determinante el riego. La avena y el raigrás anual en las parcelas donde hubo maíz para silaje en el verano previo, presentaron menores acumulaciones de forraje y menor nitrógeno en planta, especialmente en los primeros aprovechamientos.

BIBLIOGRAFÍA

ALTUVE, S. y BENDERSKY D. 2005. Producción y calidad de forraje de raigrás anual en Mercedes, Corrientes. Noticias y comentarios N° 401. INTA Mercedes. Argentina. 4 p.

http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/28-raigras_corrientes.pdf

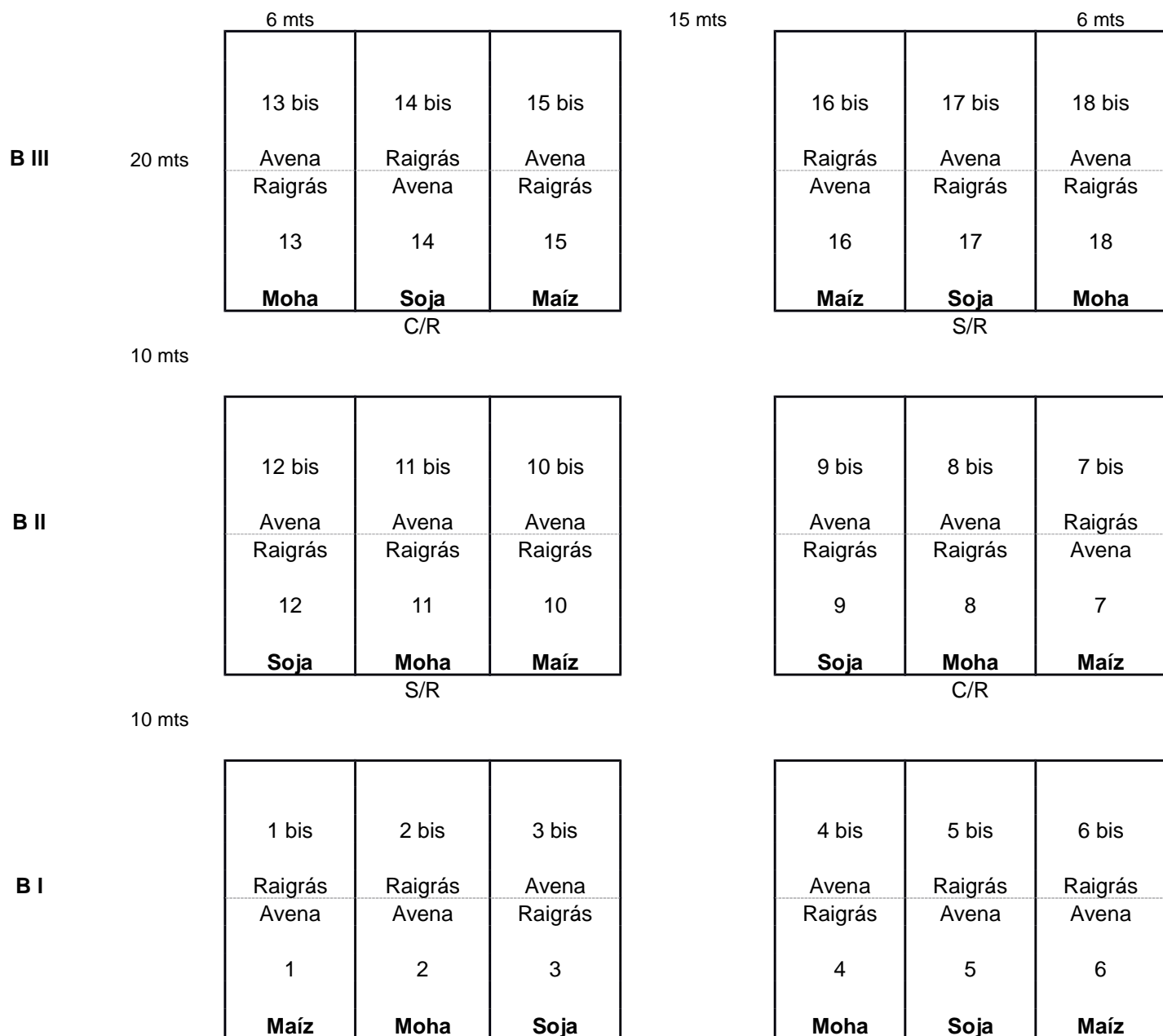
- AMIGONE, M. A.; KLOSTER, A.; NAVARRO, C. y BERTRAM, N. 2005. Elección de cultivares e implantación de verdeos de invierno. En: Verdeos de alta productividad para optimizar la cadena forrajera. Información para extensión N° 96. INTA Marcos Juárez. Argentina. pp. 5-14.
- AMIGONE, M. A.; KLOSTER, A. M.; NAVARRO, C. y BAINOTTI, C. 2008. Forrajeras anuales de invierno. Producción de forraje en el sudeste de Córdoba. Información para extensión N° 120. INTA Marcos Juárez. Argentina. 11 p.
- AMIGONE, M. A. y TOMASO, J. C. 2006. Principales características de especies y cultivares de verdeos invernales. Información para extensión N°103. INTA Marcos Juárez. Argentina. 11 p.
- AMIGONE M. A. y TOMASO J. C. 2007. Principales características de avenas y raigrases. Argentina. 3 p.
- http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/29-avena_raigrases.pdf
- BERTÍN, O. D. y SCHENEITER, J. O. 2007. Los verdeos de invierno como recursos forrajeros en la producción de carne. 7º jornadas nacionales de cría bovina intensiva. Venado Tuerto, Santa Fe. Argentina. pp. 17-20.
- BRIZUELA, M. A. 2000. Rendimiento de forraje de verdeos de invierno en siembras escalonadas en el SE bonaerense, Argentina. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Montevideo, Uruguay. 4 p.
- http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/09-rendimiento_forrajero_verdeos.htm
- BORRAJO, C. 2009. Comportamiento de variedades de avena y raigrás anual durante el 2008. Noticias y comentarios N° 441. INTA Mercedes. Argentina. 7 p.

- CECONI, I.; ELIZALDE J. C. y AGNUSDEI, M. 2006. Variación diurna de los componentes de la materia seca del raigrás anual (*Lolium multiflorum L.*). REV. ARG. PROD. ANIM. 26 (Sup.1). pp. 106-107.
- KLOSTER, A. M. y AMIGONE, M. A. 2005. Utilización de verdeos de invierno bajo pastoreo en invernada. En: Verdeos de alta productividad para optimizar la cadena forrajera. Información para extensión N° 96. INTA Marcos Juárez. Argentina. pp. 15-24.
- MADDONNI, G.; VILARIÑO; P. y GARCÍA DE SALAMONE, I. 2008. Dinámica de los nutrientes en el sistema suelo-planta. En: Satorre, E.; Benech Arnold, R.; Slafer, G.; De la Fuente, E.; Miralles, D.; Otegui, M. y Savin, R. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. 3º reimpresión. (Cap. 17). Buenos Aires. Argentina. pp. 441-477.
- MÉNDEZ, D. 2010. Avances en Raigrás. Red de evaluación de cultivares de raigrás. Año 1. N°1. Estación Experimental Agropecuaria INTA General Villegas. Argentina. 26 p.
- ROSSANIGO, C.; ARANO, A. y RODRÍGUEZ VÁZQUEZ, G. 2010. Stock 2010 del ganado bovino. Mapas de existencias e indicadores ganaderos. Información técnica N°178. INTA San Luis. Argentina. 16 p.
- TOMASO, J. C. 2000. Cereales forrajeros de invierno. Calidad del forraje. INTA Bordenave. Argentina.
- <http://verdeos.sitesled.com/calidad.htm>
- TOMASO, J. C. 2009. Cereales forrajeros de invierno: producción de materia seca, manejo del cultivo, cadenas de verdeos. Producir XXI. N°17 (208). Buenos Aires. Argentina. pp. 37-46.
- http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/51-verdeos.pdf

VENTIMIGLIA, L. 2006. Pautas para mejorar la producción ganadera a través de los verdeos y las pasturas polifíticas. En: Experimentación en campos de productores. Resultados de experiencias de la campaña 2005-2006. INTA 9 de Julio. Argentina. pp. 11-19.

ANEXO

Figura 1. Plano del ensayo de verdeos de invierno en secuencias de cultivos (B: bloque; S/R: sin riego; C/R: con riego). INTA Pergamino. Año 2010.



S/R

15 mts

C/R