

Nivel de suplementación, ganancia de peso vivo y conducta de vacunos en crecimiento bajo pastoreo de campo natural

Soca P. M¹.; Cabrera M. R. ² y Bruni. M. A³.

¹Unidad de Utilización de Pasturas. Departamento Producción Animal y Pasturas. EEMAC. Facultad de Agronomía. Ruta 3 km 363. Paysandú. Uruguay. 60000. Correo electrónico: psoca@fagro.edu.uy.

² Ing.Agr. Ejercicio Liberal de la Profesión. Programa de Postgrado Facultad de Agronomía. Universidad de la República.

³Unidad de Nutrición Animal. Departamento Producción Animal y Pasturas. EEMAC. Facultad de Agronomía. Ruta 3 km 363. Paysandú. Uruguay. 60000. Uruguay. Correo electrónico: mbruni@fagro.edu.uy

Recibido: 30/12/2005 Aceptado: 30/7/2007

Resumen

Se evaluó el efecto del nivel de suplementación (S) sobre la ganancia de peso vivo (GPV) y conducta de vacunos en pastoreo de pastizal natural. En año1 dieciocho novillos de 257 ± 14 kg de peso vivo (PV) fueron asignados al azar a S: $S_{0,6} = 0.6$; $S_{1,0} = 1.0$; $S_{1,4} = 1.4$ kg de concentrado/100 kg de PV. En año2 veinticuatro animales de 200 ± 20 kg de PV fueron asignados a S, $S_{0,2} = 0.2$ $S_{0,6} = 0.6$ $S_{1,0} = 1$ y $S_{1,4} = 1.4$ kg de concentrado/100 kg de PV. El pastoreo fue entre las 17:00 y 7:00 h. Se registró, el PV y el porcentaje del tiempo dedicado a pastoreo (TP) y tasa de bocado (tB). La GPV en año1 fue de 0.52; 0.62 y 0.73 kg/día para $S_{0,6}$; $S_{1,0}$ $S_{1,4}$ respectivamente y diferente $S_{0,6}$; de $S_{1,0}$ y $S_{1,4}$ ($P < 0.05$). En año 2 la GPV resultó 0.56; 0.57; 0.69; 0.81 kg/día para S donde $S_{0,2}$ y $S_{0,6}$ difirieron de $S_{1,4}$ ($P < 0.05$). Por cada unidad de S, GPV mejoró 0.262 y 0.218 kg ($P < 0.05$) para Año1 y 2. El S no afectó TP ni tB y permitió mejorar la ganancia de peso por animal y superficie. La capacidad de carga con 6 (año 1) y 10 (año 2) novillos de 250 kg de PV por hectárea torna atractiva el empleo de suplemento energético durante el verano en sistemas de producción ganaderos del Uruguay.

Palabras clave: pastizal natural, suplementación, vacunos, conducta en pastoreo, ganancia diaria de peso vivo

Summary

Energy supplementation level, live weight gain and behaviour of growing beef cattle grazing native pasture

The effect of the supplementation level (S) on live weight gain (LWG) and grazing behavior of growing cattle grazing natural pasture was evaluated. During the year 1, eighteen growing cattle of 257 ± 14 kg live weight (LW) were assigned to S: $S_{0,6} = 0.6$; $S_{1,0} = 1.0$; $S_{1,4} = 1.4$ kg of concentrate/100 kg LW. In the year 2 twenty-four animals of 200 ± 20 kg of LW were assigned to S, $S_{0,2} = 0.2$; $S_{0,6} = 0.6$; $S_{1,0} = 1$ and $S_{1,4} = 1.4$ kg of concentrate/100 kg LW. The animals grazed between 17:00 and 7:00 h. The live weigh (LW) was registered every 15 days, and the percentage of the time dedicated to grazing (GT), rumia (RT), rest and biting rate (Br). The LWG to year1 was of 0.52; 0.62 and 0.73 kg/day for $S_{0,6}$; $S_{1,0}$; $S_{1,4}$ respectively and different $S_{0,6}$; of $S_{1,0}$ and $S_{1,4}$ ($P < 0.05$). In the year 2 it was 0.56; 0.57; 0.69; 0.81 kg/day for S, where $S_{0,2}$ and $S_{0,6}$ differed from $S_{1,4}$ ($P < 0.05$). By each percentage unit of increment in S, LWG improved 0.262 and 0.218 kg ($P < 0.05$) for the first and second year. S did not affect GT and Br and allowed improving the weight gain by animal and unit of surface. The carrying capacity maintained of 6 (year 1) and 10 (year 2) growing cattle of 250 kg of LW per hectare justified the use of the summer energy supplementation in cattle production systems of Uruguay attractive.

Key words: Native pasture, supplementation, growing cattle, grazing behavior live weight gain

Introducción

En el Uruguay, la variabilidad entre y dentro de años en la producción y composición química de forraje del campo natural, constituye la principal fuente de riesgo en el resultado físico-económico del ecosistema ganadero. La producción de forraje en primavera-verano se encontró directamente explicada por la precipitación (Bermúdez *et al.*, 2003). El déficit hídrico primavero-estival reduce la capacidad de carga predial y contribuye a la degradación del recurso por sobrepastoreo. Bajo estas condiciones la mejora en la utilización del forraje producido por el campo natural, con insumos externos en cantidades controladas, constituye una alternativa con costo y riesgo limitado que mejora el ingreso neto predial (Pereira y Soca, 2000). En sistemas agrícolas-ganaderos, el verano-otoño constituye el período crítico para mantener la capacidad de carga y comportamiento productivo animal.

Durante el verano, en pastizal nativo de la zona Este del país, se encontró una asociación inversa entre cantidad y digestibilidad del forraje, con 9 y 45% de Proteína Cruda (PC) y Fibra detergente ácido (FDA), respectivamente (Bermúdez *et al.*, 2003). La covariación negativa entre cantidad y concentración de nutrientes y una estrategia de pastoreo orientada a "optimizar" la concentración de nutrientes, provocaría una reducción en la tasa de consumo instantánea, incremento en el tiempo dedicado a búsqueda y costos de cosechar el forraje (Caton y Duthyvetter, 1997; Soca *et al.*, 2002). Bajo estas situaciones, el consumo de energía constituye la principal restricción para mejorar la performance animal de vacunos (Soca *et al.*, 1993). La complementación al pastoreo redundaría en una mejora de la eficiencia de utilización del forraje, performance por animal y podría contribuir a mantener la capacidad de carga y evitar la degradación del recurso.

En Uruguay, las estimaciones del impacto físico-económico de la suplementación con concentrado se apoyan en coeficientes técnicos derivados de experimentos con novillos en crecimiento y terminación bajo pastoreo de pasturas mejoradas (Orcasberro, 1991). La suplementación energética sobre campo natural diferido de otoño a invierno ha sido evaluada con el objetivo de evitar pérdidas de peso vivo de vacunos (Quintans *et al.*, 1999). Durante el verano, no se dispone de coeficientes técnicos que justifiquen el empleo de suplementación energética a vacunos bajo pastoreo de campo natural.

El ayuno o restricción de acceso al pastoreo modifica el largo de la sesión inicial de pastoreo, comportamiento ingestivo y selectividad y no necesariamente reduce el consumo diario de forraje (Soca, 2006). En verano, bajo pastoreo de campo natural, el control del tiempo de pastoreo y/o su ubicación en la tarde-noche permitiría: reducir en la selectividad, el costo energético de cosechar el forraje y encontrar la mayor concentración de materia seca y azúcares solubles en la pastura (Gibb *et al.*, 1998).

El presente experimento, se planteo con el objetivo de evaluar el efecto del nivel de suplementación sobre la ganancia diaria de peso vivo de vacunos bajo pastoreo de pastizal natural durante el verano. Como objetivos específicos: a) Generar la función de respuesta que relaciona nivel de suplemento y ganancia diaria de peso vivo de vacunos b) Describir el patrón de conducta y comportamiento ingestivo durante sesiones de pastoreo.

Materiales y métodos

Localización y periodo experimental

El experimento se llevó a cabo en dos años consecutivos durante 12 semanas en los meses de enero-abril, en un sitio experimental ubicado sobre suelos de la Unidad Alférez sobre sedimentos limo-arcillosos de la Formación Libertad (Basamento Cristalino). Se empleó un pastizal natural cuyas especies predominantes fueron *Cynodon Dactylon*, *Setaria Geniculata*, *Paspalum* sp., *Vulpia* sp., sin pastoreo durante Septiembre-Enero. El área experimental se dividió en parcelas por tratamiento de suplementación de 1 ha distribuidas en el espacio de manera que entre tratamientos no se expresaran diferencias por posición topográfica.

Suplemento

El concentrado (S) (18.5% PC y 2.3 Mcal EM (Chalupa y Ferguson, 1988) se formuló según requerimientos de vacunos en crecimiento (NRC, 1996) en base a afrechillo de arroz y semitrigo de trigo.

Animales

Se emplearon dieciocho novillos Hereford y cruce Hereford * Aberdeen Angus con 15 meses de edad y 257 ± 24 kg de PV (año 1) y veinticuatro novillos (año 2) con 200 ± 26 kg. Al inicio del experimento fueron dosificados en forma supresiva contra parásitos externos e internos.

Tratamientos y diseño experimental

Los animales fueron asignados completamente al azar a tres niveles de oferta de suplemento para el año 1: $S_{0.6} = 0.6$; $S_{1.0} = 1.0$ y $S_{1.4} = 1.4$ kg de suplemento/100 kg PV/día y cuatro niveles para el año 2: $S_{0.2} = 0.2$; $S_{0.6} = 0.6$; $S_{1.0} = 1.0$ y $S_{1.4} = 1.4$ kg de suplemento/100 kg PV/día.

Manejo

La carga animal fue de 6 y 10 animales por hectárea para el año 1 y 2 respectivamente. Los animales pastorearon separados por nivel de suplementación, en pastoreo continuo entre las 17:00 y 7:00 h del día siguiente, donde fueron retirados del pastoreo, llevados a encierro con sombra y agua, donde se suministró el suplemento a la hora 8:00. El suplemento se ofreció en los corrales del encierro con 0.5 m de comedero por animal a cada grupo de animales por nivel de suplemento. Durante el acostumbramiento (15 días) y el período experimental, se observó el comportamiento de los animales durante la suplementación.

Determinaciones

En ambos años a inicio del experimento y cada 15 días se registró el peso vivo (PV) sin ayuno y se cuantificó la cantidad de forraje presente mediante la técnica Doble Muestreo (Haydock y Shaw, 1975). En cada potrero se procedió al ajuste de dos escalas de 5 puntos (1 muy bajo y 5 alto) por posición topográfica. En cada uno de los puntos de las escalas, el forraje presente en cuadros de 30*30 cm fue cortado al ras del suelo y secado a 60° C en estufa de aire forzado hasta peso constante para la determinación de materia seca. En cada parcela donde se ubicaron los tratamientos, se procedió a caracterizar 100 puntos al azar en base al ajuste visual de la escala, obteniéndose por este procedimiento la frecuencia relativa de sitios en cada fecha y parcela. En el año 1, las muestras de forraje y del suplemento, fueron procesadas y sometidas a análisis de proteína cruda (PC) (AOAC, 1975) y fibra detergente ácida (FDA) (Goering y Van Soest, 1970).

En el primer año, cuatro días consecutivos a mitad y final del período experimental se registró cada 5 min, mediante observación visual de tres animales por tratamiento, la actividad (pastoreo, rumia o descanso) entre las 17:00 y 22:00 h (sesión PM) y 5:30 y 7:00 h (sesión AM). Durante las sesiones de pastoreo cada 20 min se procedió al registro del tiempo empleado para realizar 100 bocados de prehensión por apreciación visual que

permitió realizar estimaciones de la tasa de bocado (Soca, 2000).

El consumo de MS se estimó a partir de la ganancia de PV ajustada y los requerimientos de energía, (Corbett, 1976) obteniéndose el consumo de forraje por diferencia entre el consumo total de materia seca y la estimación del consumo de suplemento.

Análisis estadístico

Los atributos de la pastura se resumieron en promedios, desvío estándar y coeficientes de variación. La comparación de promedios se realizó mediante intervalos de confianza.

La evolución de PV en el tiempo se analizó como medida repetida del mismo animal en base a:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_1 \text{día}_j + \hat{\alpha}_2 * (\tau * \text{Día})_{ij} + \beta_3 \text{PVIE} + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = peso vivo (kg)
 τ_i = efecto del nivel de suplementación
 β_{1-3} = coeficientes de regresión
 Día_j = día desde el inicio del experimento
 PVIE = peso vivo a inicio del experimento
 e_{ijk} = error experimental

El tiempo de pastoreo, expresado como porcentaje del total del tiempo de observación, se analizó como:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \text{Turno}_k + (\tau_i * \text{Turno}_k) + e_{ijk}$$

La tasa de bocados se analizó como medida repetida en el tiempo en base a:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_1 \text{Día}_j + \beta_2 * (\tau * \text{Día})_{ij} + \text{Turno}_k + (\tau_i * \text{Turno}_k) + H(\text{Turno}) + e_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} = porcentaje del tiempo dedicado al pastoreo transformado como $\sqrt{\text{arcoseno}}$
 τ = efecto del nivel de suplementación
 Turno = turno del día (AM y PM)
 H = hora dentro de turno
 Día = día de observación de la conducta
 e_{ijk} = error experimental

La relación entre S y ganancia diaria de PV se analizó mediante regresión y la respuesta al suplemento, expresada como kilo de PV por kilo de suplemento se comparó mediante test de homogeneidad de pendiente. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa SAS (SAS, 2000).

Resultados

Pastura

En el Cuadro 1 se presenta la cantidad de forraje a inicio, fin del experimento para año 1 y 2 y la composición química del forraje promedio para el año 1.

A fin del experimento, se registró una tendencia a incrementar la cantidad de forraje en parcelas pastoreadas por animales con superior S (Cuadro 1) ($P < 0.05$).

En el año 1, durante el avance del experimento, disminuyó la cantidad de forraje (Figura 1), sin cambios entre las dos primeras fechas de muestreo en la composición química del forraje (Cuadro 2). Como resultado del rebrote ocurrido en Marzo se produjo un incremento en el contenido de PC y reducción en FDALC (Cuadro 2).

En el cuadro 2 se presenta la evolución de la composición química a lo largo del período experimental.

A inicio del experimento se encontró una mayor frecuencia de sitios con alta cantidad de forraje, pero cuando se analiza todo el periodo experimental, el 70% de los sitios se encontró en la escala 1 y 2. Se verificó una relación inversa y significativa ($P < 0.001$) entre cantidad de forraje y porcentaje de proteína cruda, los sitios con una cantidad superior a 4000 kg MS/ha que corresponden a la escala 4 y 5 presentaron niveles de PC inferior a 7% ($r^2 = 0.67$; $P < 0.001$) (Cuadro 3).

Efecto del nivel de suplementación sobre la performance animal y consumo

La ganancia diaria de PV resultó afectada por el nivel de suplemento ($P < 0.001$) y PV a inicio del experimento ($P < 0.001$) (Cuadro 4).

Cuadro 1. Cantidad y composición química del campo natural presente a inicio y fin del experimento para el año 1 y cantidad de forraje para el año 2.

	Tratamiento		
	S _{0,6}	S _{1,0}	S _{1,4}
Año 1			
Disponibilidad inicio experimento (kg MS/ha)	2700 ¹ ± 420 ²	3400 ¹ ± 380 ²	2900 ¹ ± 300 ²
Disponibilidad fin experimento (kg MS/ha)	995 ¹ ± 180 ^{2a}	1466 ¹ ± 230 ^{2b}	1286 ¹ ± 250 ^{2b}
Materia seca (%)	50.1	48.9	48.9
PC ³ (%)	9.4	9.7	9.6
FDA ³ (%)	38.3	38.4	38.9
EM (Mcal/kg MS) ⁴	1.87	1.87	1.83
Año 2			
Disponibilidad inicio experimento (kg MS/ha)	2450 ¹ ± 500 ²	2800 ± 650	3000 ± 425
Disponibilidad fin experimento (kg MS/ha)	750 ± 280 ^a	1250 ± 325 ^b	1286 ¹ ± 250 ^{2b}

S_{0,6}; S₁ y S_{1,4} 0.6; 1; 1.4 kg de concentrado cada 100 kg de peso vivo.

¹ y ² Promedio y desvío estándar respectivamente.

³Valores de composición química expresados en base seca.

⁴EM = Energía metabolizable, (Chalupa y Ferguson, 1988).

a y b: Letras diferentes de una misma fila difieren $P < 0.05$.

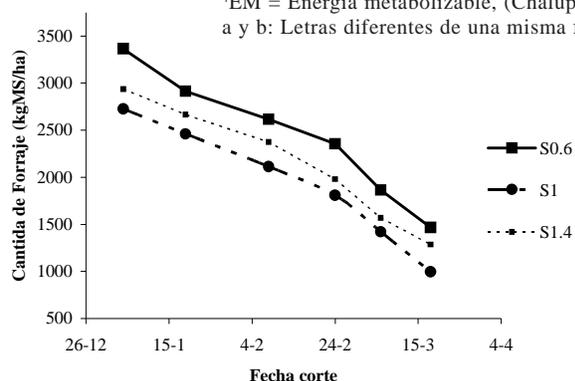


Figura 1. Evolución de la cantidad de forraje durante el período experimental para el año 1.

En la Figura 2, para ambos años, se presenta la evolución del PV promedio del grupo de animales de cada tratamiento desde el comienzo del experimento.

El incremento en S mejoró de manera significativa ($P < 0.05$) la ganancia diaria de PV entre S_{0,6} - S_{1,4} (0.2 kg/animal/día) y S_{0,2} - S_{1,4} (0.25 kg/animal/día) respectivamente (Cuadro 4). El experimento del año 2001 produjo resultados similares para el rango evaluado en el año 2000 (S_{0,6} - S_{1,4}), no obstante, la performance por animal de S_{0,2} no resultó diferente de S_{0,6} en ambos experimentos ($P < 0.05$) (Cuadro 4).

Cuadro 2. Evolución de la composición química¹ de la pastura con el avance del período experimental (año 1).

	Fecha	MO (%)	PC (%)	FDALC (%)
S _{0,6}	08/02	90.02	9.21	39.70
	24/02	90.33	9.08	39.41
	06/03	90.90	9.88	35.70
S ₁	08/02	89.73	9.66	39.41
	24/02	90.33	9.41	39.19
	06/03	90.90	9.91	36.60
S _{1,4}	08/02	89.65	9.52	39.72
	24/02	90.33	9.26	39.87
	06/03	90.90	9.93	37.19

¹ valores expresados en base seca. S_{0,6}, S₁ y S_{1,4}; 0.6; 1; 1.4 kg de concentrado cada 100 kg de peso vivo.

MO = Materia orgánica; PC = Proteína cruda; FDALC = Fibra insoluble en detergente ácido libre de ceniza.

Cuadro 3. Frecuencia observada en toda el área experimental de la escala empleada en la determinación de la cantidad y composición química del forraje (todos los tratamientos y fechas de muestreo). Año 1.

	Frecuencia Observada (Número Total y %)	Cantidad Forraje (kg MS/ha)	PC ² (%)	FDA ² (%)
Escala¹				
1	266 (41%)	600	11.0	36.0
2	192 (30)	1700	9.0	40.0
3	98 (15)	2700	9.0	38.0
4	59 (9)	4300	7.0	40.0
5	33 (5)	10300	5.6	42.0

¹ Escala: Referencia empleada para la determinación de la cantidad de forraje en base a la técnica de Doble Muestreo.

²Valores de composición química expresados en base seca.

Cuadro 4. Coeficientes provenientes del modelo de análisis de la evolución del peso vivo para el año 1 y 2.

Año	Nivel de Suplementación (% Peso Vivo)					EE	P>F
	Año 1	S _{0,2}	S _{0,6}	S ₁	S _{1,4}		
Bo			22	21	19	19.25	Ns
B ₁ *Día			0.63	0.63	0.63	0.03	0.001
B ₂ (Día*T)			0.53a	0.62ab	0.73b	0.06	0.008
B ₃ *PVIE			0.9	0.9	0.9	0.07	0.01
Año 2							
Bo	18	24	22	20	18	18	0.05
B ₁ *Día	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.01	0.01
B ₂ (Día*T)	0.56a	0.58a	0.69ab	0.81b	0.05	0.05	0.001
B ₃ *PVIE	0.65	0.65	0.65	0.65	0.08	0.08	0.001

Bo = Intercepto B1-3= Coeficiente de regresión. EE: error estándar de la estimación Día j = Día desde el inicio del experimento. S_{0,2} S_{0,6} S₁ S_{1,4} Tratamiento (nivel de suplementación, porcentaje del peso vivo).PVIE = Peso Vivo al inicio del experimento.

Letras diferentes dentro de una misma fila difieren significativamente (P<0.05).

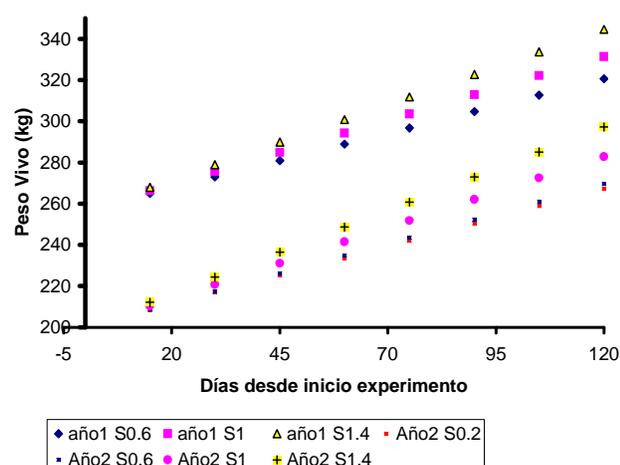


Figura 2. Evolución de peso promedio de novillos en crecimiento bajo diversos niveles de suplementación energética.

El suplemento ofrecido $S_{0.6} = 1.6 - S_{1.0} = 2.7$ y $S_{1.4} = 3.6$ kg/animal/día, resultó consumido en su totalidad y en base a la composición química se estimó el aporte energético y eficiencia de uso de la energía. Esta información conjuntamente con la ganancia de PV ajustada, permitió realizar estimaciones sobre el consumo de energía, materia seca total y proveniente del forraje (Cuadro 5).

De acuerdo con las estimaciones de consumo de forraje, el suministro de 3.6 kg de suplemento, respecto al suministro de 1.6 kg de suplemento por animal, provocaría una reducción de 0.3 kg forraje/kg suplemento adicional, no obstante, se incrementaría el consumo de materia seca total y energía metabolizable (Cuadro 5).

Cuadro 5. Resultado físico de la suplementación, año 1.

	Nivel de Suplementación (% Peso Vivo)		
	$S_{0.6}$	S_1	$S_{1.4}$
Ganancia Diaria (kg) (kg/animal /día)	0.52 ^a	0.60 ^{ab}	0.73 ^b
Consumo de EM Total (Mcal/animal/día) ¹	14.15	15.75	17.27
Consumo MS Total (kg MS/animal/día) ²	7.2	7.8	8.5
Consumo suplemento (kg/animal/día) (kg MS/anim/día)	1.6	2.7	3.6
Estimación del consumo de forraje (Kg MS/anim/día) ³	5.6	5.1	4.9
Carga Animal (novillos /ha)	6		
Producción de carne por hectárea	179	208	251

¹Requerimientos para la ganancia diaria obtenida (NRC, 1996).

²A partir de la energía requerida y el aporte de los alimentos, estimado a partir de la composición química de los mismos.

³Estimado por diferencia, se asume no interacción entre el forraje y el suplemento.

$S_{0.6}$, S_1 y $S_{1.4}$: 0.6; 1; 1.4 kg de concentrado cada 100 kg de peso vivo.

Letras diferente dentro de una misma fila difieren significativamente $P < 0.05$.

El aumento del S se asoció con mejoras de la ganancia diaria de PV (Cuadro 5) y una reducción en eficiencia de uso del suplemento.

La carga animal fue similar en todos los tratamientos (6 animales/ha) por lo cual los cambios en la producción por unidad de superficie se explican por diferencias en la performance por animal (Cuadro 5).

En el segundo año la ganancia diaria de PV no presentó diferencias entre $S_{0.2}$ y $S_{0.6}$ y difirió de S_1 y $S_{1.4}$ ($P < 0.05$). (Cuadro 6). Por cada 1% de aumento en el

Cuadro 6. Efecto del nivel de suplementación sobre la performance animal y eficiencia de uso de suplemento (año 2).

	Nivel de Suplementación (% Peso Vivo)			
	$S_{0.2}$	$S_{0.6}$	S_1	$S_{1.4}$
Consumo suplemento (kg MS/animal/día)	0,57	1,70	2,90	3,80
Ganancia Diaria (kg/animal /día)	0,56c	0,57c	0,69b	0,81a
Carga animal (animales/ha)	10			
Producción de carne por hectárea	286	313	373	437

$S_{0.2} = 0.2$, $S_{0.6} = 6$; $S_{1.4} = 1.0$; $S_{1.4} = 1.4$ kilogramos de concentrado cada 100 kilos de peso vivo. Letras diferente dentro de una misma fila difieren significativamente $P < 0.05$.

nivel de suplementación, la ganancia diaria se incrementó en forma lineal y con magnitud similar en ambos años (año 1 = 0.262; $P < 0.05$; año 2 = 0.218; $P < 0.05$; kg/animal/día).

Con respecto al año 1 la carga animal del año 2 fue superior (10 animales/ha, 7 UG/ha) lo que conjuntamente con la mejora en la ganancia diaria de peso (Cuadro 4), contribuyó a explicar los superiores niveles de producción de carne por unidad de superficie registrados en S_1 y $S_{1,4}$ (Cuadro 6).

Efecto del nivel de suplemento sobre el comportamiento ingestivo

El tiempo de pastoreo y tasa de bocado no resultaron afectadas por el nivel de suplementación ($P < 0.10$) (Cuadro 7).

El TP resultó afectado por la interacción entre nivel de suplementación y sesión de pastoreo ($P < 0.001$) (Cuadro 7). Durante la sesión matutina, el incremento de S redujo el porcentaje de animales pastoreando, mientras que en la tarde con mayor nivel de suplemento se incrementó (Cuadro 7). En cada sesión de pastoreo la tasa de bocado se modificó conforme avanzaba la sesión ($P < 0.001$) y se aproximó el encierro o la noche.

Cuadro 7. Efecto del nivel de suplementación en el porcentaje del tiempo de pastoreo y tasa de bocado año 1 (promedios de mínimos cuadrados).

Conducta	Turno	Nivel de Suplementación		
		$S_{0,6}$	$S_{1,0}$	$S_{1,4}$
Pastoreo				
(% del tiempo total de observación)				
	AM	92a	89b	80b
	PM	78b	88a	96a
	Promedio	85a	88a	86 ^a
Tasa de Bocado				
(bocados/minuto)				
	AM	25a	27a	28a
	PM	30b	30b	35a
	Promedio	26a	27a	28 ^a

$S_{1,4}$ = 0.61 y 1.4 kilogramos de concentrado cada 100 kilos de peso vivo.

a, b, c: Letras diferentes dentro de una misma fila difieren significativamente $P < 0.05$.

Discusión

La carga animal con la cual se condujo el experimento y la sequía imperante en los meses previos a la instalación del experimento y durante el período experimental, (Bermúdez *et al.*, 2003), contribuyó a explicar la magnitud en promedio (Cuadro 1) y evolución de la cantidad de forraje (Figura 1). La estimación de la oferta de forraje total promedio (1.4 kg MS/100 kg PV), permitió postular que de no haber incluido suplemento, los animales hubieran registrado pérdida de PV (Soca *et al.*, 1993; Baldi *et al.*, 2001).

La composición química no presentó diferencias entre tratamientos (Cuadro 1) y períodos de evaluación (Cuadro 2) resultó similar a lo reportados para campo natural sobre Unidad Alférez (Bermúdez *et al.*, 2003) y para experimentos llevados a cabo en la región Este del Uruguay (Carámbula *et al.*, 1997).

Sin considerar la selectividad, que normalmente realizan los vacunos a pastoreo, el porcentaje de proteína cruda del forraje, no limitaría el consumo de forraje (Cuadro 2).

El tiempo de acceso al pastoreo resultó una señal homogénea para todos los tratamientos, dado que se procedió a encerrar los animales entre las 8:00 y 17:00 h. El rumiante integra una mayor escala de tiempo en decisiones de forrajeo tomadas a muy corto plazo (Laca *et al.*, 1996; Soca, 2006). Durante el verano, bajo pastoreo de pastizal nativo heterogéneo, donde se verificó una relación inversa entre cantidad y calidad de forraje (Cuadro 3) y elevadas temperaturas diurnas, el vacuno sin restricción en el tiempo de pastoreo, orientaría su estrategia de pastoreo, a la obtención de elevada cantidad de nutrientes digestibles (Laca y Demment, 1996). Con este fin, emplearía un modelo de pastoreo de intensa búsqueda y selección de sitios con superior valor nutritivo (Soca, 2000; Soca, 2006). Dicha estrategia, incrementaría los costos de cosechar el forraje y la actividad metabólica, lo cual se asocia con reducción en la eficiencia de utilización del alimento (Caton y Dhuyvetter, 1997).

Los animales pastorearon un 85 % del tiempo total de observación. El tiempo de acceso al pastoreo provocaría que los animales cuando salen al pastoreo lo hagan con una importante «motivación» para incrementar la tasa de consumo y largo de la sesión inicial de pastoreo (Soca *et al.*, 2002). Esta motivación explica que durante la mayor parte del tiempo de observación de la conducta (sesión de pastoreo), los animales se encontraron pastoreando (Cuadro 7). La tasa de bocado pro-

medio resultó inferior a la esperada en base a experimentos que estudiaron la conducta de vacas lecheras sometidas a ayuno previo (Soca, 2000) y similar al de terneros en pastoreo de pasturas sembradas (Soca, 2006).

Con el incremento de S se encontró un patrón de pastoreo diferente entre turnos del día (Cuadro 7). Durante el período que va desde el amanecer al inicio del encierro, el porcentaje del tiempo de pastoreo respondió a un patrón similar a lo reportado en la bibliografía, con mayor nivel de suplemento se encontró reducción del pastoreo (Krysl y Hess, 1993). Durante la tarde-noche el mayor nivel de suplemento se asoció con mayor porcentaje del tiempo en pastoreo. La modificación en el tiempo de acceso al pastoreo, impuesta por los tratamientos, permitió “trasladar” gran parte de la sesión de pastoreo hacia la tarde-noche. En este momento del día la pastura mejora la concentración de nutrientes digestibles (Gibb *et al.*, 1998).

El ayuno al que fueron sometidos todos los animales y la carga animal empleada en el experimento se asociarían con una menor posibilidad de expresar un modelo de pastoreo con intensa selectividad. En pastizales heterogéneos, un incremento en la selectividad se encontró negativamente correlacionado con la posibilidad de incrementar la tasa de consumo de forraje (Laca y Demment, 1996). La tasa de bocado no se modificó con el nivel de suplemento (Cuadro 7), no obstante, la magnitud resultó inferior a la esperada en base a información de vacas lecheras en lactancia media sometidas a ayuno (Soca, 2000). La magnitud de la tasa de bocado se explicaría por el necesario balance que los animales bajo pastoreo de pastura heterogénea realizan cuando son suplementados y sometidos a ayuno: intento de incrementar el tamaño de bocado (corto plazo) y la necesidad de desarrollar un patrón muy selectivo de pastoreo (largo plazo). No obstante, se encontró una tendencia a que la estrategia de pastoreo se modificó con el turno de pastoreo. Durante la tarde los animales con mayor nivel de suplemento, presentaron tendencia no estadísticamente significativa, a incrementar la tasa de bocado.

La mejora de la ganancia diaria ante el incremento en el nivel de suplemento se explica por la relación directa entre el consumo de energía y ganancia de PV (Patterson *et al.*, 1999). Dentro de las posibles interpretaciones de tales resultados se encuentra: a) con el incremento del nivel de suplemento aumentó el consumo de energía dado que fue posible estimar una sustitución del forraje por concentrado sin depresión del consumo total de materia seca. b) Cuando el nitrógeno del

forraje seleccionado no limita el crecimiento microbiano del rumen, el aporte de 0.2 – 0.6% de PV como concentrado energético mejora el consumo de forraje y digestión de la fibra (Horn y Mc Collum, 1987; Pordomingo *et al.*, 1991). c) La suplementación podría reducir la tasa metabólica, costos de cosechar el forraje y requerimientos de mantenimiento (Caton y Duthyvetter, 1997). Esto podría interactuar en forma sinérgica con el control del tiempo de acceso al pastoreo. La sincronización natural en el aporte de nutrientes del forraje que provoca el hecho de ingresar al pastoreo durante la tarde, se potenciaría con cantidades reducidas de aporte energético como suplemento en un momento donde el animal presenta buenas condiciones de digestión. En la tarde los animales encontrarían condiciones de la pastura y el “estado interno” de manera de “optimizar” la concentración de nutrientes seleccionada (Gibb *et al.*, 1998).

La ganancia diaria de PV obtenida con $S_{0.2}$ y $S_{0.4}$ en ambos años resultó elevada al relacionarla con la oferta de forraje, carga animal y estimaciones de la capacidad de carga de pastizal nativo. En años con temperatura y precipitación “óptima” durante primavera-verano, la capacidad de carga del campo natural de Unidad Alférez no superó las 2,4 Unidades ganaderas por hectárea. Durante primavera - verano 1999 -2000 resultó 0.7 Unidades ganaderas por hectárea (Bermúdez *et al.*, 2003). Con respecto al año 1 la carga animal del año 2 fue superior (10 animales/ha, 6 UG/ha) lo que conjuntamente con la mejora en la ganancia diaria de peso (Cuadro 4), contribuyó a explicar los superiores niveles de producción de carne por unidad de superficie registrados en S_1 y $S_{1.4}$ (Cuadro 6).

La ganancia diaria de peso resultó superior que experimentos donde se suministro entre 0.2 - 1.4% del PV de expeler de algodón y afrechillo de arroz a novillos en crecimiento bajo pastoreo de pastizal nativo diferido desde verano a otoño-invierno (Peruchena, 1999). La ganancia diaria de $S_{0.6}$ y S_1 resultó similar a la obtenida bajo pastoreo de pradera convencional durante el verano con 3 y 1% del PV de oferta de forraje y suplemento respectivamente (Baldi *et al.*, 2001).

En el presente trabajo por cada uno por ciento del PV de incremento en el nivel de suplementación, se encontró una mejora de 0.262 y 0.218 kg/animal/día para el primer y segundo año respectivamente. La síntesis de información sobre el empleo del suplemento con animales de sobreaño bajo pastoreo de campo nativo diferido permitió estimar que cada 1% de incremento en el nivel de suplementación la ganancia diaria de PV en 500 g/animal/día ($y = 0.5405x + 0.1887$; $R^2 =$

0,61; $P < 0.05$; Soca, no publicado). Las estimaciones de la energía requerida para producir el aumento de un kg de PV en $S_{0.6}$, S_1 y $S_{1.4}$ resultó similar a la reportada por la síntesis de literatura donde se suplementó terneros y novillos de sobreño sobre pastura *Gamma Rhodes* y pastizal nativo diferido (9 - 12% PC) con niveles entre 0 y 1.4% del PV formulado en base a sojilla, afrechillo de arroz y expeler de algodón (Peruchena, 1999).

La síntesis de información experimental sobre el empleo de suplemento energético con ruminantes a pastoreo concluye que a partir del suministro de 0.7% del PV ó 30 g MO/kg $W^{0.75}$ como suplemento en base a grano, se encontró depresión en el consumo de forraje (Horn y McCollum, 1987). Cuando en base a 66 experimentos se cuantificó el efecto de la suplementación con energía o proteína sobre la performance de animales en crecimiento consumiendo forrajes, se reportó una reducción en el consumo voluntario de forraje cuando el consumo de NDT del suplemento y voluntario de forraje resultaron superior 0.7 y 1.5% PV respectivamente (Patterson *et al.*, 1999).

En el presente experimento (año 1) las estimaciones del forraje consumido (Cuadro 5) coincidieron con experimentos donde se suplementó novillos con niveles entre 0 y 0.6% del PV como grano de maíz bajo pastoreo de pastizal nativo diferido en verano (Pordomingo *et al.*, 1991). En dicho experimento se encontró valores de consumo de forraje de $S_0 = 27$; $S_{0.2} = 30$; $S_{0.4} = 23$ y $S_{0.6} = 20$ g de materia orgánica por kilogramo de PV (Pordomingo *et al.*, 1991). La sustitución de forraje por kg de suplemento suministrado obtenido a partir de la estimación de consumo de forraje para $S_{1.4}$ respecto a $S_{0.6}$ (Cuadro 5) resultaría inferior a dichos registros. Cuando el nitrógeno no limita el crecimiento microbiano, cantidades limitadas de aporte energético tienden a estimular la digestibilidad de la materia orgánica y tasa de pasaje, lo cual permitiría incrementar el consumo de forraje, condiciones que en el presente experimento podrían encontrarse en los niveles de $S_{0.2}$ y $S_{0.6}$ (Horn y McCollum, 1987).

Cantidades pequeñas (0.2 % del PV) de suplemento en base a maíz se asociaron con un efecto estimulador del consumo de forraje, mientras que cantidades mayores (0.4 - 0.6% PV) lo disminuyen lo cual podría explicarse por efectos combinados de sustitución y reducción en la digestibilidad del forraje (Pordomingo *et al.*, 1991).

La suplementación permitiría mantener una carga animal (4 y 6 animales/ha) superior a la estimada como capacidad de carga de la Unidad Alférez (Bermúdez *et al.*, 2003) y niveles de producción de carne por unidad de superficie entre 180 y 437 kg de carne por hectárea

(Cuadro 5 y 6). La suplementación explicó los niveles de producción de carne por unidad de superficie en ambos años resultaron muy superiores a los reportados por experimentos que cuantificaron durante el verano la performance animal de vacunos en pastoreo de campo natural mejorado (Soca *et al.*, 1993). Durante los 90 días del verano con 10 kg MS/100 kg PV/día de oferta de forraje la máxima ganancia diaria obtenida con vacunos en crecimiento 0.6 kg/animal/día se correspondió con una carga animal de 1.5 UG/ha y 125 kg carne vacuna /ha (Soca *et al.*, 1993).

Conclusiones

La función de respuesta encontrada permitió estimar cambios similares en la ganancia diaria de PV (0.262 y 0.218g/animal/día) ante el incremento de 1% del PV en nivel de suplementación. La suplementación permitió mantener 6 y 10 animales /ha y niveles de producción de carne que varían entre 180 y 437 kg de carne vacuna por hectárea durante el período de evaluación, para el año 1 y 2 respectivamente.

No se encontró efecto del nivel de suplementación sobre los registros de conducta en pastoreo. El porcentaje del tiempo dedicado al pastoreo se modificó con la interacción entre nivel de suplemento*turno de observación. Aun con restricciones en el tiempo de acceso al pastoreo los animales modificaron su estrategia de pastoreo con los cambios en la suplementación y momento del día.

La suplementación a vacunos en crecimiento con restricciones en el tiempo de acceso al pastoreo permitiría mejorar la performance por animal e incrementar la carga animal en el área del establecimiento en la cual se podría diferir forraje desde primavera al verano. La mejora del manejo estacional de la carga animal contribuye a incrementar la capacidad de carga predial, el manejo estratégico del área mejorada y resulta en un factor de seguridad frente a períodos de prolongado déficit hídrico común durante el verano en Uruguay.

Agradecimientos

Al Sr. Ramón Cabrera propietario del establecimiento donde se realizaron ambos experimentos por las facilidades brindadas para la realización de los mismos.

Al Ing. Agr. Renzo Viscailuz por su contribución en el levantamiento, análisis y procesamiento de la información correspondiente al experimento del año 2000.

Al Ing. Agr. MSc. Diego Mattiauda por los aportes en la discusión de este trabajo.

Bibliografía

- AOAC.** 1975. Association of Official Analytical Chemist. Official Methods of analysis. Washington D.C., USA.
- Balde, F.; Fernández J. y Gómez, F.** 2001. Efecto de la suplementación energética y distintos niveles de asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 75 pp.
- Bermúdez, R.; Ayala, W.; Ferres, S. y Queheille, P.** 2003. Opciones forrajeras para la región Este. En Seminario de Actualización Técnica "Producción de Carne Vacuna y Ovina de Calidad" Actividades de Difusión 317. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Treinta y Tres. 26 de Junio de 2003. Treinta y Tres. Uruguay. 158 pp.
- Caton J. S. and Dhuyvetter D. V.** 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and Responses. *Journal of Animal Science*. 75:533-542
- Corbett, J. L.** 1976. Measuring animal performance. In: L' tManntje. Ed. Measurement of grassland vegetation an animal production. Bulletin 52. Commonwealth Bureau of pastures and field crop. Hurley England CAB. 259 pp.
- Gibb M. J.; Huckle, C. A. and Nuthall, R.** 1998. Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass Forage Science*. 53: 41-46.
- Goering, H. K. and Van Soest, P. J.** 1970. Forage Fiber Analysis. AR-USDA Agric. Handbook. N° 379.
- Haydock, K. P. and Shaw, N. H.** 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15: 663-670.
- Horn, G. W. and Mc Collum, F. T.** 1987. Energy supplementation of grazing ruminants. In: M. Judkins (Ed) Proc. Grazing Livestock Nutrition Conference. 23-24/julio, 1987. Jackson, Wyoming. University of Wyoming, U.S.A. 125 - 136.
- Krysl, L. J. and Hess, B. W.** 1993. Influence of Supplementation on Behavior of Grazing Cattle. *J. Anim. Sci.* 71: 2546-2555.
- Laca, E.; Soca, P.; Ortega, I. M. and Vandgriff, P.** 1996. Controlling diet selection of sheep by restricting eating time. In: Research Highlights-1995 Range, Wildlife & Fisheries Management. College of Agricultural Science and Natural Resources. Texas Tech University, Lubbock, Texas. Vol 26.
- Laca, E. A. and Demment, M. W.** 1996. Foraging strategies of grazing animals. In: J.Hodgson and A.W. Illus (ed) The ecology and management of grazing systems. CAB International Wallingford Oxon UK.
- NRC.** 1996. Nutrient requirement of beef cattle. 6th ed. National Academic Press: Washington D C.
- Orcasberro R.** 1991. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. En: Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Uruguay. Serie Técnica N° 13. 225-238.
- Patterson J. A.; Belyea R. L.; Bowman J. P.; Kerley M. S. and Williams, S. E.** 1994. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: G.C. Fahey *et al.* (Ed.) Forage Quality Evaluation and Utilization. ASA, SSSA, Madison, WI.
- Peruchena, O. C.** 1999. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. Aspectos nutricionales productivos y económicos. In Anales XXXVI Congreso Anual de la Sociedad Brasileña de Zootecnia. Porto Alegre. Brasil.
- Pereira, G. y Soca, P.** 2000. Aspectos relevantes de la cría vacuna en Uruguay. In Anales en Foro "Organización de la Cría Vacuna" 12-15 de Octubre 1999. Instituto Plan Agropecuario. San Gregorio de Polanco. Tacuarembó. Uruguay. <http://www.fagro.edu.uy/ccss/publicaciones>
- Pordomingo, A. J.; Wallace, J. D.; Freeman A. S. and Galyean, M.L.** 1991. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. *J. Anim. Sci.* 69:1678-1687.
- Quintans G.; Pigurina, G. y Paiva, N.** 1999. Rodeo de Cría. Alternativas de Manejo para la Zona Este. In: Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Actividades de Difusión 195. INIA Treinta y Tres. Uruguay.
- SAS.** 2001. SAS/STAT release 8 user guide. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Soca, P.; Orcasberro, R.; Rinaldi, C.; Apezteguía, E.; Espasandín A.; Berutti, I. and Aguilar, I.** 1993. Presión de pastoreo y performance de terneros Holando en pastizal nativo mejorado. En: Ciencia e Investigación Agraria. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía Santiago de Chile. Volumen 20 N°2.
- Soca, P.** 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de Graduados. Santiago de Chile.
- Soca, P.; Gonzales, H. and Manterota, H.** 2002. Foraging strategy of milk cows. Literature review. *Revista Ciencia Animal*. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Vol 25:119-225.
- Soca, P.** 2006 Estrategia de rumiantes a pastoreo como respuesta a la intervención en el patrón diario de conducta. In: Sustentabilidade em sistemas pecuarios: Workshop internacional. (Ed. Ferriani) Branco *at al.* Universidad estadual de Maringá. Paraná Brasil. 199 pp.