

TRABAJO ORIGINAL**DISPONIBILIDAD RELATIVA Y DIGESTIBILIDAD COMO
PREDICTORES DE LA RESPUESTA ANIMAL EN EL
BOSQUE DE CALDÉN ARGENTINO**

*Biomass and digestibility of the Argentine caldén forest
as predictors of animal performance*

**CERQUEIRA¹, E.D., RABOTNIKOF², C.M., SÁENZ², A.M.,
FERNÁNDEZ², B. Y CHIRINO², C.**

Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue explicar la respuesta animal, en dos condiciones del pastizal del bosque de caldén argentino, en función de: 1) la concentración de energía metabolizable (EM) media de la disponibilidad forrajera total (CETotal); y 2) la concentración de EM media de las especies presentes en la dieta de los animales (CEDieta). Cuatro potreros de 24 ha cada uno, dos en condición buena (B) y dos en condición regular (R), fueron pastoreados durante 140 días por cuatro vacas Aberdeen Angus. El período de estudio fue dividido en dos estaciones: otoño (02/05/95 al 27/07/95) e invierno (27/07/95 al 11/10/95). Mensualmente se midió disponibilidad y digestibilidad *in vitro* de la materia seca por especie, ganancia diaria de peso vivo por animal y composición botánica de la dieta por análisis microhistológico de heces. El consumo se estimó en función del peso vivo y la concentración energética del alimento, mientras que para los requerimientos energéticos se utilizó, además, la respuesta animal observada. La variables analizadas fueron RETotal y REDieta, que expresan la proporción (%) de los requerimientos energéticos, explicados por CETotal y CEDieta, respectivamente. RETotal fue mayor en la condición buena que en la regular, aunque sólo diferente ($p < 0,05$) en el otoño (49% vs 36% y 80% vs 74%, para B y R en otoño e invierno, respectivamente). REDieta fue diferente ($p < 0,05$) entre condiciones en otoño (72% y 55%, para B y R, respectivamente). En invierno, REDieta alcanzó un valor de 100%, para ambas condiciones ($p > 0,05$). El nivel de precisión de las ecuaciones se incrementó sensiblemente cuando se utilizó la calidad media de las especies de la dieta ponderadas por su presencia en la misma. En el invierno, la variación de peso predicha coincidió con las variaciones de peso observadas en los animales del ensayo.

Palabras clave: herbivoría, bovinos, pastizal, selección de dietas, performance animal.

Recibido: 26 de febrero de 2002

Aceptado: 20 de agosto de 2002

1. Profesor. Fac.Agron., UNLPam e Investigador Asistente CONICET. C.C. 300 (6300) Santa Rosa, La Pampa.

2. Ing.Agr. Docentes-Investigadores de la Fac.Agron., UNLPam.

SUMMARY

The objective of this research was to explain the observed animal performances of cows grazing two range conditions (good and fair) on the Argentine caldén forest, based on: 1) the mean metabolizable energy of the total forage availability (CETotal); and 2) the mean metabolizable energy of the forage species selected by the animals (CEDieta). The experiment lasted 140 days during the fall-winter grazing season. Four-24 ha paddocks, two per range condition, were grazed by 4 cows (17.7 AUD ha⁻¹). Forage availability and *in vitro* dry matter digestibility, live weight gain and diet composition by fecal microhistological analysis were measured monthly. The study period was partitioned into two seasons: fall (05/02/95 to 07/27/95) and winter (07/27/95 to 10/11/95). Estimates of intake were based on: live weight and CETotal and/or CEDieta. For animal's energy requirements animal performance was also considered. The variables under study were REDTotal and REDDieta, which represent the ratio of estimated energy supply to energy requirements, based on CETotal and CEDieta, respectively. The results show that REDTotal was different ($p < 0.05$) between range conditions during fall (49% and 36%, for good and fair, respectively), but not during winter (80% and 74%, respectively). REDDieta was different between conditions ($p < 0.05$) in fall (72% and 55%, for good and fair, respectively), but not in winter (100% and 100%, respectively). The level of accuracy of the nutritional model to predict animal performance was acceptable when the mean quality of forage in diet was used as input and mainly during winter, when the animals had less chances to select diets.

Key words: herbivory, cows, grasslands, diet selection, animal performance.

INTRODUCCIÓN

El bosque de caldén (*Prosopis caldenia* Burk.) se extiende en una franja de aproximadamente 4.000.000 de ha que abarca la región central de La Pampa y el sur de San Luis (INTA-Prov. de La Pampa-UNLPam, 1980). Este bosque posee un importante estrato herbáceo, que constituye un recurso forrajero fundamental para la producción ganadera en la zona semiárida central de la Argentina. En general, este recurso es utilizado durante el otoño e invierno, combinándose con la utilización primavero-estival del pasto llorón (Llorens y Frank, 1999). En la actualidad este bosque se encuentra severamente degradado, principalmente por el sobrepastoreo de las especies forrajeras y la invasión de leñosas (Iglesias, 1993).

La capacidad de carga de los pastizales naturales ha sido un tópico ampliamente discutido a la hora de sugerir recomendaciones para su uso, teniendo en cuenta la compatibilidad de la respuesta animal con la conservación del recurso (Danckwerts, 1989; Walker, 1995). Tradicionalmente, las estimaciones de capaci-

dad de carga se han basado en el aporte suministrado por el forraje y los requerimientos de los animales en pastoreo (Nazar Anchorena, 1988; Ghulam, Khan, Mohammad, Akbar y Arshad, 1996; Guevara, Estevez, y Torres, 1996). Sin embargo estas estimaciones no han establecido claras relaciones entre la carga animal y la producción individual.

Usualmente, se ha asumido que el alimento es una variable simple, generalmente estimada como la suma de la materia seca, energía o nitrógeno proporcionados por el forraje, siendo esta cantidad homogéneamente dividida entre los animales en pastoreo de acuerdo a sus requerimientos nutricionales (Hobbs y Swift, 1985). Sin embargo y debido a que en la mayoría de los pastizales naturales la abundancia de alimento se relaciona inversamente con su calidad (Bell, 1982; Breman y DeWit, 1983; Demment, 1983) las estimaciones de la capacidad de carga deberían tener en cuenta la calidad de la dieta efectivamente seleccionada por los animales en pastoreo, si se intenta predecir la respuesta animal (Hobbs y Swift, 1985; McCall, Brown y Bender, 1997).

Hobbs y Swift (1985) presentaron una técnica para estimar la capacidad de carga teniendo en cuenta situaciones de apremios nutricionales. El concepto que subyace en este procedimiento es que la capacidad de carga es función de la cantidad del alimento disponible de determinada calidad, la cual es considerada adecuada para una respuesta animal fijada de antemano.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación existente entre la digestibilidad y la disponibilidad relativa de forraje con la respuesta animal observada en vacas adultas en pastoreo, en el pastizal natural del bosque de caldén, durante el período de utilización otoño-invernal. Se intenta explicar la respuesta animal observada, primero como una función de la concentración media de energía metabolizable (EM) del total de forraje disponible, y posteriormente como una función de la concentración media de EM de las especies forrajeras seleccionadas por los animales. Se propone contribuir a elevar el nivel de precisión de los modelos cuali-cuantitativos de predicción de la respuesta animal, cuando son usados para estimar la capacidad de carga en los pastizales naturales del bosque de caldén de la región semiárida central de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue llevado a cabo en un establecimiento ubicado en la región del Caldenal (Luan Toro, Prov. de La Pampa, Argentina, 65°E, 36°S) durante 140 días, en el período otoño-invernal. Se utilizaron dos condiciones del pastizal: regular y buena. Las condiciones se caracterizaron por: 1) la densidad de especies leñosas, principalmente **Prosopis caldenia** Burk., (482 ± 281 y 1731 ± 849 plantas ha^{-1} , para la condición buena y regular, respectivamente); y 2) la proporción de pastos cortos invernales en relación con la biomasa total (compuesta por éstos más las denominadas "pajas" o forrajeras no valiosas y las especies de

crecimiento estival) según el método de Huss (INTA-FAO, 1986): buena > 60% y regular < 30%.

Las principales especies de pastos cortos invernales, comúnmente considerados forrajeras valiosas, fueron: **Poa ligularis** Nees ex Steudel, **Piptochaetium napostaense** Speg., **Stipa tenuis** Philippi, **Stipa clarazii** Philippi y **Hordeum stenostachys**. Las principales forrajeras no valiosas fueron: **Stipa gynerioides** Philippi, **Stipa tenuissima** Trinius, **Stipa brachychaeta** Godron, **Stipa ambigua** y **Stipa trichotoma**. En ambas condiciones se encontró una proporción similar de las especies de verano típicas de la zona: **Digitaria californica**, **Trichloris crinita**, **Aristida subulata**, **Bothriochloa springfieldii**, **Pappophorum caespitosum** y **Setaria pampeana**.

El ensayo se implementó sobre potreros de 24 ha, con dos repeticiones por condición del pastizal. Cuatro vacas adultas Aberdeen Angus, vacías (peso vivo promedio inicial = 414 ± 20 kg) fueron asignadas al azar a cada potrero. La carga animal, similar en cada potrero, fue calculada en función de la disponibilidad de los pastos cortos invernales en la condición regular al comienzo del ensayo (400 kg MS ha^{-1}). De esta manera, la disponibilidad de las especies que se asumen como forrajeras valiosas (Llorens, 1995) no condicionó la selección de dietas, en ninguna de las condiciones.

Con el objeto de ilustrar la evolución estacional de los cambios en la digestibilidad y la cantidad del forraje, se dividió el período de estudio en dos estaciones: otoño (02/05 al 27/07) e invierno (27/07 al 11/10). Cada estación incluyó datos de tres mediciones de disponibilidad y digestibilidad del forraje como así también de composición botánica de la dieta y peso vivo de los animales. Por lo tanto, los resultados informados en este trabajo constituyen un promedio de cada estación. Las medias de cada tratamiento fueron comparadas por una prueba "t" de Student al 5% de significancia.

En cada potrero se midió mensualmente la disponibilidad de materia seca (MS) de cada especie mediante cortes de la biomasa aérea a nivel del suelo. En cada oportunidad se tomaron al azar 20 submuestras de 0,25 m² por potrero. En cada submuestra se identificó y separó la biomasa aérea de cada especie, la cual fue secada en estufa a 60 °C hasta peso constante y luego molida en un molino tipo Willey provisto de malla de 1 mm.

Para los análisis de laboratorio se conformó, para cada especie y cada potrero, una muestra compuesta por las submuestras de cada especie recolectadas en el campo, reduciendo el efecto individuo (planta) en los resultados. En cada muestra, se determinó la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) mediante el método de Tilley y Terry (1963) modificado por Alexander y McGowan (1966). En el caso de los frutos de caldén se utilizó el dato de DIVMS, informado por Menvielle y Hernández (1985).

Mensualmente y para cada animal se determinó su peso vivo (PV) y la composición botánica de la dieta mediante análisis microhistológico de heces (Sparks y Malechek, 1968). Las muestras de heces fueron tomadas por muestreo rectal de cada animal y procesadas en laboratorio según el método propuesto por Sparks y Malechek (1968).

Para cada animal y en cada período se calcularon los requerimientos de EM (Mj animal⁻¹ día⁻¹) según los estándares de alimentación del ARC (1980), en función del peso vivo, la respuesta animal observada y la concentración energética promedio del alimento en cada intervalo, mientras que el consumo diario de MS (kg MS animal⁻¹ día⁻¹) fue estimado en función del peso vivo y la concentración energética promedio del alimento. Los requerimientos energéticos de mantenimiento fueron aumentados por actividad asumiendo una distancia de caminata de 4 km día⁻¹ (Hart, Bissio, Samuel y Waggoneer Jr., 1993) y un costo energético de 37,66 kJ km⁻¹ 100 kg PV⁻¹ (DiMarco y Aello, 1998).

A partir de la DIVMS de cada especie se calculó la concentración de EM (CE= Mj EM kg MS⁻¹) del alimento de la siguiente forma: 1) como un promedio ponderado, teniendo en cuenta la CE y la disponibilidad de cada una de las especies presentes en el potrero (CETotal), y 2) como un promedio ponderado, teniendo en cuenta la CE y la proporción en la dieta de aquellas especies que fueron detectadas mediante el análisis microhistológico de heces (CEDieta).

Para evaluar la capacidad predictiva de la disponibilidad relativa y la digestibilidad sobre la respuesta animal se calcularon las siguientes variables: 1) porcentaje de los requerimientos energéticos explicados por CETotal (RETotal); y 2) porcentaje de los requerimientos energéticos explicados por CEDieta (REDieta). Estas variables fueron construidas de la siguiente manera:

$$1) RETotal = ((CMS \cdot CETotal) / RQ) \cdot 100$$

donde:

CMS= consumo de materia seca (kg MS animal⁻¹ día⁻¹) estimado por ARC (1980)

RQ= requerimientos diarios de EM (Mj animal⁻¹ día⁻¹) estimado por ARC (1980)

CETotal= concentración energética media de la disponibilidad forrajera total (Mj EM kg MS⁻¹), calculado como:

$$CETotal = \frac{\sum_{i=1}^n (CE_i \cdot disponibilidad_i)}{\sum_{i=1}^n disponibilidad_i}$$

siendo:

CE_i = concentración de EM de la especie_i (Mj kg MS⁻¹)

disponibilidad_i = disponibilidad de la especie_i (kg MS ha⁻¹)

y

$$2) REDieta = ((CMS \cdot CEDieta) / RQ) \cdot 100$$

donde:

CEDIeta = concentración energética media de la dieta (Mj EM kg MS⁻¹), calculado como:

$$CEDieta = \sum_{i=1}^n (CE_i \cdot \% \text{ en dieta } i) \cdot 100^{-1}$$

siendo:

% en dieta i = la proporción de la especie i en la dieta de los animales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Cuadros 1, 2 y 3 presentan la disponibilidad forrajera y la DIVMS de las especies forrajeras valiosas, no valiosas y estivales, respectivamente, encontradas en las dos condiciones del pastizal durante el otoño y el invierno. La disponibilidad de todas las especies presentes en los potreros en el otoño (buena: 2.329 y regular: 2.958 kg MS ha⁻¹) y en el invierno (buena: 2.224 y regular: 1.941 kg MS ha⁻¹) no fue diferente ($p > 0,05$) entre las condiciones. En cambio, la DIVMS media de la disponibilidad total fue mayor ($p < 0,05$) en la condición buena que en la regular durante el otoño (45,2 ± 0,1 y 38,7 ± 0,1%, respectivamente).

En otoño e invierno no existieron diferencias ($p > 0,05$) en la composición botánica de la dieta de los animales pastoreando ambas condiciones, en particular si se consideran sólo las especies forrajeras. Considerando ambas condiciones y para todo el período experimental, aproximadamente un 70% de la dieta estuvo conformada por los pastos cortos invernales (Cuadro 4). La principal diferencia en las dietas obtenidas en ambas condiciones estuvo dada por los de frutos de caldén. En los potreros en buena condición, la presencia de frutos fue importante en la dieta de los animales, disminuyendo de otoño a invierno. Esto resulta particularmente interesante, ya que en la condición buena la densidad de árboles de caldén fue significativamente menor ($p < 0,05$) que en la condición regular. Esto sugeriría que la fructificación de caldenes, a principios de otoño, fue mayor en la condición buena. Lamentablemente, no se cuenta con la disponibilidad por hectárea de estos frutos, lo que impide mayores análisis.

La mayor relación ($p < 0,05$) entre especies forrajeras valiosas y especies forrajeras no valiosas (V:NV) de la condición buena determinó que CETotal fuera mayor ($p < 0,05$) en ésta que en la condición regular durante el otoño (Cuadro 5). Esto no se verificó en invierno, CETotal fue similar entre condiciones en este período, aún cuando V:NV se mantuvo distinta ($p < 0,05$) entre condiciones (Cuadro 5).

También CEDieta fue diferente entre condiciones en otoño ($p < 0,05$), si bien esta variable no es afectada por la V:NV de cada condición. Esta diferencia entre condiciones es explicada por la presencia de frutos de caldén en las dietas de los animales. Los frutos de caldén poseen una DIVMS de 63,8% (Menvielle y Hernández, 1985) aumentando la CEDieta de otoño, en particular, como se explicó previamente, en los potreros de buena condición. Hacia el invierno, la proporción de frutos en la dieta disminuyó en ambas condiciones, lo que explicaría los menores valores de CEDieta y la similitud de esta variable para ambas condiciones (Cuadro 5).

Como lo señala Bailey (1995) en ambientes heterogéneos el ganado selecciona más frecuentemente áreas con mayor calidad media, por lo tanto la calidad media total cambia a medida que avanza la estación de pastoreo. Esto explicaría el hecho que CETotal y CEDieta fueran diferentes entre condiciones en otoño pero no en invierno y menores en esta última estación.

Cuando CETotal y CEDieta fueron utilizados para predecir la variación de peso de los animales en el período, el valor predictivo de la última fue mayor. Obviamente, la respuesta animal depende de la calidad de la dieta, por lo tanto REDieta fue mayor que RETotal, tanto en otoño como en invierno (Cuadro 6). Sin embargo, en general el porcentaje de los requerimientos energéticos de los animales explicado por la calidad media de la disponibilidad forrajera total (RETtotal) o de las especies en la dieta (REDieta) fue bajo, aunque ambos tendieron a aumentar en invierno.

CUADRO 1: Biomasa disponible (kg MS ha⁻¹), digestibilidad **in vitro** de la MS (DIVMS), y sus respectivos errores estándar (\pm), de las gramíneas invernales de porte corto (forrajeras valiosas), en dos condiciones (Buena y Regular) del pastizal de bosque de caldén.

Table 1: Forage availability (kg MS ha⁻¹), **in vitro** dry matter digestibility (DIVMS) and standard errors (\pm) for short-winter grasses (valuable forage species), in two range conditions (Good and Fair) of the caldén forest.

Especie	Otoño				Invierno			
	Condición Buena		Condición Regular		Condición Buena		Condición Regular	
	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)
Piptochaetium napostaense	330 ± 107	45,1 $\pm 0,6$	134 ± 25	43,6 $\pm 0,3$	263 ± 152	42,4 $\pm 1,7$	82 ± 3	43,1 $\pm 0,3$
Poa ligularis	353 ± 97	50,2 $\pm 1,6$	173 ± 90	49,1 $\pm 0,2$	315 ± 110	49,5 $\pm 0,1$	89 ± 52	50,5 $\pm 0,1$
Hordeum stenostachys	157 ± 30	40,1 $\pm 1,6$	45 ± 16	39,1 $\pm 1,1$	125 ± 170	41,3 $\pm 0,4$	39 ± 6	42,1 $\pm 3,1$
Stipa clarazii	130 ± 52	50,5 $\pm 5,1$	86 ± 48	47,5 $\pm 1,7$	128 ± 7	47,7 $\pm 1,3$	37 ± 24	44,5 $\pm 3,5$
Stipa tenuis	2 ⁽¹⁾	43,9 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Información obtenida a partir de un solo dato por condición x estación.

⁽¹⁾ Data from only one combination of range condition x season.

CUADRO 2: Biomasa disponible (kg MS ha⁻¹), % digestibilidad **in vitro** de la MS (DIVMS), y sus respectivos errores estándar (\pm), de las gramíneas invernales de porte medio (forrajeras no valiosas), en dos condiciones (Buena y Regular) del pastizal de bosque de caldén.

Table 2: Forage availability (kg MS ha⁻¹), % **in vitro** dry matter digestibility (DIVMS) and standard errors (\pm) for mid-winter grasses (non-valuable forage species), in two range conditions (Good and Fair) of the caldén forest.

Especie	Otoño				Invierno			
	Condición Buena		Condición Regular		Condición Buena		Condición Regular	
	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)
Stipa tenuissima	375 ± 163	39,6 $\pm 3,1$	857 ± 640	34,6 $\pm 1,0$	466 ± 240	40,4 $\pm 2,7$	618 ± 40	36,2 $\pm 3,3$
Stipa ambigua	11 ⁽¹⁾	47,0 ⁽¹⁾	-	-	19 ± 19	46,9 $\pm 2,4$	35 ± 16	45,1 $\pm 8,7$
Stipa gyneriodes	66 ⁽¹⁾	37,0 ⁽¹⁾	768 ± 174	34,1 $\pm 0,7$	422 ± 362	36,2 $\pm 0,5$	427 ± 248	35,1 $\pm 0,9$
Stipa brachychaeta	12 ⁽¹⁾	34,1 ⁽¹⁾	32 ± 12	43,8 $\pm 1,5$	-	-	13 ⁽¹⁾	41,9 ⁽¹⁾
Stipa trichotoma	-	-	9 ⁽¹⁾	34,2 ⁽¹⁾	-	-	-	-

⁽¹⁾ Información obtenida a partir de un solo dato por condición x estación.

⁽¹⁾ Data from only one combination of range condition x season.

CUADRO 3: Biomasa disponible (kg MS ha⁻¹), % digestibilidad **in vitro** de la MS (DIVMS), y sus respectivos errores estándar (\pm), de las gramíneas estivales, en dos condiciones (Buena y Regular) del pastizal de bosque de caldén.

Table 3: Forage availability (kg MS ha⁻¹), % **in vitro** dry matter digestibility (DIVMS) and standard errors (\pm) for summer growing grasses, in two range conditions (Good and Fair) of the caldén forest.

Especie	Otoño				Invierno			
	Condición Buena		Condición Regular		Condición Buena		Condición Regular	
	Biomasa (kg MS ha ⁻¹)	DIVMS (%)						
Digitaria californica	707 ± 55	48,1 $\pm 1,1$	527 ± 10	43,6 $\pm 1,3$	357 ± 66	45,8 $\pm 2,4$	374 ± 86	42,4 $\pm 0,6$
Trichloris crinita	38 ± 13	38,0 $\pm 9,8$	83 ± 13	41,2 $\pm 1,5$	33 ± 29	42,3 $\pm 1,3$	65 ± 12	39,7 $\pm 3,3$
Aristida subulata	12 ⁽¹⁾	37,1 ⁽¹⁾	65 ± 21	38,8 $\pm 1,1$	6 ⁽¹⁾	37,2 ⁽¹⁾	84 ± 37	35,5 $\pm 2,5$
Bothriochloa springfieldii	4 ⁽¹⁾	38,8 ⁽¹⁾	33 ± 17	40,2 $\pm 13,2$	4 ⁽¹⁾	38,8 ⁽¹⁾	34 ± 1	40,2 $\pm 0,1$
Pappophorum caespitosum	19 ⁽¹⁾	44,2 ⁽¹⁾	5 ⁽¹⁾	42,4 ⁽¹⁾	-	-	5 ⁽¹⁾	42,4 ⁽¹⁾
Setaria pampeana	-	-	8 ⁽¹⁾	48,1 ⁽¹⁾	-	-	4 ⁽¹⁾	53,3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Información obtenida a partir de un solo dato por condición x estación.

⁽¹⁾ Data from only one combination of range condition x season.

CUADRO 4: Composición botánica (%) y error estándar (\pm) de las dietas en otoño y en invierno en dos condiciones (Buena y Regular) del pastizal del bosque de caldén.

Table 4: Botanical composition of diets (%) and standard errors (\pm) during fall and winter in two range conditions (Good and Fair) of the caldén forest

Especie	Otoño		Invierno	
	Buena	Regular	Buena	Regular
Poa ligularis	26,0 \pm 3,3	30,7 \pm 2,8	30,8 \pm 2,8	34,0 \pm 4,3
Piptochaetium napostaense	21,3 \pm 6,4	33,7 \pm 1,5	31,8 \pm 2,9	33,7 \pm 0,6
Stipa clarazii	5,1 \pm 1,7	9,5 \pm 2,8	6,7 \pm 3,7	7,7 \pm 0,8
Stipa tenuissima	3,8 \pm 1,3	6,3 \pm 0,1	6,8 \pm 1,1	10,8 \pm 2,8
Hordeum stenostachys	3,5 \pm 0,9	3,3 \pm 0,8	2,6 \pm 1,0	2,4 \pm 0,7
Trichloris crinita	1,0 \pm 0,6	3,8 \pm 1,9	0,8 \pm 0	2,2 \pm 0,4
Digitaria californica	-	-	-	0,2 \pm 0
Stipa ambigua	-	-	-	0,2 \pm 0,1
Prosopis caldenia (Frutos)	38,2 \pm 3,8	9,1 \pm 1,8	19,2 \pm 4,2	7,2 \pm 0,4

El incremento en REDieta en el invierno en ambas condiciones puede ser explicado por la creciente similitud entre el valor de DIVMS de

las plantas enteras de la dieta del animal y la calidad de las partes de planta efectivamente seleccionadas por el mismo. Armstrong, Robert-

son y Hunter (1995) encontraron mayor cantidad de pseudotallos en las dietas de animales pastoreando tapices herbáceos de alturas decrecientes que en aquéllos de alturas crecientes. A medida que la estación de pastoreo avanzó, en un período donde el crecimiento vegetativo estaba detenido, la muestra de forraje cortada fue cada vez más semejante a la selección efectivamente realizada por el animal.

Por el contrario, si el animal tiene oportunidades para seleccionar partes de plantas la posibilidad de explicación de la respuesta animal con datos sobre las especies disponibles disminuye (Hobbs, Baker, Ellis, Swift y Green, 1982; Hobbs y Swift, 1985; Jung, Bennett y Sahlu, 1989). Hay abundante información que indica que las distintas partes de la planta poseen distintas calidades, y que el valor nutritivo de las hojas es generalmente superior al de los tallos (Terry y Tilley, 1964; Poppi, Minson y Ternouth, 1980; Poppi, Minson, y Ternouth, 1981; Ugherughe, 1986). Como señalan Stritzler, Pagella, Jouve y Ferri,

(1996) el ganado raramente consume plantas enteras sino que manifiesta preferencia hacia el consumo de hojas. Los análisis de la biomasa aérea por planta suelen, por lo tanto, subestimar el valor nutritivo de la dieta consumida. Esto podría explicar los bajos valores de REDieta en otoño para ambas condiciones.

Las predicciones sobre la respuesta animal (Cuadro 6), estimadas con la concentración energética media de la disponibilidad forrajera total (VPETotal) o sólo de las especies en la dieta (VPEDIeta), señalaron mayoritariamente diferencias significativas entre las respuestas predichas para cada condición del pastizal. Esto no se verificó en la respuesta de los animales del ensayo (Cuadro 6) cuya variación de peso vivo observada (VPO) fue similar entre condiciones en ambas estaciones ($p > 0,05$). Sólo en invierno CEDieta predijo una similitud entre la respuesta animal en ambas condiciones y por lo tanto REDieta alcanzó un valor del 100% (Cuadro 6).

CUADRO 5: Relación forrajeras valiosas/forrajeras no valiosas (V:NV), concentración de energía metabolizable de la disponibilidad forrajera total (CETotal) y de las especies de la dieta (CEDieta) y sus respectivos errores estándar (\pm) durante el otoño y el invierno en dos condiciones (Buena y Regular) del pastizal del bosque de caldén.

Table 5: Ratio of valuable to non-valuable forage species (V:NV), metabolizable energy concentration supplied by: 1) total forage (CETotal) and species in diet (CEDieta) and standard errors (\pm), during fall and winter in two range conditions (Good and Fair) of the caldén forest.

	Otoño		Invierno	
	Buena	Regular	Buena	Regular
Relación V:NV ⁽¹⁾	1,50 a	0,20b	0,69a	0,16b
CETotal (Mj EM kg MS ⁻¹)	6,89 \pm 0,01a	5,85 \pm 0,01b	6,43 \pm 0,23a	5,89 \pm 0,30a
CEDIeta (Mj EM kg MS ⁻¹)	8,13 \pm 0,02a	7,06 \pm 0,03b	7,39 \pm 0,02a	7,00 \pm 0,07a

a, b Letras diferentes en la misma fila y dentro de la misma estación indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

a, b Different letters in the same row within a season mean significant differences ($p < 0.05$).

CUADRO 6: Peso vivo inicial, variaciones de peso vivo observadas (VPO) y estimadas en función de la concentración energética media de: 1) la disponibilidad forrajera total (VPETotal) y 2) de las especies en la dieta (VPEDieta) y porcentaje de los requerimientos energéticos explicados por la concentración energética media de: 1) la disponibilidad forrajera total (REDTotal) y 2) la de las especies de la dieta (REDDieta), durante el otoño y el invierno en dos condiciones (Regular y Buena) del pastizal del bosque de caldén.

Table 6: Initial live weight, observed body weight changes (VPO) and body weight changes predicted by: 1) mean quality of total forage availability (VPETotal) and 2) mean quality of species in diet (VPEDieta) and percentage of energy requirements meets by: 1) mean quality of total forage availability (RETTotal) and 2) mean quality of species in diet (REDDieta), during fall and winter in two range conditions (Good and Fair) of the caldén forest.

	Otoño		Invierno	
	Buena	Regular	Buena	Regular
Peso vivo inicial (kg)	389±0,4	421±4,7	409±2,6	437±3,5
VPO (kg animal ⁻¹ día ⁻¹)	0,684 a	0,639 a	-0,040 a	-0,111 a
VPETotal (kg animal ⁻¹ día ⁻¹)	-0,175 a	-0,455 b	-0,285 a	-0,440 b
REDTotal (%)	49 a	36 b	80 a	74 a
VPEDieta (kg animal ⁻¹ día ⁻¹)	0,230 a	-0,100 b	-0,005 a	-0,115 a
REDDieta (%)	72 a	55 b	100 a	100 a

a, b Letras distintas en la misma fila y dentro de la misma estación indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

a, b Different letters in the same row within a season mean significant differences ($p < 0.05$).

CONCLUSIONES

Para el período de utilización otoño-invernal del bosque de caldén, los resultados indican que la relación entre los requerimientos animales estimados según el ARC (1980) y la disponibilidad y la calidad forrajera no es suficientemente sensible para predecir la respuesta animal, cuando los animales tienen oportunidades de seleccionar sus dietas.

La predicción de la respuesta animal a partir de la concentración de EM de la oferta forrajera total (CETotal) estuvo limitada por la inclusión de aquellas especies no seleccionadas por los animales y la no inclusión de la disponibilidad de frutos de caldén, los que demostraron ser un componente muy importante de la dieta, durante el otoño.

La predicción de la respuesta animal a partir de la concentración de EM media de los forrajes presentes en la dieta (CEDieta) estuvo

limitada por la no discriminación de calidad entre partes de planta de las especies seleccionadas. El nivel de predicción de este parámetro alcanzó su máximo valor durante el invierno, debido a la similitud entre el valor de DIVMS de las plantas enteras y la calidad de las partes de planta efectivamente seleccionadas por los animales. Por ello, en este período la variación de peso predicha coincidió con la variación de peso observada en los animales bajo ensayo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Facultad de Agronomía de la UNLPam (Proy. Inv. 19-20/93). Los autores quieren agradecer al Sr. Gorondi y familia por haber facilitado el acceso al establecimiento "Los Caldenes" de la provincia de La Pampa en el que fue llevado a cabo este ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXANDER, R.H. y MCGOWAN, M. 1966. The routine determination of **in vitro** digestibility of organic matter in forages. An investigation of the problems associated with continuous large scale operation. *J. Brit. Grassl. Soc.* 21:140-147.
- ARC. 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. Commonwealth Agric. Bureau. Farnham Royal, England. 351pp.
- ARMSTRONG, R.H., ROBERTSON, E. y HUNTER, E.A. 1995. The effect of sward height and its direction of change on herbage intake, diet selection and performance of weaned lambs grazing ryegrass swards. *Grass and Forage Sci.* 50:389-398.
- BAILEY, D.W. 1995. Daily selection of feeding areas by cattle in homogeneous and heterogeneous environments. *Applied Anim. Behavior Sci.* 45:183-189.
- BELL, R.H.V. 1982. The effect of soil nutrient availability on community structure in African ecosystems. 42:193-216. In: Huntley, B.J. and B.H.Walker (eds). *Ecology of Tropical Savannas*. Ecological Studies. Springer Verlag, Berlin.
- BREMAN, H. y DEWIT, C.T. 1983. Rangeland productivity and exploitation in the Sahel. *Science.* 221:1341-1347.
- DANCKWERTS, J.E. 1989. Animal performance, p.47-60. In: Danckwerts J.E. and W.R. Teague. *Veld Management in the Eastern*.
- DEMMENT, M.W. 1983. Feeding ecology and the evolution of body size of baboons. *Afric. J. Ecol.* 21:219-233.
- DI MARCO, O.N. y AELLO, M.S. 1998. Energy cost of cattle walking on the level and on a gradient. *J. Range. Manage.* 51:9-13.
- GUEVARA, J.C., ESTEVEZ, O.R. y TORRES, E.R. 1996. Utilization of the range use efficiency factor for determining potential cattle production in the Mendoza plain, Argentina. *J. Arid Environments.* 33:347-353.
- GHULAM, A., KHAN, T.N., MOHAMMAD, A., AKBAR, G. y ARSHAD, M. 1996. Cholistan desert, Pakistan. *Rangelands.* 18:124-128.
- HART, R.H., BISSIO, J., SAMUEL, M.J. y WAGGONEER JR., J.W. 1993. Grazing systems, pasture size, and cattle behavior, distribution and gains. *J. Range Manage.* 46:81-87.
- HOBBS, N.T., BAKER, D.L., ELLIS, J.E., SWIFT, D.M. y GREEN, R.A. 1982. Energy-and nitrogen-based estimates of elk winter-range carrying capacity. *J. Wildl. Manage.* 46: 12-21
- HOBBS, N.T. y SWIFT, D.M. 1985. Estimates of habitat carrying capacity incorporating explicit nutritional constraints. *J. Wildl. Manage.* 49:814-822.
- IGLESIAS, D. 1993. Producción de carne en la región del caldenal. In: INTA (ed). *Jornadas de Actualización sobre Producción de Carne en el Caldenal*. La Pampa. Argentina.
- INTA-FAO. 1986. *Principios de Manejo de Praderas Naturales*. Bs.As, Argentina. 356pp.
- INTA-PROV.DE LA PAMPA-UNLPAM. 1980. *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. Argentina. 493pp
- JUNG, H.G., BENNETT, G.L. y SAHLU, T. 1989. Magnitude of diet selection by sheep grazing smooth brome grass. *J. Anim. Sci.* 67:2106-2115.
- LLORENS, E. 1995. Viewpoint: The state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's calden forest. *J. Range Manage.* 48:442-447.
- LLORENS, E. y FRANK, E. 1999. Aspectos Ecológicos del Estrato Herbáceo del Caldenal y Estrategias para su Manejo. AACREA, Gob. Prov. de La Pampa y SAGPYA. 81pp.
- McCALL, T.C., BROWN, R.D. y BENDER, L.C. 1997. Comparison of techniques for determining the nutritional carrying capacity for white-tailed deer. *J. Range Manage.* 50:33-38.
- MENVIELLE, E.E. y HERNANDEZ, O.A. 1985. El valor nutritivo de las vainas de calden (**Prosopis caldenia** Burk.). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 5:435-439.
- NAZAR ANCHORENA, J.B. 1988. Manejo en regiones semiáridas. In: Conv. AACREA-Prov. de La Pampa (eds). Tomo II. *Pastizales Naturales de La Pampa*. Argentina. 112pp.
- POPPI, D.P., MINSON, D.J. y TERNOUTH, J.H. 1980. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. I. The voluntary intake, digestibility and retention time in the reticulo-rumen. *Aus. J. Agr. Res.* 32:99-108.
- POPPI, D.P., MINSON, D.J. y TERNOUTH, J.H. 1981. Studies of cattle and sheep eating leaf and stem fractions of grasses. III. The retention time in the rumen of large feed particles. *Aus. J. Agr. Res.* 32:123-137.

- SPARKS, D.R. y MALECHEK, J.C. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *J. Range Manage.* 21:264-265.
- STRITZLER, N.P., PAGELLA, J.H., JOUVE, V.V. y FERRI, C.M. 1996. Semi-arid warm-season grass yield and nutritive value in Argentina. *J. Range Manage.* 49:121-125.
- TILLEY, J.M.A. y TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the **in vitro** digestion of forage crop. *J. Br. Grassl. Soc.* 18:104-111.
- TERRY, R.A. y TILLEY, J.M.A. 1964. The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue and sainfoin as measured by an **in vitro** procedure. *J. Br. Grassl. Soc.* 19:288-305.
- UGHERUGHE, P.O. 1986. Relationship between digestibility of **Bromus inermis** plant parts. *J. Agron. Crop Sci.* 157:136-143.
- WALKER, J.W. 1995. Viewpoint: Grazing management and research now and in the next millennium. *J. Range Manage.* 48:350-357.