

Producción y persistencia de una mezcla de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) bajo intensidades y frecuencias de pastoreo contrastantes

KLOSTER, A.M.¹; ZURBRIGGEN, G.A.¹

RESUMEN

La mezcla binaria de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) tiene amplia difusión en la región pampeana debido a su buena productividad y complementariedad. No obstante el manejo de la frecuencia e intensidad de defoliación resulta clave para mantener un balance estable entre especies. El objetivo del trabajo fue analizar la producción y persistencia de la mezcla bajo distintas frecuencias e intensidades de pastoreo, e identificar estrategias que mejoren el aporte otoño-invernal de festuca. La experiencia se llevó a cabo en la EEA INTA Marcos Juárez, sobre un suelo argiudol típico, sin limitantes. La pastura, sembrada con 10 kg de alfalfa y 8 kg de festuca alta por hectárea, fue sometida durante 23 meses a cuatro tratamientos resultantes de la combinación de dos intensidades (I) y dos frecuencias de defoliación (F), con tres repeticiones. Las I fueron asignaciones de 34,5 y 23,0 g MS/kg de p.v. para I1 e I2 respectivamente y las sumas térmicas de 350°Cd y 450°Cd correspondieron a F1 y F2. Las combinaciones I2/F1; I1/F1; I2/F2 e I1/F2 generaron I+F+, I-F+, I+F- e I-F-, respectivamente. Se realizó un pastoreo “put and take” de 7 días de ocupación y se estimó la biomasa pre y postpastoreo mediante 10 cortes manuales, con separación de especies. Se calculó para otoño-invierno (OI) y primavera-verano (PV) el consumo/ha de MS de cada componente. Se estimó cobertura basal (CB) otoñal anual utilizando un retículo metálico sobre transectas con seis estaciones de lectura. Para el análisis estadístico se utilizó el GLM de SAS. Durante OI, la biomasa de alfalfa fue superior en I+F- e I-F- en ambos ciclos. Para festuca alta fue consistente su mayor biomasa en I-F+ y hubo menores relaciones alfalfa/festuca en I+F+ e I-F+. En consumo/ha, en OI, existieron diferencias para alfalfa a favor de I+F-, pero no para festuca alta ($p=0,27$) ni para la mezcla ($p=0,12$). Durante PV, la biomasa de festuca fue mayor en I-F+ en ambos ciclos. Para alfalfa, en el segundo ciclo, no hubo diferencias en biomasa, aunque para el periodo completo fue mayor en I-F-. En consumo/ha, existieron diferencias a favor de I+F+ para alfalfa y para la mezcla, mientras que en festuca este no presentó diferencias entre I+F+, I-F+ y I+F-, siendo más bajo en I-F-. Para el periodo completo tomando ambas estaciones, el consumo/ha fue mayor en I+F+ ($p<0,01$). Respecto a CB, hubo diferencias en alfalfa a partir del primer año, con menores valores en I+F+ e I-F+ ($p=0,03$). En festuca, las diferencias aparecieron al final del periodo, superando I-F+ a I+F- ($p<0,01$). Se concluye que pastoreos frecuentes y laxos lograron una buena participación de la gramínea en la biomasa prepastoreo. El uso de diferentes intensidades y frecuencias de pastoreo tuvo bajo impacto sobre la producción primaria en OI. Durante PV y el periodo total, I+F+ generó el mayor consumo/ha en ambas especies, mostrando una adaptación de la festuca a pastoreos intensos.

Palabras clave: pasturas mixtas, gramíneas, leguminosas, defoliación, biomasa, consumo, cobertura basal.

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Marcos Juárez, CC.21, 2580 Marcos Juárez (Córdoba). Correo electrónico: kloster.andres@inta.gob.ar

ABSTRACT

The mixture of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) is widely adopted in the Pampas Region due to its good productivity and complementarity. However, the management of the frequency and intensity of defoliation is critical in order to maintain a stable balance between species. The objectives of this work were to analyze the production and persistence of the mixture under different frequencies and intensities of grazing, and to identify strategies that might improve the autumn-winter fescue production. The experimental work was carried out at the EEA INTA Marcos Juárez (Córdoba, Argentina), on a typical argiudol soil, without limitations. The pasture, sown with 10 kg of alfalfa and 8 kg of tall fescue per hectare, received during 23 months four treatments resulting from the combination of two intensities (I) and two frequencies (F) of grazing, with three plot replications. The I were allowances of 34.5 and 23.0 g DM.kg⁻¹ of l.w. for I1 and I2 respectively and the thermal sums of 350°Cd and 450°Cd were F1 and F2. The combinations I2/F1; I1/F1; I2/F2 and I1/F2 conformed I+F+, I-F+, I+F- and I-F-, respectively. A put and take grazing system of 7 days of occupation was performed and the pre and post grazing biomass was estimated by 10 manual cuts, with species separation. The intake of DM.ha⁻¹ of each component was calculated for autumn-winter (AW) and spring-summer (SS) grazing seasons. Basal cover (BC) was estimated in autumn of each year using a metal reticule on transects with six observation stations. SAS GLM was used for statistical analysis. During AW, alfalfa biomass was higher in I+F- and I-F- for both cycles. For tall fescue, the highest biomass was reached in I-F+, and the lowest alfalfa/fescue ratios were in I+F+ and I-F+. Regarding intake.ha⁻¹, in AW, differences were detected for alfalfa in favor of I+F-, but not for tall fescue ($p=0.27$) or the mixture ($p=0.12$). During SS, the biomass of fescue was higher in I-F+ for both cycles. Although for alfalfa no differences were observed in the second cycle, I-F- was higher during the whole period. In intake.ha⁻¹, there were differences in favor of I+F+ for alfalfa and the mixture, whereas fescue did not show differences between I+F+, I-F+ and I+F-; however, I-F- values were lower than the others. For the whole period considering both seasons, intake.ha⁻¹ was higher in I+F+ ($p<0.01$). In regards to BC, there were differences for alfalfa early in the first year, with the lowest values for I+F+ and I-F+ ($p=0.03$). On the other hand, for tall fescue, differences appeared at the end of the period, I-F+ overcoming I+F- ($p<0.01$). It was concluded that frequent and lax grazing achieved good grass participation in pre-grazing biomass. The use of different intensities and frequencies of grazing had low impact on primary production in AW. During SS and the total period, I+F+ generated the highest biomass intake.ha⁻¹ in both species, showing good plasticity of tall fescue to intensive grazing.

Keywords: mixed pastures, grass, legume, defoliation, biomass, consumption, basal cover.

INTRODUCCIÓN

El uso de pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas es una estrategia muy apropiada para lograr sistemas sustentables gracias a la sustitución de fertilizantes por la fijación biológica de N, a la reducción del riesgo de lixiviación debido a su captación por parte de las gramíneas (Laidlaw y Teuber, 2001), a su buena adaptación frente a la mayor variabilidad climática (Lüscher *et al.*, 2014) y al aporte a las propiedades físicas del suelo por parte del sistema radical de las gramíneas. En la región pampeana norte, la mezcla binaria de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) tiene amplia difusión debido a su buena productividad y complementariedad (Romero, 2011), atribuibles a la ocupación de diferentes nichos ecológicos (Haynes, 1980). Además, la inclusión de festuca constituye una medida para reducir el riesgo de meteorismo espumoso, aunque debe combinarse con otras alternativas de control (Bretschneider, 2010).

A pesar de dichas ventajas, la diferente respuesta a la defoliación de ambas especies afecta la estabilidad de

la composición botánica de la mezcla, transformando al manejo de la intensidad y frecuencia de pastoreo en una herramienta clave para mantener un balance estable entre gramíneas y leguminosas (Haynes, 1980). Para tales fines, Hoveland (1997) propone el uso de estrategias que favorezcan al componente más frecuentemente perjudicado. En este sentido, se han realizado trabajos orientados a evaluar los efectos de distintas frecuencias de defoliación en diferentes estaciones que permitan mejorar el aporte de las gramíneas a la producción primaria (Scheneiter *et al.*, 2006; Kloster *et al.*, 2013). No obstante, es escasa la información acerca del efecto combinado de frecuencias e intensidades de pastoreo en ensayos de larga duración con este tipo de asociación.

El objetivo del presente trabajo fue analizar la producción estacional por especie y la evolución de la cobertura basal (CB) de una mezcla de alfalfa y festuca alta durante dos años de aprovechamiento bajo diferentes combinaciones de frecuencias e intensidades de defoliación. A su vez, se propuso identificar estrategias de manejo del pastoreo que

aumenten la producción otoño invernal de festuca, en un intento de mejorar su aporte durante dicha estación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en la EEA INTA Marcos Juárez sobre un suelo argiudol típico, serie Marcos Juárez, franco-limoso, profundo, bien drenado y sin limitaciones de uso. El clima es templado con una temperatura media anual de 17 °C y precipitaciones medias anuales de 885 mm (INTA-SEAG Córdoba, 1978).

La mezcla, compuesta por 10 kg/ha de alfalfa grupo 10 de latencia (cv CW1010) y 8 kg/ha de festuca alta tipo Norte de Europa (cv El Palenque Plus), fue sembrada en otoño de 2009 bajo un sistema de siembra directa con un arreglo espacial en líneas por especie, cruzadas a 90° y con 19 cm de distancia entre surcos. La pastura fue dividida en 12 parcelas de 0,25 ha y cumplido el año de implantación, en otoño de 2010, fue sometida durante 23 meses (ciclos 2010-11 y 2011-12) a cuatro tratamientos resultantes de la combinación de dos intensidades (I) y dos frecuencias de defoliación (F), con tres repeticiones espaciales. Las I se fijaron como asignaciones de 34,5 y 23,0 g MS/kg de peso vivo animal para I1 e I2 respectivamente, mientras que las F correspondieron a sumas térmicas en grados días ($^{\circ}\text{Cd}$) de 350 $^{\circ}\text{Cd}$ y 450 $^{\circ}\text{Cd}$ para F1 y F2, tomando 5 °C como temperatura base. Las combinaciones I2/F1; I1/F1; I2/F2 y I1/F2 constituyeron I+F+, I-F+, I+F- e I-F-, respectivamente (tabla 1).

Los pastoreos fueron realizados bajo un sistema "put and take", en donde cada parcela fue una unidad indivisa en la cual se realizó un pastoreo intermitente con periodos de ocupación de alrededor de una semana, previendo el retiro de los animales con precipitaciones superiores a los 10 mm. Los animales utilizados fueron novillos del rodeo general de la EEA Marcos Juárez, pesados previo al ingreso a la parcela, definiendo el número de cabezas acorde a la asignación definida por el tratamiento.

	I+F+	I-F+	I+F-	I-F-
Asignación (g MS/kg pv)	23	34,5	23	34,5
Frecuencia ($^{\circ}\text{Cd}$)	350	350	450	450

Tabla 1. Resumen de tratamientos.

Fuente: elaboración propia.

En cada parcela (unidad experimental), de 0,25 ha, se estimó la biomasa previa y posterior al pastoreo mediante muestras compuestas por 10 cortes manuales, de 0,25 m², a 3-4 cm del suelo con separación *in situ* de ambos componentes. Por diferencia entre la disponibilidad previa al pastoreo y el remanente a la salida de los animales, se estimó el consumo/ha de MS de cada especie y de la mezcla. A su vez, este valor fue utilizado como medida de rendimiento de la pastura, ya que el nivel de consumo representa la biomasa efectivamente aprovechada por el animal y por lo tanto la performance predecible de distintas estrategias o sistemas de utilización de pasturas (Orr *et al.*, 1988).

Adicionalmente, durante el otoño de cada año (2010, 2011 y 2012) del ensayo se realizó la estimación de la CB de alfalfa y de festuca, por combinación de lectura visual y palpación manual utilizando un retículo metálico de 60x60 cm con cuadrantes de 10x10 cm colocados sobre transectas con seis estaciones equidistantes de lectura por parcela.

Las precipitaciones ocurridas durante el ensayo y las temperaturas medias se presentan en la tabla 2.

El análisis de las variables se realizó dividiendo cada ciclo anual en otoño-invierno (OI, media 176 d) y primavera-verano (PV, media 170 d). Para I+F+ e I-F+ se realizaron cuatro pastoreos durante OI y cinco durante PV, mientras que en I+F- e I-F- fueron tres y cinco para OI y PV, respectivamente. Debido a la falta de sincronismo exacto entre pastoreos, la variable de consumo/ha estacional fue ajustada por un factor de corrección en función de los días de diferencia entre cortes. Las variables fueron sometidas al ANVA utilizando el PROC GLM de SAS (SAS, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo OI (tabla 3), la biomasa media pre-pastoreo de alfalfa presentó diferencias significativas entre tratamientos en los dos ciclos ($p=0,05$ y $0,03$), siendo superior en los tratamientos con descansos largos (I+F- e I-F-). Por un lado, este comportamiento fue esperable por la mayor duración del periodo de expansión del canopeo y la cantidad de radiación interceptada (Mendoza Pedroza *et al.*, 2010), y por otro lado, por la mayor cantidad de C y N trasladado hacia las coronas que permiten una mayor velocidad inicial de rebrote (Teixeira *et al.*, 2007c).

Para festuca alta, fue consistente su mayor biomasa media pre-pastoreo en I-F+, lo que responde a la recomendación de pastoreos frecuentes y laxos para esta especie (Romero y Juan, 1997; Scheneiter *et al.*, 2006), cuyo re-

Ciclo	Registro	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Total
2010-2011	Precip. (mm)	49	92	47	3	1	1	83	47	49	118	117	129	736
	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	23,6	17,4	10,6	11,3	9,5	10,8	14,9	16,5	21,3	23,9	24,6	22,6	17,3
2011-2012	Precip. (mm)	66	78	107	14	1	5	15	153	81	18	70	135	743
	Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	21,4	18,9	14,4	10,5	10,5	10,9	17	17,5	23	23,3	25,2	25,7	18,2

Tabla 2. Precipitaciones (mm) y temperaturas medias ($^{\circ}\text{C}$) durante el periodo del ensayo. Fuente: Agrometeorología EEA Marcos Juárez, INTA.

brote depende principalmente de la fotosíntesis inicial del área foliar remanente (Davies, 1988), alcanzando mejores rebrotes totales a partir de mayores remanentes (Matches, 1966).

Considerando la mezcla en su conjunto, en el primer año no se observaron diferencias significativas en biomasa ($p=0,27$). No obstante, en el segundo ciclo, se observó una tendencia a menores biomásas para el tratamiento I+F+ ($p=0,09$), que se tornó significativa al considerar el periodo completo. Esta menor biomasa prepastoreo de la mezcla para I+F+ se podría deber a la menor acumulación de radiación interceptada y a la eventual pérdida de individuos (Teixeira *et al.*, 2007b).

En consumo/ha de alfalfa, considerando ambos ciclos, hubo diferencias significativas ($p<0,01$) entre tratamientos,

a favor de I+F-. Esto indicaría que las mayores biomásas prepastoreo alcanzadas con menores frecuencias, combinadas con una baja asignación de forraje que permita elevadas eficiencias de aprovechamiento (alta intensidad) favorecen la productividad de esta especie durante OI, a pesar de tener un evento de pastoreo menos en cada ciclo con respecto a los tratamientos de mayor frecuencia.

No obstante, en este estudio, no se observaron diferencias significativas en el consumo/ha tanto para festuca alta como para la mezcla, excepto en el primer año que el consumo/ha de festuca mostró una tendencia a ser mayor en I+F+ ($p=0,09$). En condiciones similares, Kloster *et al.* (2013) tampoco encontraron diferencias a nivel de mezcla en la acumulación neta otoño-invernal de tres años al variar la frecuencia de pastoreo durante esta estación. A pesar de esta falta de diferencias productivas, merecen

Otoño-Invierno						
Item	I+F+	I-F+	I+F-	I-F-	EEM	p valor
2010-2011						
Biom. alfalfa	759 b	839 ab	972 ab	1.044 a	112	0,05
Biom. festuca	648 ab	776 a	567 b	514 b	72	<0,01
Biom. mezcla	1.407	1.615	1.539	1.558	122	0,27
Rel. alf/fes	1,19 bc	1,09 c	1,73 ab	2,05 a	0,29	<0,01
Cons. alfalfa	1.802	1.524	2.083	1.711	336	0,30
Cons. festuca	1.448 a	1.343 ab	933 ab	856 b	289	0,09
Cons. mezcla	3.250	2.867	3.016	2.567	485	0,42
2011-2012						
Biom. alfalfa	760 b	747 b	1.064 a	1.002 a	127	0,03
Biom. festuca	470 b	749 a	394 b	638 ab	132	0,04
Biom. mezcla	1.230 b	1.496 ab	1.458 ab	1.639 a	165	0,09
Rel. alf/fes	1,65 b	1,02 b	2,86 a	1,68 b	0,54	0,02
Cons. alfalfa	2.106 b	1.549 b	2.830 a	2.204 ab	347	<0,01
Cons. festuca	859	867	559	765	370	0,72
Cons. mezcla	2.965	2.416	3.399	2.968	470	0,16
2010-2012						
Biom. alfalfa	759 b	793 b	1.018 a	1.023 a	79	<0,01
Biom. festuca	559 b	763 a	480 b	576 b	94	0,03
Biom. mezcla	1.319 b	1.555 a	1.498 a	1.598 a	89	0,02
Rel. alf/fes	1,37 bc	1,05 c	2,17 a	1,84 ab	0,36	0,02
Cons. alfalfa	3.908 b	3.073 c	4.924 a	3.915 b	346	<0,01
Cons. festuca	2.307	2.210	1.492	1.621	567	0,27
Cons. mezcla	6.215	5.283	6.416	5.536	579	0,12

Tabla 3. Biomasa prepastoreo de alfalfa, de festuca y de la mezcla promedio de los eventos de pastoreo durante otoño-invierno (kg MS/ha), relación alfalfa/festuca de la biomasa prepastoreo; y consumo/ha de alfalfa, consumo/ha de festuca, consumo/ha de la mezcla acumulados en los eventos de pastoreo de la estación (kg MS/ha) en función de los tratamientos para otoño-invierno. Tratamientos: I+F+=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I-F+=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I+F-=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd e I-F-=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd.

Fuente: elaboración propia.

Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas ($p\leq 0,10$). EEM=Error estándar de la media.

destacarse las menores relaciones alfalfa/festuca alcanzadas con pastoreos frecuentes, que combinadas con otras estrategias puede reducir el riesgo de meteorismo (Davies *et al.*, 2001).

En el periodo PV (tabla 4), la biomasa de festuca fue significativamente mayor en I-F+ en ambos ciclos ($p < 0,01$), evidenciando la mejor respuesta de esta especie a pastoreos frecuentes y laxos (Scheneiter *et al.*, 2006), tal como ya fuera mencionado para el periodo OI. Respecto a la biomasa de alfalfa, a pesar de no existir diferencias significativas en el segundo ciclo ($p = 0,31$), al considerar el periodo completo (2010-2012) estas fueron significativas ($p < 0,01$) a favor de I-F-. Por su parte, la mezcla presentó mayores valores de biomasa para los tratamientos de ligera intensidad (I-F+ e I-F-).

Por un lado, en relación con los niveles de consumo primavera-verano, al tomar ambos ciclos (ciclo 2010-11 + ciclo 2011-12) existieron diferencias significativas a favor de I-F+ tanto para alfalfa ($p < 0,01$) como para la mezcla ($p < 0,01$), aun ante una disminución de su CB (tabla 6), lo cual muestra cierta capacidad de compensación de los componentes de rendimiento de la especie (Teixeira *et al.*, 2007a; Gosse *et al.*, 1988). Por otro lado, el consumo/ha de festuca no presentó diferencias entre I-F+, I-F+ e I-F-, alcanzando su menor valor en I-F-. Esta similitud en la producción de festuca resulta destacable ya que indicaría cierta plasticidad de la especie ante pastoreos primavera-estivales de relativa intensidad.

La adaptación de las gramíneas a pastoreos intensos depende principalmente de respuestas morfológicas que

Primavera-Verano						
Item	I-F+	I-F+	I-F-	I-F-	EEM	p valor
2010-2011						
Biom. alfalfa	1.811 b	1.970 b	1.993 b	2.293 a	118	<0,01
Biom. festuca	378 b	694 a	407 b	399 b	87	<0,01
Biom. mezcla	2.189 c	2.664 a	2.399 b	2.693 a	77	<0,01
Rel. alf/fes	5,01 ab	2,89 b	5,17 ab	5,84 a	1,28	0,10
Cons. alfalfa	7.904	6.965	8.175	8.024	573	0,11
Cons. festuca	1.121 ab	1.588 a	1.409 ab	753 b	371	0,10
Cons. mezcla	9.024	8.552	9.584	8.776	472	0,12
2011-2012						
Biom. alfalfa	1.492	1.355	1.343	1.551	150	0,31
Biom. festuca	356 c	620 a	299 c	472 b	59	<0,01
Biom. mezcla	1.848 ab	1.975 a	1.642 b	2.023 a	162	0,08
Rel. alf/fes	4,26 a	2,20 b	4,61 a	3,32 ab	0,69	<0,01
Cons. alfalfa	7.381 a	5.709 b	5.136 b	4.892 b	795	0,02
Cons. festuca	1.305 a	1.337 a	824 b	590 b	255	<0,01
Cons. mezcla	8.686 a	7.046 ab	5.961 b	5.482 b	981	<0,01
2010-2012						
Biom. alfalfa	1.652 b	1.662 b	1.668 b	1.922 a	77	<0,01
Biom. festuca	367 b	657 a	353 b	436 b	54	<0,01
Biom. mezcla	2.019 b	2.319 a	2.021 b	2.358 a	69	<0,01
Rel. alf/fes	4,52 a	2,54 b	4,92 a	4,47 a	0,8	0,03
Cons. alfalfa	15.285 a	12.674 b	13.311 b	12.916 b	715	<0,01
Cons. festuca	2.425 a	2.925 a	2.234 ab	1.343 b	519	0,03
Cons. mezcla	17.710 a	15.598 b	15.545 b	14.259 b	776	<0,01

Tabla 4. Biomasa prepastoreo de alfalfa, de festuca y de la mezcla promedio de los eventos de pastoreo durante primavera-verano (kg MS/ha), relación alfalfa/festuca de la biomasa prepastoreo; y consumo/ha de alfalfa, consumo/ha de festuca, consumo/ha de la mezcla acumulados en los eventos de pastoreo de la estación (kg MS/ha) en función de los tratamientos para primavera-verano. Tratamientos: I-F+=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I-F-=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I-F+=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd e I-F-=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd.

Fuente: elaboración propia.

Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$). EEM=Error estándar de la media.

generen un cambio en su estructura (Chapman y Lemaire, 1993), la cual permita el escape al pastoreo de macollos que a su vez proporcionen un flujo de foto-asimilados hacia macollos defoliados tal como ya fuera sugerido por Matches (1966).

En este sentido, por un lado, existen antecedentes que informan una mayor producción de festuca con pastoreos intermitentes intensos. Hamilton *et al.* (2013) evaluaron 6 alturas de remante para festuca alta (entre 2,5 y 15 cm) y obtuvieron los mayores rendimientos con remanentes menores a 7,5 cm. Coincidentemente, Brink *et al.* (2010) registraron mejor producción de festuca alta con 5 cm de altura de remanente respecto a 10 cm, independientemente de la frecuencia de defoliación. Ambos ensayos tuvieron buena persistencia luego de dos años de utilización. Sin embargo, estos trabajos se realizaron sobre pasturas puras, lo cual obvió el efecto de la competencia interespecífica.

Por otro lado, el bajo consumo de festuca en I-F- podría atribuirse a la acumulación de forraje senescente (Parsons, 1988), la pérdida de digestibilidad propia del envejecimiento de las hojas (Insua *et al.*, 2012), el aumento de la relación vaina/lámina durante el verano (Insua *et al.*, 2013)

y el crecimiento de estructuras reproductivas, que en su conjunto disminuyen la eficiencia de cosecha del animal (Parsons y Penning, 1988). Además, la mayor disponibilidad media de alfalfa alcanzada en este tratamiento y la alta asignación propia de este pudieron favorecer la selección en detrimento de la festuca, generando áreas subpastoreadas y acentuando el efecto de selección en los pastoreos subsiguientes.

Para el periodo completo considerando ambas estaciones (tabla 5), el consumo/ha de la mezcla fue significativamente mayor en I+F+ ($p < 0,01$), traccionado por un mayor consumo/ha primavero-estival de alfalfa. Esto permite sostener que el patrón de respuesta a la defoliación de esta especie es determinante del comportamiento de pasturas base alfalfa (Hernández Garay *et al.*, 2012; Jung *et al.*, 1996). Hernández Garay *et al.* (2012) obtuvieron resultados similares para una mezcla de alfalfa y pasto ovillo, donde los mayores rendimientos globales se alcanzaron con pastoreos de mayor intensidad y frecuencia. Sin embargo, estos autores encontraron que las mayores intensidades de defoliación generaron una mayor abundancia de malezas, coincidiendo con lo informado por Refi y Martín (2001). Esto también pudo evidenciarse indirectamente en

Periodo Completo (2010-2012)						
Item	I+F+	I-F+	I+F-	I-F-	EEM	p valor
Cons. mezcla total	23.925 a	20.882 bc	21.960 b	19.795 c	879	<0,01

Tabla 5. Consumo/ha de la mezcla (kg MS/ha) en función de los tratamientos para el periodo completo del ensayo (Otoño-Invierno+Primavera-Verano del 2010 al 2012). Tratamientos: I+F+=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I-F+=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I+F-=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd e I-F-=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd.

Fuente: elaboración propia.

Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$). EEM=Error estándar de la media.

Item	I+F+	I-F+	I+F-	I-F-	EEM	p valor
2010						
CB Alfalfa (%)	5,83	7,49	5,94	7,78	1,45	0,29
CB Festuca (%)	8,28	7,10	7,17	6,59	2,05	0,78
2011						
CB Alfalfa (%)	4,70 ab	3,82 b	6,28 a	6,42 a	0,96	0,03
CB Festuca (%)	7,07	8,90	6,21	5,40	2,81	0,50
2012						
CB Alfalfa (%)	2,44 b	2,17 b	5,53 a	5,95 a	1,22	<0,01
CB Festuca (%)	6,22 bc	9,38 a	3,42 c	6,58 ab	1,61	<0,01

Tabla 6. Cobertura basal (CB) otoñal de alfalfa y festuca. Tratamientos: I+F+=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I-F+=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 350°Cd; I+F-=Asignación 23 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd e I-F-=Asignación 34,5 g MS/kg peso vivo y frecuencia 450°Cd.

Fuente: elaboración propia.

Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$). EEM=Error estándar de la media.

el presente trabajo a través de los menores valores de CB en I+F+ (tabla 6).

Asimismo, resulta importante destacar los similares niveles de consumo/ha que sostuvieron I-F+ y I+F-, a pesar de contrastar tanto en intensidad como en frecuencia de pastoreo, lo que indica una considerable plasticidad de la mezcla. Romero y Juan (1997) también obtuvieron producciones totales similares en pasturas consociadas de alfalfa con festuca alta, frente a manejos contrastantes en intensidad y frecuencia de pastoreo, con una importante compensación entre sus componentes específicos.

Para analizar el efecto de los tratamientos sobre la persistencia de la pastura, se presentan en la tabla 6 los valores de CB otoñal de cada año, incluyendo el final del ensayo. Para el caso de alfalfa, se observaron diferencias entre tratamientos luego del primer año ($p=0,03$) mientras que para festuca alta estos solo se diferenciaron al final del periodo total estudiado ($p<0,01$).

Como puede observarse en la tabla 6, todos los tratamientos mostraron una reducción en la CB de alfalfa lo cual responde a la dinámica poblacional normal de la especie (Teixeira *et al.*, 2007a). De todas maneras se destaca una caída más pronunciada frente a defoliaciones frecuentes, lo que indicaría un menor número de coronas, una reducción de su tamaño o efectos combinados de ambos factores. Esto podría explicarse por la menor asimilación y translocación hacia las raíces de C y N, consecuencia de la menor interceptación acumulada de radiación durante periodos de descanso cortos (Teixeira *et al.*, 2007c, Gramshaw *et al.*, 1993). Este menor nivel de reservas pudo generar plantas más susceptibles a enfermedades de raíz y corona y al estrés causado por la competencia por luz (Teixeira *et al.*, 2007a, Lodge, 1991). Hoveland *et al.* (1995) también indicaron una disminución en el número de tallos de alfalfa por superficie al aumentar la frecuencia de defoliación en pasturas consorciadas con festuca alta. Con este tipo de mezclas, Romero y Juan (1997) señalaron una menor persistencia de alfalfa bajo pastoreos frecuentes y laxos, respecto a infrecuentes e intensos.

Por lo tanto, se reafirma que la frecuencia de defoliación resulta el componente de manejo más crítico para lograr una adecuada persistencia de la alfalfa (Lodge, 1991; Mendoza Pedroza *et al.*, 2010; Gramshaw *et al.*, 1993).

Al considerar la festuca alta, su CB no presentó diferencias significativas entre tratamientos luego del primer año de utilización. Sin embargo, finalizado el segundo ciclo, existió un significativo contraste entre I-F+ (9,38%) e I+F- (3,42%). Esta diferencia de cobertura entre pastoreos frecuente/laxo e infrecuente/intenso, también fue resaltada por Romero y Juan (1997) y respondería a una mejor respuesta frente a defoliaciones laxas de las gramíneas templadas, como ya fue presentado, en ambas estaciones.

La pérdida de festuca alta en mezcla con alfalfa también fue reportada por Smith *et al.* (1973), quienes indicaron una pérdida casi total de festuca alta en el tratamiento con menor altura de remanente y menor frecuencia, coincidente con un estado reproductivo avanzado de la gramínea aun-

que este efecto pudo verse exacerbado por la defoliación mecánica de la pastura en contraposición con cierto beneficio de una defoliación más selectiva del animal.

Por lo tanto, frente a una reducción del área foliar remanente bajo defoliaciones intensas, se afectaría el crecimiento postpastoreo de festuca (Matches, 1966) que, sumado a un probable efecto de competencia lumínica, debido a las mayores tasas de crecimiento inicial de la alfalfa en pastoreos menos frecuentes (Teixeira *et al.*, 2007c) pueden generar mortandad de macollos o reducción de su tamaño.

CONCLUSIONES

- Para las condiciones del presente ensayo, pastoreos frecuentes y laxos lograron una buena participación de la festuca alta en la biomasa prepastoreo tanto en OI como en PV. A su vez, este manejo permitió alcanzar los mayores valores de CB de esta especie al finalizar el ensayo.
- Los niveles de consumo/ha de la pastura no fueron modificados por las diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo durante OI. Por lo tanto, como herramienta de manejo resulta de bajo impacto sobre la producción primaria en dicha estación para pasturas con predominio de alfalfa, no así sobre su persistencia.
- Durante PV como en el periodo total, la mayor intensidad y frecuencia de pastoreo (I+F+) generó los mayores valores de consumo/ha en ambas especies, mostrando una adaptación de la festuca alta a los pastoreos intensos, habitualmente impuestos a la alfalfa. Sin embargo, este tipo de manejo puede comprometer la persistencia futura de la pastura por pérdida de individuos e invasión de malezas. Aun así, esta mayor producción es promisoría para zonas agrícolas donde las rotaciones suelen incluir ciclos pastoriles relativamente cortos.
- La mayor frecuencia de defoliación, independientemente de su intensidad, provocó una mayor disminución de la CB de alfalfa por lo cual el manejo de los periodos de descanso resulta una herramienta clave para sostener su persistencia.
- Considerando la importante plasticidad productiva hallada, la elección de una estrategia de pastoreo en particular dependerá del tipo de sistema productivo, la duración objetivo de la pastura en la rotación y los requerimientos de los animales.

BIBLIOGRAFÍA

- BRETSCHNEIDER, G. 2010. Una actualización sobre el meteorismo espumoso bovino. Archivos de medicina veterinaria, 42(3), 135-146.
- BRINK, G.E.; CASLER, M.D.; MARTIN, N.P. 2010. Meadow fescue, tall fescue, and orchardgrass response to defoliation management. Agronomy Journal, 102(2): 667-674.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. International Grassland Congress. Vol. 17, 95-104 pp.

- DAVIES, A. 1988. The regrowth of grass swards. *The Grass Crop*. Springer Netherlands, 85-127 pp.
- DAVIES, P.; DILLON, A.; MÉNDEZ, D.G. 2001. Control del estape en invernada. Publicación técnica N.º 34. EEA INTA Gral. Villegas, 14 p.
- GOSSE, G.; LEMAIRE, G.; CHARTIER, M.; BALFOURIER, F. 1988. Structure of a Lucerne population (*Medicago sativa* L.) and dynamics of stem competition for light during regrowth. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 25, 609-617.
- GRAMSHAW, D.; LOWE, K.F.; LLOYD, D.L. 1993. Effect of cutting interval and winter dormancy on yield, persistence, nitrogen concentration, and root reserves of irrigated Lucerne in the Queensland subtropics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 33, 847-854.
- HAYNES, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy*, 33, 227-261.
- HAMILTON, S.A.; KALLENBACH, R.L.; BISHOP-HURLEY, G.J.; ROBERTS, C.A. 2013. Stubble height management changes the productivity of perennial ryegrass and tall fescue pastures. *Agronomy Journal*, 105(3): 557-562.
- HERNÁNDEZ GARAY, A.; MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, P.A.; ZARAGOZA ESPARZA, J.; VAQUERA HUERTA, H.; OSNAYA GALLARDO, F.; JOAQUÍN TORRES, B.M.; VELAZCO ZEBADÚA, M. 2012. Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad del pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(3): 259-266.
- HOVELAND, C.S.; DURHAM, R.G.; BOUTON, J.H. 1995. Management effects on productivity of Alfagrazo alfalfa-tall fescue mixtures. *Journal of Production Agriculture*, 8(2); 244-248.
- HOVELAND, C. S. 1997. Problems in establishment and maintenance of mixed swards. *International Grasslands Congress*, Vol. 18, 411-416 pp.
- INSUA, J.R.; AGNUSDEI, M.G.; DI MARCO, O.N. 2012. Calidad nutritiva de láminas de dos cultivares de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 38(2): 190-195.
- INSUA, J.R.; DI MARCO, O.N.; AGNUSDEI, M.G. 2013. Calidad nutritiva de láminas de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb) en rebrotes de verano y otoño. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 39(3): 267-272.
- INTA-SEAG CÓRDOBA. 1978. Carta de suelos de la República Argentina; Hoja 3363-17 Marcos Juárez, INTA. Buenos Aires, 96 p.
- JUNG, G.A.; SHAFFER, J.A.; EVERHART, J.R. 1996. Harvest frequency and cultivar influence on yield and protein of alfalfa-ryegrass mixtures. *Agronomy Journal*, 88(5): 817-822.
- KLOSTER, A.; BERTRAM, N.; CHIACCHIERA, S.; AMIGONE, M.; GARIS, M. 2013. Efecto del intervalo de defoliación otoño invernal y de la fertilización con N sobre la productividad de forraje de una asociación de alfalfa y festuca alta. Informe de Investigación N.º 8. EEA Marcos Juárez, INTA, 17 p.
- LAIDLAW, A.S.; TEUBER, N. 2001. Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives. *International Grassland Congress*. Vol. 19, São Paulo. Brasil. 85-92 pp.
- LODGE, G.M. 1991. Management practices and other factors contributing to decline in persistence of grazed Lucerne in temperate Australia: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 31, 713-724.
- LÜSCHER, A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOUSSANA, J.F.; REES, R.M.; PEYRAUD, J.L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69(2): 206-228.
- MATCHES, A.G. 1966. Influence of intact tillers and height of stubble on growth responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.). *Crop Science*. Vol. 6, 484-487.
- MENDOZA PEDROZA, S.I.; HERNANDEZ GARAY, A.; PÉREZ PÉREZ, J.; QUERO CARRILLO, A.R.; ESCALANTE ESTRADA, J.A.S.; ZARAGOZA RAMÍREZ, J.L.; RAMÍREZ REYNOSO, O. 2010. Respuesta productiva de la alfalfa a diferentes frecuencias de corte. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 1(3): 287-296.
- ORR, R.J.; PARSONS, A.J.; TREACHER, T.T.; PENNING, P.D. 1988. Seasonal patterns of grass production under cutting or continuous stocking managements. *Grass and Forage Science*, Vol. 43. 199-207.
- PARSONS, A.J. 1988. The effects of season and management on the growth of grass swards. *The Grass Crop*. Springer Netherlands, 129-177 pp.
- PARSONS, A.J.; PENNING, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*. Vol. 43. 15-27.
- REFI, R.O.; MARTIN, B. 2001. Structural stability of short latency alfalfa-based pastures in the humid Pampa, Argentina. *Proc. XIX International Grassland Congress*, São Paulo, Brasil, 11-21 pp.
- ROMERO, N.A. 2011. Producción y persistencia de gramíneas perennes de invierno asociadas con alfalfa. Publicación técnica N.º 83. EEA Anguil INTA, 15 p.
- ROMERO, N.A.; JUAN, N.A. 1997. Efecto del manejo del pastoreo, distancia entre hileras y grado de latencia sobre la producción y persistencia de pasturas de alfalfa y festuca alta. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 17 (Supl. 1): 135.
- SAS. STAT 9.2. 2013. SAS User's Guide. SAS Inc, Cary, NC.
- SCHENEITER, O.; CARRETE, J.; AMÉNDOLA, C. 2006. Utilización de pasturas de alfalfa-festuca alta con dos sistemas de pastoreo. I. Disponibilidad, composición y digestibilidad del forraje. *Revista Investigaciones Agropecuarias*. Vol. 35(3): 3-18.
- SMITH, D.; JACQUES, A.V.A.; BALASKO, J.A. 1973. Persistence of several temperate grasses grown with alfalfa and harvested two, three, or four times annually at two stubble heights. *Crop Science*, 13(5): 553-556.
- TEIXEIRA, E.I.; MOOT, D.J.; BROWN, H.E.; FLETCHER, A.L. 2007a. The dynamics of lucerne (*Medicago sativa* L.) yield components in response to defoliation frequency. *European Journal of Agronomy*, 26(4): 394-400.
- TEIXEIRA, E.I.; MOOT, D.J.; BROWN, H.E.; POLLOCK; K.M. 2007b. How does defoliation management impact on yield, canopy forming processes and light interception of Lucerne (*Medicago sativa* L.) crops? *European Journal of Agronomy*, 27(1): 154-164.
- TEIXEIRA, E.I.; MOOT, D.J.; MICKELBART, M.V. 2007c. Seasonal patterns of root C and N reserves of lucerne crops (*Medicago sativa* L.) grown in a temperate climate were affected by defoliation regime. *European Journal of Agronomy*, 26(1): 10-20.