

## Calidad forrajera de cebadilla criolla y tréboles. Comportamiento *per se* y en mezclas durante el primer año de implantación

Aulicino, Mónica Beatriz<sup>1,2,4</sup>; Miguel Jacinto Arturi<sup>1</sup>; Octavio Dominguez<sup>1</sup>; Juan Ignacio Veiga<sup>1</sup>; Rodolfo Signorio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Calle 60 y 119 S/N, CC-31 (1900) La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina; <sup>2</sup>Instituto Fitotécnico de Santa Catalina, FCAF, UNLP, Garibaldi 3400, (1836) Llavallol, Lomas de Zamora, Provincia de Buenos Aires, Argentina; <sup>3</sup>Estación Experimental J. Hirschhorn, FCAF, UNLP, Calle 66 y 166 S/N, Los Hornos, Provincia de Buenos Aires, Argentina; <sup>4</sup>mbaulicino@yahoo.com

Aulicino, Mónica Beatriz; Miguel Jacinto Arturi; Octavio Dominguez; Juan Ignacio Veiga; Rodolfo Signorio (2018) Calidad forrajera de cebadilla criolla y tréboles. Comportamiento *per se* y en mezclas durante el primer año de implantación. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (1): 1-12.

Nuestro objetivo fue evaluar la capacidad de combinación entre cultivares de especies forrajeras, comúnmente sembradas en las regiones templadas de Argentina, utilizando caracteres de calidad de materia seca. Se evaluaron durante el primer año, tres variedades genéticamente diversas de cebadillas (*Bromus catharticus*, cv Copetona, cv Ñandú y cv. Tango), un cultivar de trébol blanco (*Trifolium repens*, cv Lucero) y un cultivar de trébol rojo (*T. pratense*, cv Tropero). Un diseño de Bloques completamente aleatorizado se estableció en "Los Hornos", La Plata, Buenos Aires. El tratamiento incluyó cinco monocultivos y diez mezclas binarias. Las parcelas fueron cortadas 3 veces durante un período de 9 meses. Un sub-muestra representativa de 200 mg se secó a 60 ° C hasta peso constante en un horno de aire forzado. Las muestras secas se molieron hasta 1 mm. Una técnica enzimática (pepsina-celulasa) se utilizó para determinar la digestibilidad de materia seca *in vitro* (DIV). La metodología de Dumas se aplicó para estimar proteína bruta en % (PROT). Se probaron diferencias entre momento de corte y su interacción con los tratamientos utilizando un análisis de parcela dividida en el tiempo. Se aplicó el test de comparación múltiple (Tukey, al 5%) y un análisis de la varianza (ANVA) para identificar la mejor combinación. Un análisis dialéctico proporcionó las estimaciones de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE). La DIV estuvo influenciada principalmente por el momento de corte, mientras que PROT mostró estabilidad a lo largo de la temporada de crecimiento, debido a un patrón aditivo. Se señalan dos resultados importantes: a- Compatibilidad entre las cebadillas "Tango" y "Ñandú" en mezclas con los tréboles. Las combinaciones TR y ÑB alcanzaron mayores valores de PROT y DIV, respectivamente. b- Competencia por los mismos recursos en parcelas con mezclas de cebadillas, cuando la variedad "Tango" fue un componente de la mezcla. Las mezclas CT y ÑT, presentaron una disminución de la digestibilidad de la materia seca en los cortes de primavera y de inicio de verano. Ambos hallazgos justificarían la incorporación de parcelas mixtas en los programas de mejoramiento destinados a aumentar la calidad para el desarrollo de nuevas variedades, factibles de ser utilizadas en el futuro como constituyentes de pasturas mixtas de pastos y tréboles

**Palabras clave:** *Bromus catharticus*; *Trifolium sp.*; digestibilidad "InVtro"; contenido de proteína bruta; aptitud combinatoria general y específica.

Aulicino, Mónica Beatriz; Miguel Jacinto Arturi; Octavio Dominguez; Juan Ignacio Veiga; Rodolfo Signorio (2018) Forage quality of prairie grass and clovers. Behavior *per se* and in mixtures during the first year. Rev. Fac. Agron. Vol 117 (1): 1-12.

Our objective was to evaluate the combining ability among cultivars of forage species, commonly sown in temperate regions of Argentine using dry matter quality traits. Three genetically diverse cultivars of prairie brome grass (*Bromus catharticus*, cv Copetona, cv Ñandú and cv Tango), a white clover cultivar (*Trifolium repens*, cv Lucero) and a red clover cultivar (*T. pratense*, cv Tropero) were evaluated during the first year (nine month). A randomized complete block design experiment was established in "Los Hornos", La Plata, Buenos Aires. The treatments included five monocultures and ten binary mixtures. The plots (3.2 m long) were cutting 3 times over a 9-month period. A representative sub-sample of 200 mg was dried at 60°C to constant weight in a forced-air oven. The dried samples were ground to pass a 1 mm screen in a mill. An enzymatic technique (pepsin-cellulase) was

Recibido: 01/02/2016

Aceptado: 03/04/2018

Disponible on line: 10/09/2018

ISSN 0041-8676 - ISSN (on line) 1669-9513, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina

used to determine *in vitro* dry matter digestibility (DIV). Dumas methodology was applied to estimate percent total crude protein (PROT). Diallel analysis provided estimates of the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA). Differences between cutting time and their interaction with treatment using a split plot in time analysis were tested. Multiple comparison test (Tukey, 5%) and analysis of variance for each cutting time (ANOVA) was used to identify the best combination. DIV was mostly influenced by the cutting time while PROT showed stability along growing season due to an additive pattern. Two important results are indicated: a- Compatibility between the prairie grasses "Tango" and "Ñandú" when combined in mixtures with clovers. TR and ÑB combinations achieved higher DIV and PROT values, respectively. b- Competition for the same resources when "Tango" variety is a mixture's component. CT and ÑT stands, presented a decrease in the digestibility of dry matter at spring and early summer cuttings. Both findings would justify the incorporation of G + L mixed plots in breeding programs aimed at increasing the quality for the development of new varieties, feasible to be used in the future as constituents of mixed pastures of prairie Grass and Clovers.

**Keywords:** *Bromus catharticus*; *Trifolium sp.*; *in vitro* digestibility; crude protein content; general and specific combining ability.

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, la producción de carne es mayoritariamente de tipo extensivo y se basa esencialmente en el pastoreo directo de pastizales naturales y pasturas cultivadas. Es común suministrar alimentos procesados o concentrados cuando dichas pasturas resultan insuficientes para el ganado (Demarco, 2010). En la región Pampeana existe una tendencia a la siembra de pasturas monofíticas y polifíticas bianuales o perennes mixtas de gramíneas y leguminosas. La consociación de cebadilla criolla con trébol es ampliamente utilizada en planteos de invernada, recría o tambo (Scheneiter, 2005).

La selección de los componentes de una mezcla es importante para optimizar la cantidad y calidad del forraje durante todo el año (Sanderson & Wedin, 1989). Normalmente se seleccionan las especies en función de su performance individual en pasturas monofíticas. Sin embargo, no es lógico suponer que la performance de una mezcla forrajera puede ser predicha por la aptitud de sus componentes en stand puros (Lodge, 2000).

La aptitud competitiva puede ser definida como la habilidad que un componente (variedad) posee para obtener recursos limitados cuando crece en mezclas, junto a otro componente, comparándolo con su habilidad para asegurarse aquellos mismos recursos cuando crece en stands puros (Snaydon, 1991). En mezclas ocurre simultáneamente intra e inter competición de los componentes. Sin embargo, se espera que el estrés inducido por competición intra-componente sea mayor cuando existen demandas similares temporales y espaciales de los recursos disponibles en el ambiente (Caligari, 1980).

Una metodología comúnmente aplicada en el área de la genética cuantitativa es la utilización de cruzamientos dialélicos para estimar la habilidad combinatoria entre un conjunto de mezclas binarias de especies forrajeras (Springer et al., 2001; Gallandt et al., 2001; Arturi et al., 2012).

El sustento teórico del uso de mezclas de leguminosas y gramíneas (L + G) está dado por las experiencias que muestran que cuando las leguminosas fijan y transfieren N eficientemente, el rendimiento total de las mezclas puede ser superior a la suma de los rendimientos de las especies puras de gramíneas y leguminosas (Haynes, 1980). El porcentaje de N

transferido por la leguminosa a las gramíneas y el N absorbido por las gramíneas por transferencia, depende de las especies que componen la mezcla, del porcentaje de leguminosa en la mezcla, de la edad de la pastura, de la disponibilidad de N en el suelo, de la capacidad de nodular y fijar N<sub>2</sub> por parte de la leguminosa, y de la competencia de las leguminosa con las gramíneas por los mismos recursos (Nesheim & Boller, 1991). Para mezclas de trébol rojo con algunas gramíneas (pasto ovillo, falaris, festuca, raigras perenne, etc.) se citaron entre el 10-70 % del N absorbido por las gramíneas, entre el 14-58 % de N transferido de las leguminosas a las gramíneas y entre 1 a 254 kg ha<sup>-1</sup> de N<sub>2</sub> fijado por la leguminosa (West & Mallarino, 1996). En mezclas de raigrás con trébol, el aumento de materia seca alcanzado por la gramínea fue equivalente a fertilizar con 100 Kg N ha<sup>-1</sup> (Lynd et al., 1984). Aparentemente esta relación estaría asociada positivamente con la proporción de legumbres en las mezclas (Zemenchik et al., 2001; Napitupulu & Smith, 1979; Barnett & Posler, 1983).

Si bien la fijación biológica del N por las leguminosas parece ser eficiente en incrementar el crecimiento de los pastos, nuestro punto de interés fue entender el comportamiento del valor nutritivo. Zemenchik et al. (2001, 2002) señalaron que el valor nutritivo fue sustancialmente más grande para mezclas que para monocultivos de gramíneas fertilizadas con N. En nuestro país, existe información limitada sobre el comportamiento de la calidad forrajera de variedades argentinas utilizadas en pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas *versus* pasturas monofíticas.

El manejo de pasturas mixtas de L + G presenta numerosos problemas principalmente relacionados con la respuesta diferencial que ambos componentes presentan al ambiente y al esquema de corte (Deak et al., 2009). Tanto el contenido de proteína bruta (CPB) como otras variables de calidad son sumamente afectadas por el momento de corte, especialmente en pastos de invierno (Marten & Hovin, 1980; Redfearn et al., 2002). El ambiente influye de manera considerable en el CPB. Berdhal et al. (1994), encontraron para *Thinopyrum intermedium* una variabilidad genética limitada para CPB, debido a una alto componente ambiental y un elevado efecto de interacción "Genotipo x Ambiente". Sin embargo, Clements (1969, 1973) demostró que en floración la heredabilidad para el CPB es mayor. Cambios en la composición botánica de la

pastura afectan especialmente la calidad del forraje, complicando la estimación del valor nutricional de la pastura (Skinner et al., 2004). Normalmente los cambios producidos en CPB están positivamente relacionados al contenido de la leguminosa, mientras que la Fibra detergente neutro (FDN) se asocia al contenido de gramíneas en la mezcla (Zemenchik et al., 2002; Deak et al., 2007).

Un punto importante para evaluar la calidad de una pastura es determinar que variables la definen. Ferrero (2000) establece características de consumo, valor nutritivo y finalmente su eficiencia de utilización. Wheeler & Corbert (1989) definen un alto valor nutritivo como: alta digestibilidad, elevado contenido de carbohidratos no estructurales y alto contenido de proteína cruda. Minson (1990) determinó que la proteína digerida en el pequeño intestino de los rumiantes está relacionada positivamente con el contenido de CPB del forraje, y que éste puede utilizarse como índice de la suma relativa de aminoácidos absorbibles. Existe evidencia que las pasturas con leguminosas presentan mayores valores de CPB y de digestibilidad (Jung et al., 1985; Marten, 1985).

La cantidad de alimento consumido es el principal factor que determina la productividad de rumiantes. Sin embargo, la digestibilidad tiene doble importancia en la alimentación, por su efecto sobre el consumo y sobre la concentración energética del alimento. Cuanto más digestible es un alimento más rápidamente desocupa el rumen y más rápidamente el animal vuelve a comer. Por eso, a mayor digestibilidad, mayor ingestibilidad y consecuentemente mayor consumo (Buxton et al., 1996).

Este estudio tiene como objetivos (1) Evaluar y comparar el comportamiento *per se* y en mezclas de las gramíneas (cebadilla criolla) y las leguminosas (tréboles) durante el primer año de implantación de la pastura, considerando las variables de calidad: contenido de proteína bruta (PROT) y digestibilidad “*in vitro*” de la materia seca (DIV). (2) Estimar la aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) de las diferentes variedades comerciales de cebadilla criolla y tréboles, en cada uno de los momentos de corte programados.

## METODOLOGÍA

### Materiales

Se utilizaron tres especies forrajeras, una gramínea, la

cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), y dos leguminosas, trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*T. pratense*). Los cultivares utilizados fueron: tres variedades de cebadilla criolla: “Copetona” (C), “Ñandú” (Ñ) y “Tango” (T), y dos variedades de tréboles “Lucero” (trébol blanco, B) y “Tropero” (trébol rojo, R).

La Tabla 1 contiene una breve descripción de las variedades en cuanto a su hábito de crecimiento, ciclo y hábitat preferidos.

### Diseño experimental

El ensayo se condujo en la E.E. J. Hirschhorn, ubicada en Los Hornos, partido de La Plata. La fecha de siembra fue el 22 de abril. Se aplicó un diseño en bloques al azar con 2 repeticiones, y comprendió en total 15 tratamientos, 5 de ellos correspondientes a cultivos puros (C, Ñ, T, R y B), y los 10 restantes a todas las combinaciones binarias entre los cultivares básicos: 4 mezclas monofíticas, formadas por dos variedades de una misma especie (CÑ, CT, ÑT, RB) y 6 mezclas bifíticas, constituidas con dos variedades de diferente especie, cebadilla y trébol (CR, CB, ÑR, ÑB, TR y TB). Los 15 tratamientos se sortearon al azar dentro de cada bloque (Tabla 2). Cada parcela estuvo compuesta por 6 surcos de 6 m de largo separados a 0,20 m, de los cuales se cosecharon los 4 centrales en una longitud de 4 m (parcela neta de 3,20 m<sup>2</sup>).

La densidad de siembra fue equivalente a 50 semillas viables de cada especie y variedad por metro lineal (10 kg/ha de cebadilla, 3 kg/ha de trébol rojo y 1 kg/ha de trébol blanco). Los tréboles fueron inoculados con el correspondiente *Rhizobium*.

En las parcelas de consociación binaria los componentes se sembraron en surcos alternados. En el primer año de cultivo se practicaron 3 cortes, cuyo momento fue fijado atendiendo a la fenología de los cultivares de cebadilla criolla (Moore et al., 1990). El primer corte se efectuó a fines del invierno (6 de septiembre), el segundo corte en primavera (15 de octubre) y el tercer corte al inicio del verano (21 de diciembre).

El material cortado fue pesado en el campo y una muestra de 200 gr fue secada en estufa (a 70 °C) durante 72 hs. En las parcelas mixtas se secó y guardó cada componente por separado.

### Análisis de laboratorio

Las muestras secas fueron molidas hasta un tamaño de partícula de 1mm y posteriormente se utilizaron en los análisis de laboratorio.

Tabla 1. Materiales utilizados, hábito de crecimiento (HC), ciclo de vida (CV) y hábitat (H).

	Material	HC	CV	H
cebadillas	“Copetona”	Semierecto	Anual. Producción Precoz	Ambientes húmedos y suelos pesados
	“Ñandú”	Erecto	Anual. Bienal en años favorables	Ambientes sub-húmedos y suelos sueltos
	“Tango”	Semipostrado	Anual	Ambientes secos
T <sup>rojo</sup>	“Tropero”	Erecto	Bianual. Ciclo primavera- verano	Suelos relativamente pesados (francos a franco-arcillosos)
T <sup>blanco</sup>	“Lucero”	Rastrero	Perenne. Ciclo otoño-invierno-primavera	Suelos pesados con buen drenaje

Tabla 2. Identificación (ID) de los tratamientos utilizados.

Nº	Tratamiento	ID
1	Cebadilla "Copetona"	CC
2	Cebadilla "Ñandú"	ÑÑ
3	Cebadilla "Tango"	TT
4	Trébol rojo "Tropero"	RR
5	Trébol blanco "Lucero"	BB
6	Cebadilla "Copetona" + Cebadilla "Ñandú"	CÑ
7	Cebadilla "Copetona" + Cebadilla "Tango"	CT
8	Cebadilla "Ñandú" + Cebadilla "Tango"	ÑT
9	Cebadilla "Copetona" + T. rojo "Tropero"	CR
10	Cebadilla "Copetona" + T. blanco "Lucero"	CB
11	Cebadilla "Ñandú" + T. rojo "Tropero"	ÑR
12	Cebadilla "Ñandú" + T. blanco "Lucero"	ÑB
13	Cebadilla "Tango" + T. rojo "Tropero"	TR
14	Cebadilla "Tango" + T. blanco "Lucero"	TB
15	T. rojo "Tropero" + T. blanco "Lucero"	RB

Se determinó nitrógeno total siguiendo la metodología propuesta por Dumas. Para este fin se utilizó un equipo LECO FP-528 (Wiles et al., 1998). Posteriormente los valores de N total obtenidos fueron corregidos por el factor de 6,28 para transformarlos en contenido de proteína bruta la que se expresó en porcentaje (PROT). Se separó para cada tratamiento dos submuestras de 250 mg con el objeto de evaluar la digestibilidad *in vitro* (DIV), utilizando el método enzimático descrito en A.O.A.C. y modificado por Gabrielsen (1986). Se utilizó durante el proceso un Digestor marca ANCOM Daisy II. Los valores de DIV (en porcentaje) fueron calculados como:

$$DIV = 1 - (\text{PESO FINAL} / \text{PESO INICIAL DE LA MUESTRA}) * 100$$

**Análisis estadístico**

Con el conjunto de los datos se efectuó un análisis de parcelas divididas en el tiempo, para estimar los efectos del "momento de corte" y de la interacción "corte x tratamiento", utilizando al "momento de corte" como subparcela. Además, se calcularon los análisis de la varianza separadamente para cada corte empleando un diseño de bloques al azar. Se utilizó la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparar medias de tratamientos, (Steel & Torrie, 1988).

Se adaptó la metodología empleada por Griffing (1956) para la estimación de aptitud combinatoria general (ACG) y específica (ACE) (Método 4 y Modelo 1). El modelo matemático fue  $x_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$ , siendo  $x_{ij}$  el valor medio de cada combinación,  $m$  la media general del ensayo,  $g_i$  y  $g_j$  los efectos de ACG de cada componente,  $s_{ij}$  el efecto ACE de cada combinación y  $e_{ij}$  el error experimental (Sprague & Tatum, 1942). Se probó si el efecto de aptitud combinatoria general y específica de cada tratamiento fue distinto de 0 con un test de t student:

$$\text{Para probar ACG se usó un } t = \frac{(S_{ij} - 0)}{\sqrt{(CM_e) / n_1}}$$

$$\text{Para probar ACE se usó un } t = \frac{(g_i - 0)}{\sqrt{(CM_e) / n_2}}$$

Donde:  $g_i$ : ACG;  $S_{ij}$ : ACE,  $CM_e$ : Cuadrado medio del error,  $n_1$ : número de ACE comparadas (10);  $n_2$ : número de ACG comparadas (5).

Se utilizó el programa estadístico Genes para calcular los análisis de la varianza y estimar los efectos de ACG y ACE (Cruz, 1998). Para el caso de consociaciones binarias la ACG de un cultivar forrajero se relacionó con el promedio de las mezclas en que interviene ese cultivar, en tanto que la ACE se mide individualmente en cada una de las mezclas. Springer et al. (2001), utilizaron ese método para estimar la ACG y ACE en variables de calidad, relacionado ambos parámetros con los conceptos emitidos por Harper (1967): a- Cuando el efecto de la ACE es = 0, la contribución de cada especie a la mezcla es igual a la esperanza compartida y señala competitividad entre especies por tener similares demandas por los mismos recursos. b- Cuando el efecto de la ACE es > 0, la contribución de cada especie a la mezcla es mayor que la esperanza compartida, y denota compatibilidad entre especies, es decir, cada una de las especies demandan diferentes recursos. c- Cuando el efecto de la ACE < 0, la contribución de cada especie es menor que la esperanza compartida, y sugiere una incompatibilidad entre especies debido a que cada especie interactúa sobre la otra.

**RESULTADOS**

El análisis de varianza anidado no demostró existencia de interacción "corte x tratamiento" significativa para PROT aunque para la variable DIV fue altamente significativa (F: 54.99,  $p < 0.01$ ) (Tabla 3). Los efectos simples "momento de corte" y "tratamientos" fueron altamente significativos para ambas variables de calidad.

Tabla 3. ANOVA factorial utilizando un diseño estadístico anidado (Split plot) para las variables: DIV (%) y PROT (%).ns: No existen diferencias significativas; \*, \*\*: Existen diferencias significativas al 5 % y 1 %, respectivamente.

Fuente de variación	GL	DIV (%)	PROT (%)
Bloques	1	0,01	31,74
Tratamientos	14	114,02**	61,86**
Error	14	3,22	2,40
Momento De Corte	2	3.149,87**	23,99**
Trat*Corte	28	54,99**	1,82ns
Error (REP*TRAT*CORTE)	30	5,822	4,09

El test de Tukey permitió establecer como fue el comportamiento de las variables PROT y DIV a lo largo del primer año de cultivo. El corte de invierno fue

significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) para PROT y DIV; mientras que, el segundo corte (primavera) y el tercer corte (inicio de verano) no se diferenciaron entre sí para la variable PROT, mientras mostraron medias significativamente diferentes para DIV (tabla 4).

Tabla 4. Contrastes para corte utilizando un modelo anidado para las variables DIV y PROT, expresadas en % (prueba de Tukey al 5%). Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Cortes	DIV (%)	Prot (%)
1 (6/9/05)	85,28 A	17,42 A
2 (15/10/05)	69,02 B	15,89 B
3 (21/12/05)	66,35 C	15,86 B

En la Tabla 5 se muestra las comparaciones entre las medias de los 15 tratamientos, obtenidas promediando los 3 cortes ( $p < 0,05$ ). Para las variables DIV y PROT, los tratamientos se agruparon en 6 y 4 grupos homogéneos, respectivamente. En ambas variables se distinguen a los tréboles, en parcelas puras y consociadas (RB), como el grupo de mayor calidad, y a las cebadillas, tanto en parcelas puras como en sus mezclas, como el grupo de menor calidad. Por otro lado, los tratamientos binarios de L + G (mezclas bifíticas) alcanzaron porcentajes intermedios. La existencia de interacción "tratamientos x cortes" para la variable DIV, indicaría un patrón diferente para cada corte.

**Porcentaje de digestibilidad in vitro (DIV):**

Con el objeto de probar diferencias entre mezclas discriminando entre combinaciones bifíticas de L + G

y/o entre monofíticas de gramíneas (G + G) y leguminosas (L + L), se descompuso la suma de cuadrados de la fuente "stands consociados" en tres sumas: "Bifíticas", "Monofíticas", y su contraste "Bi" versus "Monofíticas". Se probaron diferencias significativas entre tratamientos para DIV en los tres cortes realizados (tabla 6). Para los tres cortes la descomposición de la suma de cuadrados de los tratamientos demostró diferencias significativas entre stand consociados y entre stand puros, aunque solo en el corte de primavera se demostraron diferencias al comparar stands consociados versus puros. Dentro de los stands consociados hubo diferencias altamente significativas entre las mezclas bifíticas y entre mezclas monofíticas. En el segundo y tercer corte las mezclas binarias se diferenciaron significativamente al 5% de las monofíticas. La prueba de Tukey determinó dos grupos de tratamientos (tabla 7). La mezcla monofítica RR fue la que alcanzó menor valor de digestibilidad, mientras que los stand puros de Ñandú y la mezcla CB alcanzaron los mayores valores. Los rankings se invirtieron en el segundo y tercer corte, siendo las cebadillas en mezclas monofíticas o puras las menos digestibles (figura 1- a). En el segundo corte los stands puros de tréboles (RR y BB) y sus mezclas (RB), junto con las mezclas de cebadilla Ñandú con ambos tréboles (ÑB y ÑR), resultaron ser los tratamientos con mayor digestibilidad. (Tabla 7), mientras que en el tercer corte fueron los tréboles puros o sus mezclas los que alcanzaron los valores más altos.

La ACG fue altamente significativa para los tres cortes (tabla 8). El test de t student no probó aptitudes diferentes de 0 con probabilidades menores al 10%. Para el primer corte el trébol rojo fue el que presentó el mayor efecto de ACG aunque con signo negativo, señalando a "Tropero" como el trébol de menor digestibilidad, siendo la única parcela pura con aptitud significativa ( $p < 0,20$ ).

Tabla 5. Comparaciones entre medias de tratamientos (Trat) para las variables DIV y PROT, expresadas en %. Los valores son promedios de los tres cortes. Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Trat	DIV (%)	Grupos	Trat	PROT (%)	Grupos
5. BB	80,26	A	4.RR	22,70	A
4.RR	80,23	A	15.RB	21,23	A
15.RB	79,93	AB	5. BB	20,34	AB
10.CB	75,98	BC	13.TR	18,56	BC
11.ÑR	75,76	BC	10.CB	17,15	C
12.ÑB	75,18	C	14.TB	17,09	C
1TR	73,79	CD	9.CR	16,75	C
14.TB	73,72	CDE	12.ÑB	16,68	C
9.CR	73,62	CDE	11.ÑR	16,46	C
1.CC	69,98	DEF	1.CC	13,89	D
2.ÑÑ	69,9	DEF	2.ÑÑ	13,50	D
6.CÑ	69,60	EF	3.TT	13,21	D
3.TT	69,03	F	8.ÑT	13,03	D
7.CT	68,87	F	6.CÑ	12,96	D
8.ÑT	67,37	F	7.CT	12,28	D

Tabla 6. Cuadrados medios y nivel de significancia para la variable DIV discriminado por corte. ns: No existen diferencias significativas; \*, \*\*: Existen diferencias significativas al 5 % y 1 %, respectivamente.

Fuente de variación	GL	Corte 1 (6/9/05)	Corte 2 (15/10/05)	Corte 3 (21/12/05)
Bloques	1	3,37	0,09	2,8501
Tratamientos	14	10,55**	75,78**	137,68**
Stands consociados	9	6,05**	56,78**	97,64**
bifíticas	5	5,81**	10,26**	7,18**
monofítica	3	8,07**	139,98**	217,16**
bi vs monofíticas	1	1,20ns	39,80*	191,31*
Stands puros	4	23,15**	135,28**	261,46**
S. Consoc. Vs. S. Puros	1	0,65ns	8,72*	2,91ns
Acg	4	28,75**	248,70**	471,07**
Ace	10	3,29ns	6,61**	4,32**
Error	14	3,88	5,41	5,95

Tabla 7. Comparaciones entre medias de tratamientos (Trat) para la variable DIV (%) medida en el primer, segundo y tercer corte. Prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

Primer corte			Segundo corte			Tercer corte		
Trat.	Medias	Grupos	Trat.	Medias	Grupos	Trat.	Medias	Grupos
2.ÑÑ	87,77	A	4.RR	79,70	A	4.RR	81,85	A
10.CB	87,34	A	15.RB	79,38	AB	15.RB	77,89	AB
6.CÑ	87,08	AB	5.BB	77,81	ABC	5.BB	76,30	ABC
14.TB	86,70	AB	11.ÑR	73,44	ABCD	10.CB	70,57	BCD
5.BB	86,68	AB	12.ÑB	71,17	ABCDE	13.TR	70,49	BCD
11.ÑR	86,54	AB	10.CB	70,03	BCDE	9.CR	69,42	BCDE
7.CT	86,20	AB	14.TB	68,70	CDE	12.ÑB	68,38	BCDEF
12.ÑB	86,01	AB	9.CR	68,21	DE	11.ÑR	67,30	CDEFG
3.TT	85,90	AB	13.TR	67,21	DE	14.TB	65,75	DEFGH
1.CC	85,87	AB	1.CC	64,13	DE	1.CC	59,95	EFGHI
8.ÑT	84,53	AB	3.TT	64,13	DE	2.ÑÑ	58,76	FGHI
13.TR	83,69	AB	6.CÑ	64,07	DE	7.CT	58,07	GHI
9.CR	83,24	AB	2.ÑÑ	63,16	E	6.CÑ	57,66	GHI
15.RB	82,52	AB	7.CT	62,34	E	3.TT	57,06	HI
4.RR	79,15	B	8.ÑT	61,86	E	8.ÑT	55,73	I

La mezcla bifítica ÑR alcanzó una ACE alta y positiva ( $p < 0,20$ ). Por otro lado, para la mezcla entre cebadillas ÑT se probó un efecto de ACE negativo y significativo ( $p < 0,20$ ). Opuestamente, en los dos cortes siguientes, la ACG fue positiva para ambos tréboles y negativa para las cebadillas. Los efectos de ACG para los tréboles, rojo "Tropero" y blanco "Lucero", fueron positivos y significativos al 20% y 10 % para los cortes de primavera e inicio de verano, respectivamente. Contrariamente, los efectos de las cebadillas fueron negativos y significativos, siendo la cebadilla "Tango" la que presentó valores más altos y negativos ( $p < 0,20$ ) para estos dos cortes y no se diferenció de "Ñandú" en el corte primaveral (tabla 8).

En el corte 2, el efecto de ACE fue significativo y negativo ( $p < 0,20$  %) para las mezcla bifíticas: CR y TR, sugiriendo una incompatibilidad de las variedades de cebadilla con el trébol rojo durante la primavera. Por otro lado, la mezcla ÑR tuvo un efecto de ACE positivo y significativo ( $p < 0,30$ ), señalando compatibilidad entre

ambos cultivares. Contrariamente en el tercer corte solo se demostraron ACE diferentes de 0 al 30 % de probabilidad, alcanzando valores positivos en las mezclas bifíticas CB y TR y un valor negativo para en la mezcla ÑR (tabla 8).

#### Porcentaje de proteínas (PROT)

Los ANVAS calculados separadamente para los tres cortes, mostraron diferencias significativas entre tratamientos para PROT en los diferentes momentos de corte ( $p < 0,01$ ) (tabla 9). Como era de esperar debido a la ausencia de interacción "Tratamiento x Corte", los tratamientos presentaron un patrón de comportamiento similar para los tres cortes. Existieron diferencias altamente significativas para los stands puros, los stands consociados monofíticos y los contrastes entre bifíticos *versus* monofíticos, mientras que no se demostraron diferencias significativas entre las mezclas.

Tabla 8. Medias y error estándar de la media para la variable DIV y sus efectos de aptitud combinatoria general y específica, en %. A) Primer corte. B) Segundo corte. C) Tercer corte. \*, \*\*, \*\*\*: Aptitudes diferentes de 0 a 30%, 20% y 10%, respectivamente.

<b>A) primer corte 6/9/05</b>					
	A Cebadilla "Copetona"	B Cebadilla "Ñandú"	C Cebadilla "Tango"	D T, rojo "Tropero"	E T, blanco "Lucero"
A	85,87 ± 0,18 0,56	87,08 ± 1,22 0,10	86,20 ± 0,85 0,18	82,23 ± 0,88 -0,11	87,34 ± 1,54 0,89
B		87,77 ± 0,16 1,15	84,53 ± 1,76 -2,07**	86,54 ± 2,80 2,60**	86,01 ± 0,92 -1,03
C			85,90 ± 0,50 0,18	83,69 ± 2,68 0,72	86,70 ± 0,25 0,64
D				79,15 ± 1,35 -2,49*	82,52 ± 1,38 -0,88
E					86,68 ± 1,18 0,60
<b>B) segundo corte 15/10/05</b>					
	A	B	C	D	E
A	64,13 ± 1,08 -3,03*	64,07 ± 1,09 0,55	62,34 ± 0,27 0,04	68,21 ± 0,44 -2,57**	70,03 ± 0,71 -0,36
B		63,16 ± 0,43 -2,47*	61,86 ± 0,004 -1,02	73,45 ± 2,72 2,10*	71,17 ± 0,03 0,22
C			64,12 ± 0,93 -3,68**	67,21 ± 0,78 -2,92**	68,70 ± 0,49 -1,03
D				79,70 ± 4,68 4,79 **	79,38 ± 0,10 1,18
E					77,81 ± 1,88 4,39**
<b>C) tercer corte 2/12/05</b>					
	A	B	C	D	E
A	59,95 ± 2,27 -3,21**	57,66 ± 1,04 -0,98	58,07 ± 2,70 -0,22	69,42 ± 0,73 -0,97	70,57 ± 2,12 2,12*
B		58,76 ± 1,78 -4,50**	55,73 ± 0,97 -1,28	67,30 ± 0,06 -1,79*	68,38 ± 0,22 1,23
C			57,06 ± 0,80 -4,84**	70,49 ± 0,88 1,74	65,75 ± 1,96 -1,05
D				81,85 ± 1,55 7,25***	77,89 ± 3,22 -1,00
E					76,29 ± 1,50 5,30**

Tabla 9. Cuadrados medios y nivel de significancia para la variable PROT discriminado por corte. ns: No existen diferencias significativas; \*, \*\*: Diferencias significativas al 5 % y 1 %, respectivamente.

Fuente de variación	GL	CORTE 1 (6/9/05)	CORTE 2 (15/10/05)	CORTE 3 (2/12/05)
Bloques	1	111,97	0,53	0,01
Tratamientos	14	25,19**	27,06**	14,95**
Standards consociados	9	16,73**	20,89**	10,53**
bifíticas	5	1,82 ns	0,52ns	1,97 ns
monofítica	3	37,64**	51,54**	23,43**
bi vs monofíticas	1	28,51**	30,85**	14,64**
Standards puros	4	50,27**	47,65**	27,0**
S. Consoc. Vs. S. Puros	1	1,01ns	0,15ns	6,50*
Acg	4	84,58**	93,52**	45,39**
Ace	10	1,43ns	0,47ns	2,77*
Error	14	1,73	0,55	1,43

Excepcionalmente se encontraron diferencias al 5% al comparar stand consociados *versus* puros en el corte de diciembre. La prueba de Tukey demostró que en el primer y tercer corte los tratamientos quedaron definidos en cinco grupos ( $p < 0,05$ ) mientras que el segundo corte, menos discriminante, solo identificó cuatro grupos (Tabla 10). Similarmente para los tres cortes, los contrastes distinguieron a los tréboles, en parcelas puras (L) y en mezclas monofíticas (L + L), como el grupo de mayor porcentaje de proteínas, y a las parcelas puras y en mezclas monofíticas de gramíneas (G + G) como el grupo de menor porcentaje. Como el valor proteico en las mezclas binarias fue calculado promediando cada componente, es esperable que las mezclas bifíticas (L + G) alcancen porcentajes intermedios (tabla 10). Sin embargo, para el primer corte las mezclas bifíticas TR, TB y CB tuvieron porcentajes de proteínas altos aunque no significativamente diferentes de los alcanzados por los stands puros de tréboles o por su stand consociado (RB). Por otro lado la mezcla bifítica TR presentó el mismo comportamiento a lo largo del ciclo anual (tabla 10).

La ACG de PROT fue significativa para los tres cortes ( $p < 0,01$ ) (tabla 11). No se demostró diferencia significativa para el efecto de ACE para el primer y segundo corte, mientras que el tercer corte fue significativo al 5%. Para los tres cortes, los tréboles presentaron valores de ACG significativos y de signo positivo. Contrariamente las cebadillas con valores negativos. El trébol rojo fue el tratamiento con mayor PROT a lo largo del ciclo del cultivo (tabla 11), alcanzando el mayor valor de ACG en el corte de primavera ( $p < 0,10$ ).

Se demostraron efectos de ACE significativos y positivos para las mezclas bifíticas: TR, en el primer y tercer corte ( $p < 20\%$  y  $30\%$ , respectivamente), y para

CB en el tercer corte ( $p < 0,30$ ), señalando compatibilidad entre dichas variedades. Los demás efectos de ACE significativos fueron negativos, para las mezclas bifíticas CR y ÑR, en el primer y tercer corte, y la mezclas monofíticas de cebadillas ÑT y CT ( $p < 0,20$ ), en el segundo y tercer corte, respectivamente.

## DISCUSIÓN

Es conocida la existencia de interacciones entre tratamientos y momentos de corte para variables de rendimiento y calidad (Sleugh et al., 2000; Zemenchik et al., 2002). Nuestros resultados probaron la existencia de interacción "Tratamiento x Corte" para la variable DIV. Las cebadillas puras o consociadas tuvieron una digestibilidad mayor en el corte de invierno, mientras que los tréboles presentaron una digestibilidad menor. Este patrón se invirtió durante los cortes más tardíos, los que serían responsables de la interacción significativa encontrada para "tratamiento x corte". Esto señala un cambio en el comportamiento de los tratamientos involucrados a lo largo del ciclo de crecimiento anual: invierno, primavera y verano. Es conocido que durante el período de formación de órganos reproductivos se produce un aumento de la cantidad de tejidos lignificados; como consecuencia, la digestibilidad disminuye debido a una caída de la degradabilidad de la pared celular (Agnusdei, 2006). Las cebadillas florecen en septiembre, por inducción del fotoperíodo, mientras que los tréboles con floración estival mantienen su digestibilidad alta hasta un momento más avanzado del año. Nuestros resultados indicaron que al menos durante el primer año de implantación, las consociaciones mixtas de cebadillas con tréboles tuvieron un comportamiento intermedio (figura 1-b), coincidentemente a lo demostrado por Springer et al. (2001).

Tabla 10. Comparaciones entre tratamientos para la variable PROT (%), en el primer, segundo y tercer corte ( $p < 0,05$ ). Letras distintas en sentido vertical indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ). ns: No existen diferencias significativas; \*, \*\*: Diferencias significativas al 5% y 1%, respectivamente.

Primer corte			Segundo corte			Tercer corte		
Trat.	Medias	Grupos	Trat.	Medias	Grupos	Trat.	Medias	Grupos
4RR	23,54	A	4RR	22,37	A	4RR	22,20	A
5BB	22,72	AB	15RB	21,92	A	15RB	19,48	AB
15RB	22,29	AB	5BB	20,14	AB	5BB	18,16	ABC
13TR	19,95	ABC	13TR	17,82	BC	13TR	17,92	ABCD
14TB	18,73	ABCD	9CR	16,85	C	10CB	16,88	BCD
10CB	18,24	ABCDE	14TB	16,78	C	12ÑB	15,79	BCDE
9CR	17,62	BCDE	11ÑR	16,72	C	9CR	15,78	BCDE
12ÑB	17,61	BCDE	12ÑB	16,64	C	14TB	15,76	BCDE
11ÑR	17,45	BCDE	10CB	16,32	C	11ÑR	15,21	BCDE
1CC	14,85	CDE	3TT	13,11	D	1CC	14,58	CDE
8ÑT	14,43	DE	1CC	12,24	D	2ÑÑ	14,36	CDE
2ÑÑ	14,04	DE	6CÑ	12,12	D	8ÑT	13,36	CDE
6CÑ	13,42	E	2ÑÑ	12,10	D	6CÑ	13,35	CDE
3TT	13,26	E	7CT	11,93	D	3TT	13,26	DE
7CT	13,19	E	8ÑT	11,31	D	7CT	11,72	E



Tabla 11. Medias y error estándar de la media para la variable PROT y sus efectos de aptitud combinatoria general y específica, en %. A) Primer corte. B) Segundo corte. C) Tercer corte. \*, \*\*, \*\*\*: Aptitudes diferentes de 0 al 30%, 20% y 10%, respectivamente.

A) primer corte 6/9/05					
	A	B	C	D	E
	Cebadilla "Copetona"	Cebadilla "Ñandú"	Cebadilla "Tango"	T, rojo "Tropero"	T, blanco "Lucero"
A	14,85 ± 1,91 -1,77*	13,42 ± 2,76 -0,30	13,19 ± 0,93 -0,79	17,62 ± 2,53 -0,87*	18,24 ± 2,34 0,05
B		14,04 ± 1,52 -1,94 **	14,43 ± 1,34 0,61	17,45 ± 3,34 -0,87*	17,61 ± 1,51 -0,41
C			13,26 ± 2,27 -1,67*	19,95 ± 3,17 1,36**	18,73 ± 1,47 0,44
D				23,54 ± 2,70 2,84 **	22,29 ± 0,23 -0,51
E					22,72 ± 1,54 2,54**
B) segundo corte 15/10/05					
	A	B	C	D	E
A	12,25 ± 0,03 -1,95**	12,12 ± 0,62 0,23	11,93 ± 0,34 -0,40	16,85 ± 0,45 -0,33	16,32 ± 0,28 0,01
B		12,10 ± 1,09 -2,05**	11,31 ± 0,45 -0,92**	16,72 ± 0,07 -0,36	16,64 ± 0,08 0,43
C			13,11 ± 0,33 -1,61**	17,82 ± 0,34 0,30	16,78 ± 0,18 0,13
D				22,37 ± 0,20 3,24 ***	21,92 ± 0,67 0,41
E					20,14 ± 1,18 2,37***
C) tercer corte 2/12/05					
	A	B	C	D	E
A	14,58 ± 1,00 -1,18*	13,35 ± 0,72 -0,08	11,72 ± 0,85 -1,55**	15,78 ± 0,39 -1,42**	16,88 ± 1,63 0,90*
B		14,36 ± 0,10 -1,24*	13,36 ± 0,76 0,15	15,21 ± 0,90 -1,92**	15,79 ± 0,95 -0,12
C			13,267 ± 0,15 -1,41*	17,92 ± 0,16 0,95*	15,76 ± 0,57 0,01
D				22,20 ± 1,31 2,52**	19,48 ± 0,39 -0,20
E					18,16 ± 0,61 1,30*

Los tréboles tanto en parcelas puras como consociadas mantuvieron una digestibilidad alta a lo largo de todo el ciclo. Especialmente el trébol rojo, alcanzó mayores valores de digestibilidad en stands puros. Existe evidencia experimental en pasturas mixtas de la existencia de efectos competitivos alelopáticos del trébol blanco (*Trifolium repens* L.) sobre otras especies (McCloud & Mott, 1953; MacFarlane et al., 1982; Springer, 1996; Springer et al., 1996). Nuestros resultados confirman que la parcela mixta de tréboles (R+B) presenta un valor de digestibilidad coincidente con el promedio para los stands puros respectivos, indicando ausencia de competencia entre ambos tréboles (figura 1a). También otros autores citan interacciones compatibles entre gramíneas y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (Pederson & Brink, 1988; Springer et al., 1996). Estas interacciones pueden variar a lo largo del ciclo de crecimiento. La mezcla "Ñandú-Tropero" alcanzó valores positivos y significativos de ACE demostrando una ausencia de competencia entre

ambas variedades durante la época de invierno-primavera, a pesar que ambas tienen hábito de crecimiento erecto. Las ACG's significativas y positivas que Ñandú y Tropero tuvieron en el primer corte, serían responsables de la mayor digestibilidad que presentan sus parcelas mixtas. Sin embargo, las mezclas de las otras dos cebadillas combinadas con el trébol rojo no alcanzaron una buena calidad de materia seca, sino por el contrario sus digestibilidades disminuyeron significativamente. Contrariamente, la complementariedad esperada de hábito erecto-hábito postrado no actuaría sobre la calidad de la materia seca. Sin embargo, la estación de crecimiento jugaría un importante papel en la competencia entre las gramíneas y las leguminosas. Davidson & Robson (1986) notaron que a bajas temperaturas invernales o de primavera tempranas, los pecíolos de los tréboles están menos extendidos y las hojas jóvenes de los pastos pueden sobrepasar la láminas de los tréboles, disminuyendo la fotosíntesis en el canopeo del trébol

(Woledge et al, 1990). Por ende una disminución de la producción de la leguminosa impactaría sobre la digestibilidad de las parcelas mixtas que compone.

El trébol blanco presentó menor digestibilidad que el rojo a lo largo de todo el ciclo. Dicho patrón estaría justificado por la perennidad del trébol blanco, ya que el desarrollo de biomasa estaría diferido por su ciclo. El trébol blanco, de hábito de crecimiento rastrero, no demostró combinar bien con ninguna gramínea durante el invierno-primavera, aunque la calidad (DIV y PROT) fue significativamente mayor al consociarse con Copetona durante el corte de verano. Los estolones debajo de la superficie que porta dicho trébol le brindaría una mayor tolerancia a la defoliación, y condicionaría un crecimiento más rápido luego de los sucesivos cortes otorgándole una ventaja competitiva con respecto al trébol rojo. Por otro lado, su canopeo planófilo afectaría la intercepción y distribución de la radiación dentro del canopeo, brindándole una mayor eficiencia en la captación lumínica, necesitando menor área foliar para interceptar una mayor proporción de radiación, al relacionarlo con el canopeo de tipo erectófilo de las gramíneas (Gardner et al, 1985). Stern y Donald (1962) determinaron coeficientes de extinción de la luz dentro del canopeo ( $k$ ) de 1.0 y 0.3 para tréboles y gramíneas, respectivamente. En tréboles el índice de área foliar y el  $K$  determinan que su crecimiento vegetativo no se detenga a lo largo del ciclo.

Contrariamente la mezcla de cebadillas ÑT alcanzó valores negativos y significativos de ACE ( $p$  al 10 %) para DIV. Estos podrían relacionarse con la composición relativa de la parcela (Zemenchick et al. 2002; Deak et al 2007), debido a que la variedad "Tango" demostró ser más agresiva durante el primer y segundo corte (datos no mostrados), tanto en parcelas consociadas con cebadillas como con tréboles y, especialmente con el trébol blanco. Su hábito de crecimiento rastrero podría darle una ventaja adaptativa al inicio de cultivo cuando es sembrada en consociación. Además su buen vigor seminal podría ser otra posible explicación de su excelente competencia con las demás variedades al inicio de la pastura.

En cuanto al contenido de proteínas, las leguminosas (L y L + L) tuvieron en promedio a lo largo de todo el ciclo un 61.5 % más de proteína que las gramíneas (G y G + G), en tanto que las mezclas bifíticas (G + L) tuvieron un 19.2 % menos que las leguminosas, pero un 23.8% más que las Gramíneas puras y/o en mezclas monofíticas (G + G). Estos resultados coinciden con lo citado en otros trabajos que señalan incrementos en el PROT para la consociación binaria de G + L cuando se las compara con un monocultivo de gramínea (Allison et al., 1985; Sheaffer & Marten, 1991; Posler et al., 1993; Sleugh et al., 2000; Carter & Scholl, 1962; Zemenchik et al., 2002).

El contenido de proteína bruta depende de las condiciones ambientales, del estado de madurez de la pastura, de las especies que la conforman y de las partes de la planta consideradas (Marten, 1985; Berdhal et al., 1994). También el contenido de proteína bruta puede variar entre las gramíneas. (Marten & Hovin, 1980). Tal como lo señalo Clements (1969) la concentración de una proteína declina con el crecimiento vegetativo de la planta hasta su madurez y

está altamente correlacionada con la digestibilidad de la misma. Nuestros resultados indican que en promedio el PROT disminuyó en los cortes de principio de primavera y de inicio de verano, no encontrándose diferencias significativas entre ambos. Para el primer corte se obtuvo un 9,75% más de proteína que el valor promedio de los 2 cortes siguientes. Sin embargo, en el verano las gramíneas mejoraron ligeramente su calidad, posiblemente debido al aporte proteico de la porción reproductiva, los cariopses. Redfearn et al., (2002) señalaron que si bien el contenido de proteína declina con la madurez, el rango de variación es más estrecho a mitad de la estación de crecimiento. En relación con las leguminosas que mantuvieron estable su calidad, las gramíneas tuvieron un 6,1, 5,6 y 6,8 % de proteína menos que las leguminosas para el primer, segundo y tercer corte, respectivamente.

El trébol rojo "Tropero" tuvo un contenido de proteína superior en todos los cortes; por consiguiente se esperaba que este trébol adicione a sus mezclas bifíticas una mayor calidad. Efectivamente la combinación del Trébol Rojo con la cebadilla Tango (TR) presentó un valor proteico alto y significativamente no diferente de los valores alcanzados por las parcelas puras o consociadas de tréboles. Esto señala a Tango como una cebadilla con destacado comportamiento a nivel proteico en mezclas de G+L. Sin embargo, Tango tuvo una aptitud combinatoria específica negativa y significativa cuando estuvo asociada con las cebadillas Ñandú y Copetona, en el corte de primavera e inicio de verano, respectivamente.

Por otro lado, en el tercer corte se observó efectos de ACE significativos pero negativos para las mezclas binarias ÑR y CR. Springer et al. (2001) señalaron que los efectos de ACE negativos se explicarían por contribuciones desiguales de forrajes en las muestras. Posiblemente estas cebadillas compitan en crecimiento vegetativo con el trébol rojo durante el verano produciendo un desbalance que justificaría estas diferencias.

## CONCLUSIÓN

Dos resultados relevantes son señalados: a- la compatibilidad de la cebadilla "Tango" y "Ñandú" al combinarse en mezclas con tréboles para el aumento del contenido de proteína bruta y la digestibilidad, respectivamente, a lo largo o en algún momento del primer año del cultivo. b- La competencia negativa demostrada para "Tango" al combinarse con otras cebadillas (CT y ÑT), que redundó en una disminución de digestibilidad de la materia seca en los cortes de primavera y verano. Ambos hallazgos justificarían la incorporación de parcelas mixtas en programas de mejoramiento orientados al aumento de la calidad para la obtención de nuevas variedades, factibles de ser utilizadas en el futuro como constituyentes de pasturas mixtas.

La DIV estuvo influenciada principalmente por el momento de corte, mientras se probó un patrón aditivo para el carácter PROT que señalaría la imposibilidad de superar en calidad a los cultivos de L (puros o consociados). Sin embargo, aunque las mezclas binarias mantuvieron valores medios de PROT a lo

largo del primer año de cultivo, es esperable que durante el segundo año se adicione un *plus* por la fijación biológica del N por parte de la L. Para un productor de carne o leche, la calidad de la pastura es importante ya que reducirá la cantidad de suplementos alimenticios que deberá utilizar. Nuestros resultados demostraron que si bien en algún momento del año las parcelas puras de L y/o G tendrían una ganancia en calidad, una pastura mixta de L + G aportaría estabilidad de rendimiento y calidad a lo largo de la vida de la pastura, determinando un manejo más sustentable.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agnusdei, M.G.** 2006. Factores claves para interpretar y manejar las variaciones en la calidad nutritiva del forraje para el ganado. En: Forrajes 2006. Seminario técnicos: los nuevos ambientes ganaderos "Cómo prepararse para el desafío e aumentar la producción de pasto de calidad". INTA.
- Allison, D.W., G.S. Speer, R.W. Taylor & K. Guillard.** 1985. Nutritional characteristics of kura clover (*Trifolium ambiguum* Bieb.) compared with other forage legumes. *Journal Agriculture Science* 104:227-229.
- Arturi, M. J., M. B. Aulicino, O. Ansín, G. Gallinger & R. Signorio.** 2012. Combining ability in mixtures of prairie grass and clovers. *American Journal of Plant Sciences* 3:1355 - 1360.
- Barnett, F.L. & G.L. Posler.** 1983. Performance of cool-season perennial grasses in pure stands and in mixture with legumes. *Agronomy Journal* 75:582-586.
- Berdahl, J.D., J.F. Karn & S.T. Dara.** 1994. Quantitative inheritance of forage quality traits in intermediate wheatgrass. *Crop Science* 34:423-427.
- Buxton, D.R., D.R. Mertens & D.S. Fisher.** 1996. Forage quality and ruminant utilization. In: *Cool-Season forage grasses* (Eds.: Bartels J.M., Peterson G.A., Baenziger P.S., Bigham J.M.). N° 34, series Agronomy, pp: 229-267. Madison, Wiscconsin USA.
- Caligari, P.D.S.** 1980. Competitive interactions in *Drosophila melanogaster*. *Heredity* 45: 219-231.
- Carter, L.P. & J.M. Scholl.** 1962 Effectiveness of inorganic nitrogen as a replacement for legumes grown in association with forage grasses: I. Dry matter production and botanical composition. *Agronomy Journal* 54:161-163.
- Clements, R.J.** 1969. Selection for crude protein content in *Phalaris tuberosa* L. I. Response to selection and preliminary studies on correlated responses. *Australian Journal of Agricultural research* 20: 643-652.
- Clements R.J.** 1973. Breeding for improved nutritive value of *Phalaris tuberosa* herbage: An evaluation of alternative source of genetic variation. *Australian Journal of Agricultural Research* 24:21-34.
- Cruz, C.D.** 1998. Programa Genes: Versao Windows; Aplicativo Computacional em Genética e Estatística, Viçosa: UFV, 648 p.
- Davidson, I.A. & M. J. Robson.** 1986. Effect of temperature and nitrogen supply on the growth of perennial ryegrass and white clover. 2. A comparison of monocultures and mixed swards. *Annals of Botany* 57: 709-718.
- Deak, A., M.H. Hall, M.A. Sanderson & D. Archibald.** 2007. Production and nutritive value of grassed sample and complex forage mixtures. *Agronomy Journal*. 99:814-821.
- Deak, A., M.H. Hall & M.A. Sanderson.** 2009. Grazing schedule effect on forage production and nutritive value of diverse forage mixtures. *Crop Science* 101(2):408-414.
- Demarco D.** 2010. La producción de carne vacuna y el stock Bovino, una relación de creciente deterioro. En: *Sitio Argentino de producción Animal*, n°: 100,1—35. Argentina. [http://www.produccion-aimal.com.ar/informacion\\_tecnica/origenes\\_evolucion\\_y\\_estadisticas\\_de\\_la\\_ganaderia](http://www.produccion-aimal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia)
- Ferrero, J.** 2000. Calidad de la planta y silaje de maíz cosechado en diferentes estados de madurez. Tesis Maestría Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Balcarce, Argentina.
- Gabrielsen, B.C.** 1986. Evaluation of marker celluloses for activity and capacity to degrade forage. *Agronomy Journal* 78:838-842.
- Gallandt, E.R., S.M. Dofing, P.E. Reisenauer & E. Donaldson.** 2001. Diallel analysis of cultivar mixtures in winter wheat. *Crop Science* 41: 792-796.
- Gardner, F.P., R. Brent Pearce & R.L. Mitchel.** 1985. Carbon fixation by crop canopies. In: *Physiology of Crop plants*. Iowa State University Press-Pp. 31-57.
- Griffing, B.** 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biology Science* 9:463-493.
- Harper, J.L.** 1967. A Darwinian approach to plant ecology. *Journal of Ecology* 55:247-270.
- Haynes, R. J.** 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Advances in Agronomy* 33: 227-259.
- Jung, G.A., J.L. Griffin, R.E. Kocher, J.A. Shaffer & C.F. Gross.** 1985. Performance of switchgrass and bluestem cultivars mixed with cool-season species. *Agronomy Journal* 77: 846-850.
- Lodge, G.M.** 2000. Competition among seedlings of perennial grasses, subterranean clover, white clover, and annual raygrass in replacement series mixtures. *Australian Journal Research* 51:377-383.
- Lynd, J.Q., Jr. E.A. Hanlon & Jr. G.V. Odell.** 1984. Soil fertility and defoliation effects with arrowleaf clover and nitrogen fertilizer equivalence of crimson-arrowleaf clover combinations. *Agronomy Journal* 76: 13-16.
- Macfarlane, M.J., D. Scott & P. Javis.** 1982. Allelopathic effects of white clover. 2- Field investigations in tussock grassland. *New Zealand Journal Agricultural research* 25:511-518.
- Marten, G.C.** 1985. Near infrared reflectance spectroscopy NIRS: analysis of forage quality. *USDA. Agriculture Handbook*; no. 643. Washington, D.C., USDA, 95 p.
- Marten, G.C. & A.W. Hovin.** 1980. Harvest schedule, persistence, yield and quality interactions among four perennial grasses. *Agronomy Journal* 72:378-387.
- McCloud, D.E. & G.O Mott.** 1953. Influence of association upon the forage yield of legume-grass mixtures. *Agronomy Journal* 45:61-65.
- Minson, D.J.** 1990. Forage in ruminant nutrition. *Acad. Press, Inc. New York*.

- Moore, K.J., C.A. Roberts & J.O. Fritz.** 1990. Indirect estimation of botanical composition of alfalfa-smooth brome grass mixtures. *Agronomy Journal* 82:287-290.
- Napitupulu, J.A & D. Smith.** 1979. Changes in herbage chemical composition due to proportion of species in alfalfa-orchardgrass mixtures. *Comm. Soil Science Plant Anal.* 10:565-577.
- Nesherin, L. & B.C. Boller.** 1991. Nitrogen fixation by white clover when competing with grasses at moderately low temperatures. *Plant and Soil* 133:47-56.
- Pederson, G.A. & G.E. Brink.** 1988. Compatibility of five white clover and five tall fescue cultivars grown in association. *Agronomy Journal* 80:755-758.
- Posler, G.L., A.W. Lenssen & G.L. Fine.** 1993. Forage yield, quality, compatibility, and persistence of warm-season grass-legume mixtures. *Agronomy Journal* 85:554-560.
- Redfearn, D.D., B.C. Venuto, W.D. Pitman, M.W. Alisson & J.D. Ward.** 2002. Cultivar and environment effects on annual ryegrass forage yield, yield distribution and nutritive value. *Crop Science* 42:2049-2054.
- Sanderson, M.A. & W.F. Wedin.** 1989. Phenological stage and herbage quality relationship in temperate grasses and legumes. *Agronomy Journal* 81:864-869.
- Scheneiter, O.** 2005. Generación y Evaluación de Cultivares de Especies Forrajeras. Estación Experimental Agropecuaria Pergamino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Sheaffer, C.C. & G.C. Marten.** 1991. Kura clover forage yield, forage quality, and stand dynamics. *Canadian Journal of Plant Science* 71:1169-1172.
- Skinner, R.H., D.L. Gustine & M.A. Sanderson.** 2004. Growth, water relations, and nutritive value of pasture species mixtures under moisture stress. *Crop Science* 44:1361-1369.
- Sleugh, B., K.J. Moore, J.R. George & E.C. Brummer.** 2000. Binary Legume-Grass Mixture Improve Forage yield, quality and seasonal distribution. *Agronomy Journal* 92 (1): 24-29.
- Snaydon, R.W.** 1991. Replacement or additive designs for competition studies? *Journal Appl. Ecol.* 28:930-946.
- Sprague, G. F. & L.A. Tatum.** 1942. General Vs. Specific combining ability in single crosses of corn. *Journal of American Society Agronomy* 34: 923-32.
- Springer, T.L.** 1996. Allelopathic effects on germination and seedling growth of clovers by endophyte-free and infected tall fescue. *Crop Science* 36:1639-1642.
- Springer, T.L., G.E. Aiken., R.N. Pittman & R.W. Mcnew.** 1996. Competition and combining ability effects of cool-season legumes and grasses. P. 58-66. *In:* T.L. Springer and R.N. Pittman (eds). Identifying germoplasm for successful forage legume-grass interaction. U.S. Dep. Agric, Agricultural Research Service. 1996-02.
- Springer, T.L., G.E. Aiken & R.W. Mcnew.** 2001. Combining ability of binary mixtures of native warm-season grasses and legumes. *Crop Science* 41: 818-823.
- Steel, R. & J. Torrie.** 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2ª ed. McGraw-Hill, México. 622 p.
- Stern, W.R. & C.M. Donald.** 1962. Light relationships in grass-clover swards. *Australian Journal Agriculture Research* 13: 615-623.
- West, C.P. & A.P. Mallarino.** 1996. Nitrogen transfer from legumes to grasses. p. 167-175. *In* R.E. Joost and C.A. Roberts (eds.) Nutrient cycling in forage systems. Proceedings. March 7-8 Columbia, MO. Potash and Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Research. Manhattan, KS.
- Wheeler, J.L. & J.L. Corbett.** 1989. Criteria for breeding forages of improved feeding value: results of a Delphi survey. *Grass and Forage Science* 44:77-83.
- Wiles, P.G., I.K. Gray & R.C Kissling.** 1998. Routine analysis of proteins by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. *Journal of AOAC International*, v.81, p.620-632.
- Wolledge, J., V. Tewson & I.A. Davidson.** 1990. Growth of grass clover mixture during winter. *Grass Forage Science* 45:191-202.
- Zemenchik, R.A., K.A. Albrecht & M.K. Schultz.** 2001. Nitrogen replacement value of kura clover and birdsfoot trefoil in binary mixture with cool-season grass. *Agronomy Journal*. 93:451-458.
- Zemenchik, R.A., K.A. Albrecht & R.D. Shaver.** 2002. Improved nutritive value of kura clover and birdsfoot trefoil-grass mixtures compared with grass monocultures. *Agronomy Journal* 94: 1131-1138.