

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOCONSUMO PARA LA
SUPLEMENTACIÓN INVERNAL DE TERNERAS SOBRE
PASTURAS NATURALES**

por

**Martín BLASINA MÁSPOLI
Agustín PIÑEYRÚA BELO
Martín RENAU RISSO**

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. (MSc) (PhD) Virginia Beretta

Ing. Agr. (MSc) (PhD) Álvaro Simeone

Dr. (MSc) Juan Franco

Fecha: -----

Autor: -----
Martín Blasina Máspoli

Agustín Piñeyrúa Belo

Martín Renau Risso

AGRADECIMIENTOS

A la familia Piñeyrúa por su continuo apoyo y al personal de la estancia por su constante colaboración en la etapa de campo.

A nuestras familias.

A Pablo Piñeyrúa y Miguel Piquet por facilitarnos el material para la realización del trabajo.

A los profesores Álvaro Simeone y Virginia Beretta por su constante disposición durante la realización de este trabajo.

A la Ing. Agr. Gabriela Arias por su colaboración en el trabajo de laboratorio y a los funcionarios del laboratorio de la EEMAC.

Y a todos los que de alguna manera colaboraron en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. PERFORMANCE ESTACIONAL DE VACUNOS PASTOREANDO CAMPO NATURAL	3
2.1.1. <u>Performance invernal</u>	4
2.1.2. <u>Performance de primavera</u>	9
2.2. CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CAMPO NATURAL DE BASALTO.....	12
2.2.1. <u>Caracterización de los suelos de la región</u>	12
2.2.2. <u>Principales características de la vegetación</u>	14
2.2.3. <u>Producción de forraje</u>	14
2.3. PRINCIPALES LIMITANTES DE LA PERFORMANCE EN ANIMALES PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO.....	16
2.3.1. <u>Consumo de Materia Seca</u>	17
2.3.1.1. Factores vinculados al animal.....	18
2.3.1.2. Factores vinculados a la pastura.....	20
2.3.1.3. Factores de manejo.....	21
2.3.1.4. Factores vinculados al ambiente.....	22
2.3.2. <u>Incremento en los requerimientos de mantenimiento</u>	23
2.3.2.1. Requerimientos de mantenimiento.....	23
2.3.2.2. Efecto del clima.....	25
2.3.2.3. Costos de cosecha.....	26
2.3.2.4. Requerimientos para ganancia de peso en pastoreo.....	27
2.4. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DE LA RECRÍA EN INVIERNO.....	28
2.4.1. <u>Mejoramiento de campo natural como una opción para mejorar la performance animal de la cría en invierno</u>	28

2.4.2. <u>Uso de Suplementación</u>	31
2.4.2.1. Efecto de la pastura y del tipo y nivel de suplementación.....	33
2.4.2.2. Respuesta a la suplementación infrecuente.....	37
2.5. EL SISTEMA DE AUTOCONSUMO EN LA SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS.....	38
2.5.1 <u>Caracterización del sistema</u>	38
2.5.2 <u>Regulación del consumo</u>	38
2.5.3. <u>Competencia entre animales</u>	41
2.5.4. <u>Respuesta a la suplementación semanal</u>	42
2.6 . DIFERENCIAS DE PERFORMANCE ANIMAL SEGÚN BIOTIPO.....	44
2.7. HIPÓTESIS.....	45
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	46
3.1. PERÍODO DE EVALUACIÓN Y ÁREA EXPERIMENTAL..	46
3.1.1. <u>Caracterización del potrero</u>	47
3.2. ANIMALES.....	47
3.3. PASTURAS Y SUPLEMENTO.....	48
3.4. TRATAMIENTOS.....	50
3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	50
3.5.1. <u>Período pre-experimental</u>	50
3.5.2. <u>Período invernal</u>	51
3.5.3. <u>Período primaveral</u>	52
3.6. SANIDAD ANIMAL.....	52
3.7. REGISTROS Y MEDICIONES.....	53
3.7.1. <u>Pastura</u>	53
3.7.1.1. Disponibilidad de forraje.....	53
3.7.1.2. Altura de forraje disponible.....	53
3.7.1.3. Crecimiento de forraje.....	53
3.7.1.4. Calidad de forraje.....	54
3.7.2. <u>Animales</u>	55
3.7.2.1. Peso vivo.....	55
3.7.2.2. Consumo de suplemento.....	55
3.7.2.3. Comportamiento ingestivo.....	55
3.7.3. <u>Registros climáticos</u>	56
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	56
3.8.1. <u>Peso vivo</u>	56
3.8.2. <u>Variables de la pastura</u>	57
3.8.3. <u>Comportamiento ingestivo</u>	57

4. <u>RESULTADOS</u>	58
4.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	58
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	58
4.2.1. <u>Disponibilidad</u>	58
4.2.2. <u>Composición botánica</u>	60
4.2.3. <u>Composición química</u>	61
4.2.4. <u>Crecimiento de forraje</u>	61
4.3. PERFORMACE ANIMAL.....	62
4.3.1. <u>Ganancia media diaria</u>	62
4.3.2. <u>Consumo de suplemento y eficiencia de conversión</u>	64
4.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	66
5. <u>DISCUSIÓN</u>	70
5.1. CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA.....	70
5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	72
5.3. RESPUESTA ANIMAL.....	74
5.3.1. <u>Respuesta a la suplementación en el período Invernal</u>	74
5.3.2. <u>Respuesta invernal a la forma de suministro del suplemento (Diario vs. Autoconsumo)</u>	75
5.3.3. <u>Respuesta compensatoria: ganancia diaria primaveral</u>	77
5.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	78
5.5. RESPUESTA ANIMAL, CONSUMO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	81
5.6. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS EN EL USO DEL SISTEMA DE AUTOCONSUMO.....	82
5.7. CALCULO DE RESULTADO ECONÓMICO.....	83
6. <u>CONCLUSIONES</u>	84
7. <u>RESUMEN</u>	85
8. <u>SUMMARY</u>	86
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	87
10. <u>ANEXOS</u>	105

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
2.1. Comportamiento estacional y anual de novillos a pastoreo en campo natural de Basalto.....	3
2.2. Variación de peso vivo de novillos (kg/animal/día) en función de la carga y la relación lanar:vacuno (L:V) en pastoreo continuo sobre Basalto.....	4
2.3. Performance de vacunos en crecimiento pastoreando campo natural en invierno con diferentes manejos de carga y relación lanar / vacuno (Resumen de trabajos experimentales nacionales).....	5
2.4. Resumen de experimentos evaluando la performance animal en primavera, con el manejo de animales en forma conjunta, luego de un período experimental invernal donde los animales fueron asignados a tratamientos nutricionales diferentes.....	10
2.5. Unidades de suelos de la región basáltica.....	13
2.6. Producción anual y estacional de forraje de diferentes suelos de Basalto, según Unidad de suelo.....	15
2.7. Resumen de experimentos nacionales de performance animal en campo natural mejorado en invierno.....	31
2.8. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en vacunos pastoreando campo natural.....	36
3.1. Especies dominantes presentes en el potrero y su caracterización.....	48
3.2. Especies asociadas presentes en el potrero y su caracterización	48
3.3. Malezas presentes en el potrero y su caracterización.....	49
3.4. Composición química del suplemento.....	49
3.5. Cantidad de fardo y concentrado suministrado durante el período de acostumbramiento.....	51

4.1 Efecto de la suplementación y forma de suministro del concentrado sobre la disponibilidad y altura media del forraje del campo natural en invierno, y disponibilidad y altura del forraje en primavera.....	59
4.2 Evolución media de la disponibilidad y altura de la pastura por día experimental del período invernal.....	59
4.3 Fracción verde y seca de la pastura como porcentaje de la materia seca total, y estimación visual del porcentaje de suelo desnudo, malezas, especies estivales y especies invernales por tratamiento.....	60
4.4. Composición química de la pastura por mes de invierno, según tratamiento.....	61
4.5. Efecto de la suplementación invernal y forma de suministro del concentrado sobre la evolución del peso vivo y ganancia media diaria (GMD) estacional de terneras pastoreando campo natural.	63
4.6. Diferencia en la ganancia media diaria vs testigo, consumo de suplemento y eficiencia de conversión, según tratamiento.....	64
4.7 Tiempo dedicado a las actividades de pastoreo, rumia, descanso, consumo de suplemento y consumo de agua, como porcentaje de las horas de luz, según tratamiento.....	66
5.1. Eficiencias de conversión a partir de las cuales se hace rentable la suplementación en distintos escenarios de precios de carne y suplemento.....	83
Figura No.	
2.1. Diagrama simplificado de la relación planta/animal.....	17

Gráfico No.

2.1. Relación entre Carga (UG/ha) y GMD (kg/a/d) del resumen de experimentos en pastoreo de campo natural en invierno (en base a datos reportados en cuadro 2.2).....	8
2.2. Evolución de peso de terneras manejadas sobre campo natural desde el destete hasta el segundo año de vida.....	8
2.3. Niveles de digestibilidad estacional de la materia orgánica del campo natural y de un mejoramiento de campo de trébol blanco y Lotus.....	29
2.4. Niveles estacionales de proteína cruda del campo natural y de un mejoramiento de campo de trébol blanco y Lotus.....	30
2.5. Niveles de fibra detergente ácida (FDA) estacionales para una pastura natural y un mejoramiento de campo de trébol blanco y Lotus.....	30
3.1. Temperaturas máximas, mínimas y promedio mensual para la localidad de Paso de los Toros (serie histórica 1961-1990).....	46
3.2. Precipitaciones promedio mensuales para la localidad de Paso de los Toros (serie histórica 1961-1990).....	47
4.1. Evolución del peso vivo en el período invierno-primaveral, según Tratamiento (estimado en base a ecuaciones de regresión ajustadas para cada período).....	62
4.2 Consumo de suplemento (%PV) por tratamiento según la Semana.....	65
4.3 Variación del consumo de suplemento entre días dentro de la semana como porcentaje de peso vivo, según tratamiento.....	65
4.4 Evolución del suplemento residual en comedero según día dentro de la semana.....	66
4.5 Tasa de bocado promedio según tratamiento.....	67
4.6 Patrón de pastoreo diurno (distribución del tiempo de pastoreo en intervalos de 2 hs).....	68

4.7 Proporción del tiempo total dedicado al consumo de suplemento según hora del día.....	69
5.1. Registro de precipitaciones según el mes para la serie histórica 1961-1990 y para el período experimental.....	71
5.2. Registro de temperaturas medias según mes para la serie histórica 1961-1990 y para el período experimental.....	71

1. INTRODUCCIÓN

La recría de terneros en nuestro país se realiza mayormente sobre pasturas naturales. Numerosos trabajos a nivel nacional han demostrado que dicha categoría pastoreando campo natural en invierno registra pérdidas de peso, en el entorno de 150-200 g/día. Este problema de la recría, trae aparejado que tanto la edad de faena de los machos como la edad al primer entore de las hembras, sea elevada, determinando una baja eficiencia de los sistemas de producción, que repercute en el resultado económico de las empresas.

Por otra parte, existe abundante información que evidencia que la suplementación de la recría sobre campo natural en invierno es una herramienta eficaz en lograr ganancias de peso, ubicándose en el orden de 250 g/día cuando se suplementan diariamente con concentrado energético-proteico a un nivel de 0,7 a 1% de peso vivo (PV). Con este manejo se obtienen eficiencias de conversión que se ubican entre 3 y 4 kg de concentrado por cada kg adicional de PV ganado, que se presentan como muy favorables desde el punto de vista económico en varios escenarios de precios de ganado y concentrado.

Sin embargo, en sistemas ganaderos donde se realiza la recría en forma más extensiva, las dificultades operativas asociadas al suministro del suplemento en forma diaria –animales pastoreando en potreros de grandes extensiones y/o de difícil acceso, falta de maquinaria y escasez de personal, entre otras- podrían restringir la adopción de esta tecnología por parte del productor. La incorporación de comederos de autoconsumo, que posibilita suministrar el concentrado a intervalos mayores de tiempo dependiendo de la capacidad del mismo, podría levantar esta limitante.

El suministro de suplemento en comederos de autoconsumo genera la interrogante respecto a los posibles riesgos de acidosis y consecuente detrimento de la performance animal. Trabajos desarrollados sobre pasturas sembradas han demostrado que la performance invernal de terneros suplementados con grano entero de maíz en comederos de autoconsumo no se ve afectada con respecto a la suplementación diaria. Sin embargo, es escasa y contradictoria la información a nivel nacional evaluando el uso del sistema de suplementación de autoconsumo sobre campo natural.

La respuesta animal a la suplementación está medida por cambios generados a nivel de la interface pasto-animal, por medio de la cual cambios en la condición de la pastura modifican el comportamiento ingestivo del animal y su

consumo diario de forraje. Por lo tanto, variaciones en las características de la pastura y tipo de suplemento, así como en el biotipo animal, podrían modificar la respuesta animal cuando esta es realizada sobre campo natural y con otro tipo de suplemento.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la respuesta a la suplementación invernal energético-proteica y forma de suministro del suplemento sobre la ganancia diaria y comportamiento ingestivo de terneras Hereford y cruza pastoreando campo natural.

De esta forma, se busca seguir generando información acerca del uso del sistema de autoconsumo, para poder perfeccionar y ajustar la tecnología como estrategia para la suplementación en áreas de producción extensiva a base de campo natural.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. PERFORMANCE ESTACIONAL DE VACUNOS PASTOREANDO CAMPO NATURAL

El campo natural constituye el principal recurso forrajero de la ganadería en nuestro país (Risso, 2005). Esto determina que la performance animal en la mayoría de las situaciones productivas se vea afectado por la producción estacional del campo natural.

Pigurina et al. (1998), basándose en datos experimentales de la U.E. Glencoe (1984-92), sostienen que la ganancia de peso de novillos tiene la misma tendencia que el crecimiento de las pasturas. Los mismos autores afirman que la variación de la ganancia de peso estacional está determinada por las características de la pastura (cantidad y calidad), los factores ambientales (temperatura, precipitación, etc.), los requerimientos del animal (energía, proteína, minerales) y su condición corporal o estado nutricional anterior (crecimiento compensatorio).

Como se observa en el cuadro 2.1, la ganancia media anual sobre campo natural de Basalto se encuentra en 0,330 kg/a/día según datos reportados por Risso (1997) para novillos. Resultados similares se obtuvieron en ensayos realizados en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía de Salto (Suplementación proteica..., 2004), registrándose una ganancia promedio anual de 0,370 kg/a/día del 21/5/03 – 24/3/04 para terneras manejadas sobre campo natural).

CUADRO 2.1. Comportamiento estacional y anual de novillos a pastoreo en campo natural de Basalto.

	OTOÑO	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	AÑO
GMD (g/an/día)	220*	-171	753	533	332

Fuente: Berretta y Risso, citados por Risso (1997), Ayala y Carámbula, citados por Risso (1997)
(*) En base a 65 días

Experimentos realizados por Pigurina et al. (1998), en el INIA Tacuarembó muestran resultados similares a los presentados anteriormente (Cuadro 2.2).

CUADRO 2.2. Variación de peso vivo de novillos (kg/animal/día) en función de la carga y la relación lanar:vacuno (L:V) en pastoreo continuo sobre Basalto.

Carga, UG/ha	0,6 ¹	0,8 ¹	0,8 ¹	0,9 ²	1,06 ¹	1,06 ¹
Relación L:V	2:1	2:1	5:1	0:1	2:1	5:1
Estación	Variación de peso, kg/día					
Otoño	0,196 bc	0,194 c	0,139 bc	-0,248 c	-0,076 c	-0,130 c
Invierno	0,089 c	-0,176 d	-0,086 c	0,075 b	-0,312 d	-0,397 d
Primavera	0,915 a	0,858 a	0,828 a	0,758 a	0,667 a	0,720 a
Verano	0,351 b	0,413 b	0,297 b	0,604 a	0,431 b	0,436 b
Promedio anual	0,388 A	0,322 A	0,295 AB	0,297AB	0,178 B	0,157 B

a,b,c Medias en igual columna con distinta letra difieren (P<0,05)

A, B Medias en igual fila con distinta letra difieren (P<0,05)

¹En base a datos de UE Glencoe (1984-92)

²Berretta, citado por Pigurina et al. (1998)

2.1.1. Performance invernal

Según los datos presentados en el cuadro 2.1, la pérdida de peso invernal explica aproximadamente un 12% de los kilogramos ganados en el año.

Pigurina et al. (1997), sostienen que los momentos críticos de las categorías de recría son su primer y segundo invierno, donde las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad de las pasturas del campo natural no permiten aprovechar este período de crecimiento para alcanzar objetivos en cuanto a peso y edad de faena o entore. A su vez, la recría es la etapa de crecimiento en la vida del animal, donde es más eficiente para convertir alimento en músculo y hueso, y restricciones severas en esta etapa, que son muy frecuentes en nuestras condiciones de producción, afectan el tamaño final adulto del animal.

En invierno se dan las condiciones menos favorables y se registran las mayores variaciones en ganancia de peso (CV= 130%) (Pigurina et al., 1998). Esto determina que numerosos experimentos que se han realizado a nivel nacional, como los resumidos en el cuadro 2.3, muestren datos variables de performance animal en invierno, asociado también, a las condiciones en las que se desarrolla cada experimento. Sin embargo existe una tendencia consistente a que se produzcan pérdidas de peso en esta estación.

CUADRO 2.3. Performance de vacunos en crecimiento pastoreando campo natural en invierno con diferentes manejos de carga y relación lanar / vacuno (Resumen de trabajos experimentales nacionales).

Época	Pastura	Disponibilidad	Categoría	PV inicial	Carga (UG/ha)	Relación L:V	GMD (kg/a/d)	Autor
Invierno	CN Basalto	s/d	Novillos	s/d	0,61	2:1	0,089	Pigurina et al. (1998)
		s/d			0,81	2:1	-0,176	
		s/d			0,81	5:1	-0,086	
		s/d			0,92	0:1	0,075	
		s/d			1,061	2:1	-0,312	
		s/d			1,061	5:1	-0,397	
Invierno	CN	1283	Terberos	s/d	0,54		-0,176	Gamio et al (1995) (1)
		1010				-0,040		
		1307				-0,033		
Invierno	CN Basalto	s/d	Novillos	s/d	0,9		-0,171	Risso (1997)
Invierno	CN Este (Unidad Alférez)	s/d	Novillos		0,92	2:1	-0,316	
2/7 al 23/9	CN	604	Terneras	135			0,353	Pigurina et al. (2000 a)
22/6 al 25/9	CN	560 (inicial)- 739 (final)	Terneras	138	0,5 *		0,549	Marquisá y Urrutia (2001)
14/7 al 23/8	CN (INIA Treinta y Tres)	988	Terneras	155	0,83		-0,255	Campos et al. (2002)
1/7 al 29/9	CN (Unidad Alférez)	1500	Terneras	s/d	0,5		-0,100	Quintans (2002)
21/7 al 21/10		2800			1,3		-0,050	
18/6 al 16/9		2000		s/d	0,7		-0,082	
2/6 al 19/9		2900	Vaq. sobreaño	s/d	1,1		-0,230	
18/6 al 16/9		1800			0,8		-0,088	
Invierno		CN Basalto	3000	Nov sobreaño	255	1,62 *		
2/6 al 17/9	CN Basalto	3900 (inicio)-1410 (final)	Vaq sobreaño	258	0,81-0,91		0,305	Equipo de trabajo U.E. "Glencoe" (2004b)

CUADRO 2.3. Performance de vacunos en crecimiento pastoreando campo natural en invierno con diferentes manejos de carga y relación lanar / vacuno (Resumen de trabajos experimentales nacionales) (Continuación).

Época	Pastura	Disponibilidad	Categoría	PV inicial	Carga (UG/ha)	Relación L:V	GMD (kg/a/d)	Autor
Inv-Prim	CN Basalto	2800	Terneas	s/d	1		-0,032	Ochoa y Vidal (2004)
		2800			2		-0,032	
14/6 al 29/9	CN (Suelos Arenosos)	2000 (inicio)-2300 (final)	Vaq sobreño	236	0,55		-0,008	Soares de Lima et al. (2005)
14/6 al 29/9	CN	1850	Terneas	163	0,65		0,006	del Campo et al. (2005)
1/6 al 1/10	CN Basalto	s/d	Terneos	168	s/d		0,195	Pittaluga et al. (2007)
1/6 al 1/11	CN Basalto	s/d	Nov sobreño	276	s/d		0,369	Pittaluga et al. (2007)
26/6 al 15/12	CN Basalto	s/d	Terneos	191,5	1,07 *		0,138	Luzardo e. al. (2007)
Invierno	CN (INIA Treinta y Tres)	s/d	Terneas	139	s/d		0,134	Costa et al. (2008)
4/6 al 3/9	CN (INIA Treinta y Tres)	1575 (prom)	Terneas	155	s/d		-0,220	Straumann et al. (2008)
Invierno	CN mejorado (INIA Treinta y Tres) (más de 10 años antigüedad y 20% legum)	1600	Terneas	146	1,32 *		-0,116	Barreto et al. (2008)
Invierno	CN (INIA Treinta y Tres)	1474	Terneas	150	s/d		0,297	Quintans et al. (2008)
Invierno	CN Basalto	1398 (prom)	Terneos	210	1,14		-0,102	Luzardo e. al. (2009)
Invierno	CN Basalto	747 (prom)	Novillos	269	0,77		-0,190	Brito et al. (2009)

* Calculada en base a datos del experimento

Se considero 1 UG = Un animal de 400 Kg en mantenimiento

1 Citado en la tesis de Abella et al. (2008)

El 65% de los 34 datos recabados de performance animal que figuran en el cuadro, indican que existe pérdida de peso en invierno sobre campo natural. El promedio de ganancia media diaria del cuadro es -0,034 kg/a/d.

Si se consideran los trabajos realizados solamente en el invierno (junio, julio y agosto), el promedio de ganancia media diaria es de -0,102 kg/a/d.

El promedio de ganancia media diaria para la categoría de terneros es de 0,023 kg/a/d. Para novillos, el promedio se ubica en -0,096 y para vaquillonas en -0,005.

Si bien existen reportes de ganancias positivas durante el periodo invernal, los autores asocian los mismos a inviernos benignos con pocas heladas (Pigurina et al. 2000a, Marquisá y Urrutia 2001), manejos tendientes a reducir el estrés por frío tales como el uso de capas (Marquisá y Urrutia, 2001) o a una elevada disponibilidad y manejo de bajas cargas asociadas a la reserva y diferimiento de forraje (Equipo de trabajo U.E. "Glencoe" 2004b, Quintans et al. 2008a).

Del cuadro 2.2 se desprende que el promedio de ganancia diaria de peso para el Basalto es de -0,020 kg/a/d. Sin embargo, la región basáltica presenta una amplia diversidad de suelos que determinan diferentes situaciones forrajeras (Berretta, 1998a) y a su vez las condiciones en las que se realiza cada experimento y el tipo de investigación realizado son muy variables.

El análisis combinado de los trabajos reportados en el cuadro 2.2, permite afirmar que solamente el 13% de la ganancia media diaria invernal es explicada por la carga utilizada (gráfico 2.1). El 87% restante de la variación estaría explicada por otras variables, como pueden ser las características climáticas (severidad del invierno), la categoría animal, calidad y cantidad de forraje disponible, entre otras.

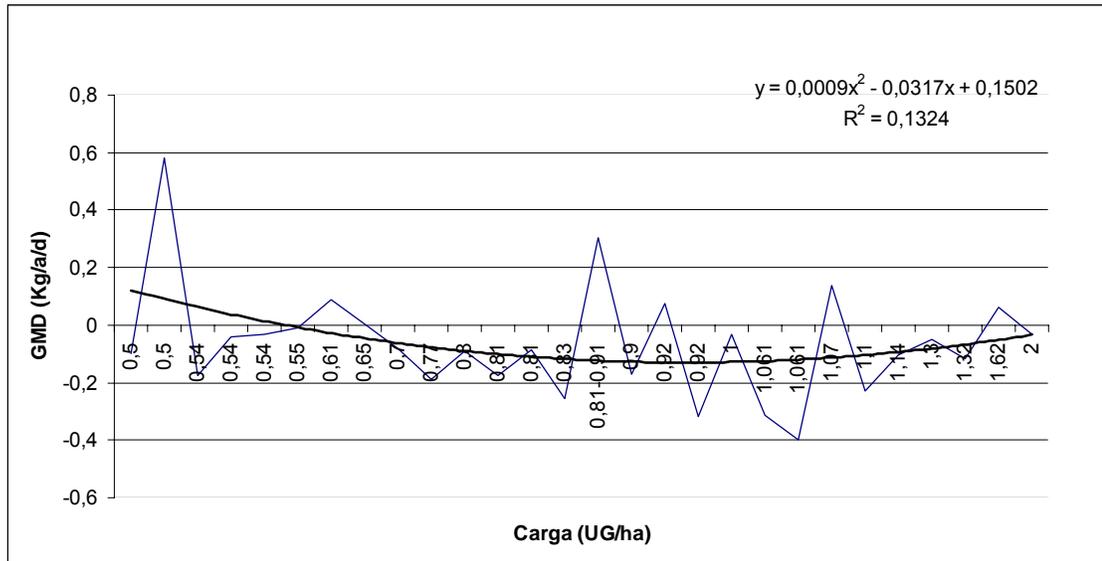


GRÁFICO 2.1. Relación entre Carga (UG/ha) y GMD (kg/a/d) del resumen de experimentos en pastoreo de campo natural en invierno (en base a datos reportados en cuadro 2.2).

Algunos de los experimentos resumidos en el cuadro 2.2 abarcan, además del invierno, parte del período primaveral. Sabiendo que la evolución de peso animal en campo natural acompaña a la curva de producción de forraje, como se observa en el gráfico 2.2, es posible que una mejora en la performance animal al comienzo de la primavera oculte pérdidas de peso que se dan en invierno (Marquisá y Urrutia 2001, Pittaluga et al. 2007, Luzardo 2009).

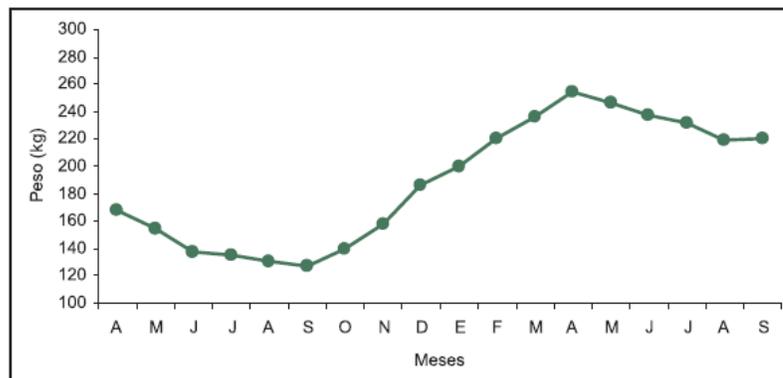


GRÁFICO 2.2. Evolución de peso de terneras manejadas sobre campo natural desde el destete hasta el segundo año de vida (Quintans y Vaz Martins, citados por Quintans, 2008b).

2.1.2. Performance de primavera

Según Pigurina et al. (1998), en primavera se destacan altas ganancias de peso (0,6 a 1,0 kg/a/día) con el más bajo coeficiente de variación (37%). La alta tasa de crecimiento de la pastura que tiene poca variación entre años (CV= 30%) y su calidad, asociado a condiciones de temperatura que reducen los requerimientos del animal y a frecuentes efectos de crecimiento compensatorio a la salida del invierno, determinan las mayores tasas de ganancia de peso del año.

Existen numerosos trabajos experimentales que reportan la performance animal manejados en forma conjunta en primavera, luego de un período experimental invernal donde los animales fueron asignados a tratamientos nutricionales diferentes. Algunos de estos son presentados en el cuadro 2.4.

CUADRO 2.4. Resumen de experimentos evaluando la performance animal en primavera, con el manejo de animales en forma conjunta, luego de un período experimental invernal donde los animales fueron asignados a tratamientos nutricionales diferentes.

Categoría	Peso inicio Invierno (Kg)	GMD Invierno (Kg/a/d)	Suplementación invernal	Alimentación Primavera	GMD Primavera (Kg/a/d)	Autor
Vaq 2/3 Brahama	193	0,207	Si	CN	0,604*	Borges y Frick (2002)
Vaq 2/3 Brahama preñadas	208	0,291	Si		0,542*	
Vaq 2/3 Hereford vacías	205	0,188	Si		0,561*	
Vaq 2/3 Hereford preñadas	216	0,249	Si		0,520*	
Vaq Hereford vacías	183	0,08	Si		0,514*	
Vaq Hereford preñadas	203	0,279	Si		0,466*	
Terneras	163	0,006	No	CN	0,471	del Campo et al. (2005)
		0,134	Si		0,474	
Vaquillonas	237	-0,008	No	CN	0,871*	Soares de Lima et al. (2005)
Vaquillonas		0,332	Si		0,725*	
Terneras	155	-0,22	No	CN mejorado	0,947	Straumann et al. (2008)
		0,116	No		0,812	
		0,65	No		0,934	
Terneras	145,5	0,116	No	CN mejorado	1,162	Barreto et al. (2008)
		0,398	No		1,103	
Terneras	138,7	0,134	No	CN mejorado	0,808	Costa et al. (2008)
		0,385	No		0,807	
		0,535	No		0,804	
Terneros	193	-0,074	No	Praderas, verdeos y CN	1,02	Rovira y Velazco (2009)
	189	0,651	Si (Supl. Diaria)		0,974	
	189	0,436	Si (AC 9% sal)		1,152	
	191	0,37	Si (AC 15% sal)		1,09	

* Período Primavera-estival

Vaq: Vaquillonas, CN: Campo natural, AC: Autoconsumo.

Straumann et al. (2008), señalan que terneras con 3 manejos alimenticios diferentes en invierno (perdiendo peso; manteniendo peso y ganando peso) presentaron tasas de ganancia de peso elevadas en campo natural mejorado

(entorno a 0,900 kg/a/d), independientemente de cual había sido su manejo nutricional anterior, ganancias superiores a las encontradas por Quintans et al. (1993) para igual estación del año e igual categoría, pero sobre campo natural (0.696 kg/a/día).

Barreto et al. (2008), evaluando la performance de terneras manejadas en forma conjunta en primavera, obtuvieron ganancias de peso algo superiores a las encontradas por Straumann et al. (2008) (1,162 y 1,102 kg/a/día para las que tuvieron baja y alta ganancia de peso invernal respectivamente).

Costa et al. (2008), registraron para los tres grupos de alimentación invernal, aumentos en las tasas de ganancia media diaria primaveral sin observarse diferencias estadísticas entre grupos de terneras (0,808; 0,807 y 0,804 kg/a/día para baja, media y alta ganancia invernal respectivamente).

Borges y Frick (2002), trabajaron con terneras de 8 a 10 meses, que fueron suplementadas sobre campo natural desde mayo hasta mediados de setiembre. A partir de esa fecha las vaquillonas permanecían sobre campo natural hasta comienzos del entore en febrero. Durante todo el período, las vaquillonas tenían acceso *ad libitum* a un suplemento mineral compuesto por ceniza de hueso y sal en una proporción de 2:1.

Según Borges y Frick (2002), se puede considerar una ganancia diaria de 0,250 kg/a/día como un valor de ganancia invernal “umbral” por debajo de la cual existe crecimiento compensatorio.

El crecimiento compensatorio se describe, según NRC (2000), como un período de crecimiento más rápido o más eficiente, luego de un período de estrés nutricional o ambiental.

Ryan (1990), demostró que la duración de la compensación es directamente proporcional a la severidad de la restricción. La respuesta compensatoria de los animales restringidos una vez comenzada la realimentación está en función tanto del grado en que su tasa de crecimiento aumenta por encima de los no restringidos, como del tiempo en que persiste esa mayor tasa de crecimiento. Al aumentar la severidad de la restricción es probable que aumente el largo del periodo compensatorio, más que la tasa de crecimiento durante la compensación.

Bavera et al. (2005) sostienen que el animal logra su crecimiento compensatorio por tres mecanismos:

1) Prolongación del período de crecimiento. La restricción provoca un cambio en la relación entre la edad cronológica y fisiológica del animal. La osificación de los huesos largos es lo que establece la paralización del crecimiento y la subnutrición retrasa esa osificación.

2) Incremento en el ritmo de ganancia de peso, porque los animales que han sufrido restricción alimenticia por un período de tiempo, al consumir lo mismo que los que no fueron restringidos, en la realimentación destinan un menor porcentaje a mantenimiento por pesar menos. En definitiva estarán destinando un mayor porcentaje de energía a producción (aumento de peso).

3) Por aumento del apetito. Se ha demostrado que los animales restringidos tienen mayor consumo en relación a su peso metabólico. Ese mayor apetito se debe a:

- un tubo digestivo más grande en relación a su peso corporal.
- los depósitos grasos en el tubo digestivo son mayores en el animal no restringido.

2.2. CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CAMPO NATURAL DE BASALTO

2.2.1. Caracterización de los suelos de la región

La región basáltica se extiende por los Departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Tacuarembó, Rivera, y Durazno, abarcando una superficie de 4.100.000 ha (URUGUAY. MAP, citado por Berretta, 1998a), en un paisaje de planicies, ondulaciones y pequeñas colinas que varía entre 20 y 300 m de altura sobre el nivel del mar. Las pendientes son suaves, pero en algunas partes de colinas pueden superar el 12 % (Berretta, 1998a). Según este autor, los suelos de esta región se han originado a partir de derrames basálticos que dieron lugar a las formaciones geológicas Arapey (basaltos toleíticos) y Puerto Gómez (basaltos espilíticos). Según su grado de desarrollo se los puede agrupar en suelos superficiales y profundos. Estos diferentes tipos de suelos se asocian en distintas proporciones, dentro de una misma Unidad, dando lugar a un intrincado mosaico, con cambios notables en cortas distancias.

Se pueden distinguir suelos superficiales (Litosoles) con un perfil incompletamente desarrollado y un horizonte superficial de escaso espesor, y

suelos profundos (Brunosoles y Vertisoles) con perfil desarrollado, de color pardo oscuro o negro, alta fertilidad natural y una profundidad que puede ser mayor a 1 m (Berretta, 1998a).

En el cuadro 2.5 se presentan las distintas Unidades de suelos de la región basáltica, con la superficie que abarcan y los suelos dominantes y asociados de cada una.

CUADRO 2.5. Unidades de suelos de la región basáltica.

Unidades de Suelos	Superficie (ha)	% País	Suelos predominantes	Suelos asociados
Suelos superficiales				
Cuch. Haedo-P.Toros	1011523	5,74	Litosoles	Bruno-Vertisoles Afloramientos
Queguay chico	634158	3,6	Litosoles	Lito-Bruno-Vertisoles Afloramientos
Subtotal	1645681	9,34		
Suelos medios				
Curtina	805781	4,57	Lito-Verti-Brunosoles	Litosoles-Afloramientos-(Fluvisoles) Planosoles-Afloramientos (Litosoles)
Masoller	87992	0,5	Lito-Verti-Brunosoles	
Subtotal	893773	5,07		
Suelos profundos				
Arapey	115698	0,67	Vertisoles	Fluvisoles
Baygorria	89531	0,51	Brunosoles-Vertisoles	Litosoles
Cuaró	87992	0,5	Bruno-Verti-Planosoles	Lito- (Argisoles)
Itapebí-Tres Árboles	1256516	7,13	Brunosoles-Vertisoles	Lito-(Planosoles-Fluvisoles)
Subtotal	1549737	8,81		
Total	4089191	23,22		

Fuente: URUGUAY. MGAP, citado por Berretta (1998a).

2.2.2. Principales características de la vegetación

Berretta (1998a) afirma que la vegetación dominante en la región basáltica es herbácea, siendo los arbustos y árboles muy poco frecuentes. Las especies estivales son las más frecuentes, participando con 60 a 80% en el recubrimiento del suelo. En los superficiales las C3 tienen frecuencia relativamente elevada, pero son hierbas enanas y pastos ordinarios de baja producción, mientras que en los suelos de mayor profundidad se encuentran pastos finos invernales.

Según Berretta (2005), en los campos sobre suelos de Basalto podemos distinguir tres tipos principales de vegetaciones directamente relacionadas con la profundidad del suelo.

Los suelos superficiales pardos rojizos (SPR) presentan una cubierta vegetal que recubre aproximadamente un 70% del suelo, siendo las piedras o rocas un 10% y el resto es suelo desnudo y mantillo. Los suelos superficiales negros (SN) presentan un recubrimiento de la vegetación de un 80% siendo los restos secos y el suelo desnudo los otros componentes. En los suelos profundos (P), de mayor fertilidad, existe un recubrimiento de la vegetación cercano al 90%.

2.2.3. Producción de forraje

La producción de forraje de los tres principales tipos de suelos del Basalto, tiene sus variaciones anuales en función, principalmente, de las precipitaciones en primavera y verano, cuando se produce la mayor cantidad de forraje, entre el 60% y 70% del total anual (Berretta, 2005).

Para suelos profundos sobre Basalto las tasas de crecimiento de la pastura en invierno van desde 4,52 kg MS/ha/día hasta 9,3 kg MS/ha/día en un invierno benigno con un número muy reducido de heladas. Mientras tanto en un suelo superficial rojo la tasa de crecimiento en invierno oscila entre 2,65 y 6,6 kg MS/ha/día (Berretta, 1994).

En el cuadro 2.6. se presenta un resumen la producción de forraje de diferentes suelos de Basalto.

CUADRO 2.6. Producción anual y estacional de forraje de diferentes suelos de Basalto, según Unidad de suelo.

Otoño		Invierno		Primavera		Verano		Prod. anual	Unidad	Autor
Kg MS/ha	%	Kg MS/ha	%	Kg MS/ha	%	Kg MS/ha	%	Kg MS/ha		
Suelos superficiales rojizos										
608,7	21,1	452,9	15,7	914,5	31,7	905,9	31,4	2885	Queguay chico	Berretta y Bemhaja (1998c)
820,8	27,9	404,1	13,7	1202,4	40,8	516,6	17,5	2944	Itapebí-Tres Árboles	Berretta (1998b)
Suelos superficiales negros										
792,1	21,0	562,0	14,9	1207,0	32,0	1210,8	32,1	3772	Queguay chico	Berretta y Bemhaja (1998c)
1168,2	31,8	536,4	14,6	1448,1	39,4	520,2	14,2	3673	Itapebí-Tres Árboles	Berretta (1998b)
Suelos Medios										
1719	43,9	568,8	14,5	924,3	23,6	707,4	18,0	3920	Itapebí-Tres Árboles	Berretta (1998b)
Suelos Profundos										
983,8	21,5	691,0	15,1	1377,4	30,1	1523,8	33,3	4576	Queguay chico	Berretta y Bemhaja (1998c)
1146,6	24,6	572,4	12,3	2036,7	43,6	913,5	19,6	4669	Itapebí-Tres Árboles	Berretta (1998b)

Se observa una gran paridad entre las producciones anuales de los distintos suelos en las dos Unidades presentadas. Los autores Berretta y Bemhaja (1998c) dividieron los suelos de la Unidad Queguay chico en Superficial Pardo Rojizo, Superficial Negro y Profundo. En cambio, Berretta, para el estudio de producción de forraje de la Unidad Itapebí-Tres Árboles, divide a los suelos profundos en aquellos menores a 50 cm de profundidad (Medios), y en los que poseen más de 50 cm de perfil (Profundos).

Las diferencias más importantes entre las Unidades están en la producción del verano. En la Unidad Itapebí-Tres Árboles la producción estival es inferior en los tres suelos, 40% menor en el suelo profundo, 60% menor en el suelo superficial negro y 40% menor en el superficial pardo rojizo.

Trabajando con tratamientos experimentales en los que se comparó el efecto del descanso o no de la pastura entre pastoreos (carga rotativa y carga continua) en la producción total anual de forraje (en kg MS/ha), Berretta (2005) concluye que los primeros tienen una producción de forraje superior a la de los tratamientos con carga continua, alrededor del 11%, lo que debe atribuirse a los períodos de descanso entre pastoreos.

Según la información del cuadro 2.6, en el invierno, la baja producción de forraje estaría siendo una de las limitantes más importantes para el consumo de nutrientes por parte de los animales.

2.3. PRINCIPALES LIMITANTES DE LA PERFORMANCE EN ANIMALES PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO

Las determinantes generales de la producción animal son el consumo, la digestibilidad de los nutrientes consumidos y la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos (eficiencia de uso para los diferentes procesos metabólicos: mantenimiento y producción) (Hodgson, 1977). Estos tres factores determinan el valor nutritivo.

La performance es el balance entre el valor nutritivo y los requerimientos. Cuando el consumo de nutrientes no alcanza a cubrir los requerimientos de mantenimiento del animal se producen pérdidas de peso, situación que se da frecuentemente en el invierno en campo natural.

Santini y Rearte (1997), sostienen que la limitante más importante para la producción de carne la constituye el consumo total de materia seca por parte del animal. Esta limitación puede deberse a la baja disponibilidad de forraje o a la baja calidad del mismo. En situaciones donde el forraje no es limitante, el consumo estará determinado por su calidad, especialmente por su contenido de fibra. En situaciones de pastoreo, la principal limitante del consumo es de orden físico, a través del llenado del rumen y la tasa de pasaje.

Según Carámbula (1997), el principal inconveniente que deben enfrentar los animales en pastoreo de campo natural es la falta de energía, ya que los bajos rendimientos de las pasturas naturales restringen seriamente el consumo animal. Esto se da especialmente en invierno y en suelos de basalto superficial.

2.3.1. Consumo de materia seca

En la figura 2.1 se observan las relaciones planta/animal que se dan en condiciones de pastoreo. Cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta, el carácter del forraje determina el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el forraje es de muy alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Cuando la cantidad de forraje es baja, el carácter del mismo puede tener poco o nada de efecto sobre el consumo (Cangiano, 1997). En esta condición, el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en el peso de bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo (Erlinger et al.1990, Cangiano 1997).

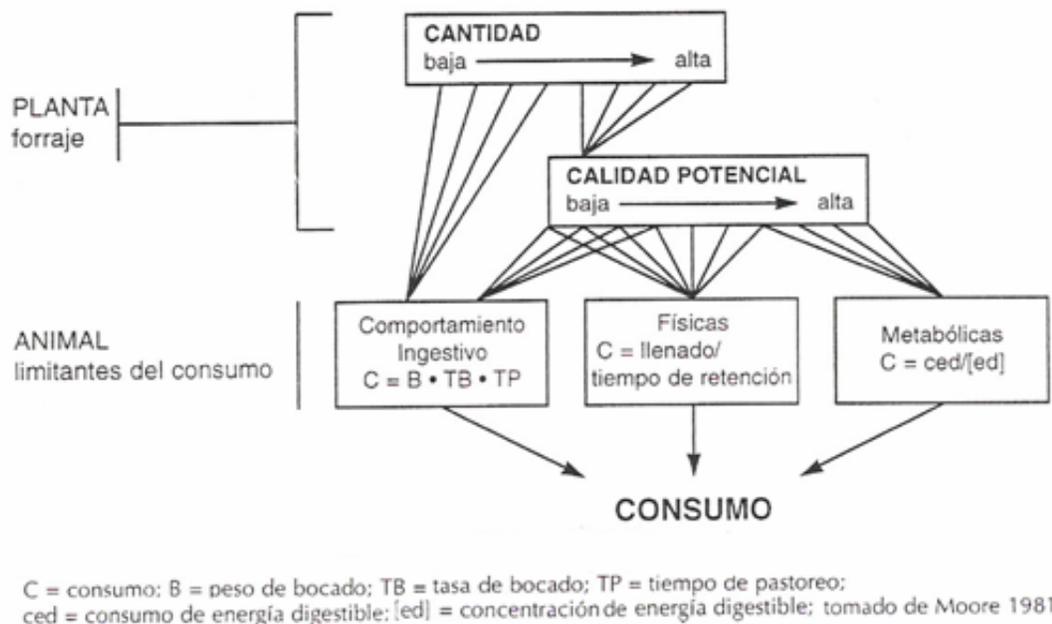


FIGURA 2.1. Diagrama simplificado de la relación planta/animal (Moore, citado por Cangiano, 1997).

El consumo voluntario (CV) es la cantidad de alimento que consume el animal cuando la oferta y calidad del mismo no es limitante. El CV varía en función de muchos factores, entre los que se destacan la característica de la dieta, el clima, el peso vivo, y además varía de acuerdo al estado fisiológico del animal y al tipo de producción (Fernández Mayer, 1998).

Rovira (1996), sostiene que el consumo de forraje de un animal, medido en términos de Materia Seca (MS), depende de la cantidad de forraje disponible

por animal (kg MS/animal/día), la disponibilidad forrajera (kg MS/ha), la digestibilidad de la MS, el peso vivo animal, la edad del animal, el nivel de producción (ganancia de peso, producción de leche), y del medio ambiente (clima, longitud del día, etc.).

En base a esto, se podría definir el consumo de materia seca como dependiente de factores asociados al animal, a la pastura, al manejo y al ambiente.

2.3.1.1. Factores vinculados al animal

Como se vio en la figura 2.1, los factores vinculados al animal que afectan el consumo de materia seca son las restricciones físicas y metabólicas y el comportamiento ingestivo.

El consumo se limita por sensación de llenado del rumen (fibra) o por saciedad (concentración de nutrientes en sangre). Hay muchos factores que intervienen para acelerar o desacelerar este proceso, entre otros, la digestibilidad de la fibra, el contenido de proteína, la forma en que se ofrece el pasto, la facilidad de cosecha (Cibils y Fernández, 2003). A medida que se incrementa la disponibilidad de forraje se incrementa el consumo animal según una relación cuadrática.

El peso del bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo (Hodgson, citado por Cangiano, 1997) y puede expresarse en términos de volumen (profundidad x área) y densidad del forraje del horizonte de pastoreo. La profundidad del bocado es generalmente una fracción más o menos constante de la altura de la pastura y cercana al 50% de la altura de la planta (Galli, Galli et al., citados por Cangiano, 1997).

El peso de bocado es muy sensible a variaciones en la altura del forraje y cuando disminuye, ante una disminución de la altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado tienden a aumentar —en compensación— hasta un cierto valor crítico por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y en el consumo diario (Cangiano, 1997).

También se ha notado que el tamaño de bocado tiende a aumentar en función del tamaño adulto y, en cambio, la tasa de bocado (cantidad de bocados por minuto) es más alta en terneros que en vacas adultas: 60 a 70 bocados/minuto en terneros vs. 50 a 60 en las vacas (Zoby y Holmes, citados por Rovira, 1996).

El pastoreo es la actividad más importante y la que en general le insume más tiempo al animal. El tiempo de pastoreo está muy influido por los requerimientos del animal, por la calidad y cantidad del forraje, por el tiempo en que come y por el tamaño de cada bocado. La variación es muy grande en el tiempo de pastoreo, incluso entre animales (Rovira, 1996).

Animales pastoreando pasturas de baja disponibilidad aumentan el tiempo de pastoreo, ya que al no disponer de suficiente forraje para generar un buen peso de bocado requieren más tiempo de cosecha del mismo. Igualmente, aunque se incrementa el tiempo de pastoreo, este puede resultar insuficiente para mantener el consumo ya que debido a la baja disponibilidad, la prensión es cada vez más difícil y el animal deja de pastorear (Allden y Whittaker 1970, Carámbula 1997).

Los dos períodos más importantes en que el ganado efectúa el pastoreo son el amanecer y el atardecer, por ser los más largos y porque todos los animales los cumplen. El primero comienza un poco antes de la salida del sol y se prolonga por unas 2 o 3 horas. El segundo, el del atardecer, se inicia al final de la tarde y se continúa hasta entrada la noche. Entre estos dos períodos bien marcados, normalmente se producen dos períodos cortos de pastoreo, que dependen de factores tales como estación del año, estado de la pastura, estado del tiempo, ubicación de las aguadas, etc. (Rovira, 1996).

En pastoreo continuo, a medida que las condiciones de la pastura hacen más difícil la cosecha, hay una tendencia general a aumentar el tiempo de pastoreo de los animales (Cangiano, 1997). Según Ernst et al., Arriaga-Jordan y Holmes, citados por Cangiano (1997), en pastoreo continuo los animales tienden a pastorear durante más tiempo (12-36%) que en pastoreo rotativo.

A su vez, Erlinger et al. (1990), sostienen que los animales de tamaño adulto más grande tienen un tamaño de bocado mayor y gastan más tiempo en pastorear. Vacas A. Angus, de peso adulto de 387 kg, comieron menos tiempo que otras de la misma raza de 413 kg. Éstas, a su vez, comieron menos que otras de 468 kg de raza Hereford y Red Polled. Por último estas comieron durante menos tiempo que vacas Chianina y Charolais con 589 kg. El tiempo de pastoreo disminuyó, en promedio, 23,5 minutos entre cada grupo adyacente. La diferencia máxima entre el grupo de menor tamaño (387 kg) y el de mayor (589 kg) fue de 70,7 minutos más a favor de este último.

Bargo et al. (2003) encontraron que la suplementación con concentrados a vacas lecheras pastoreando praderas, no afectó la tasa de bocado (58 bocados /min.) ni el peso de bocado, pero sí afectó el tiempo de pastoreo que se redujo

12 minutos por día por kg. de concentrado frente a vacas que no fueron suplementadas en pastoreo continuo.

Ruiquelme y Pulido (2008) trabajando con vacas lecheras sobre praderas de raigrás perenne con una asignación de forraje de 6,7 kg MS/ 100 kg de PV reportaron que, cuando las vacas en pastoreo reciben suplementos, el consumo de MS de pradera generalmente disminuye, al igual que el tiempo de pastoreo.

Rovira (1996) sostiene que la rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza enseguida del anochecer. El tiempo total que el animal dedica a rumiar, en términos muy generales, es alrededor de las tres cuartas partes del de pastoreo. Su tiempo total es del orden de las 7 horas y en promedio cada período de rumia dura unos 30 minutos. Es destacable el hecho de que el pasaje de la rumia al pastoreo puede ser inmediato, pero en cambio el de pastoreo al de rumia no se efectúa sino después de un tiempo de reposo.

2.3.1.2. Factores vinculados a la pastura

Como se observó en la figura 2.1 los factores de la pastura que afectan en mayor medida el consumo voluntario son: la digestibilidad y velocidad de pasaje por el tracto digestivo (calidad) y la cantidad de forraje disponible y accesible para el animal. Lange (1980) agrega a estos factores el de la palatabilidad (contaminación con heces y orina).

El consumo voluntario y la digestibilidad están afectados por ciertos factores de la planta y la pastura como el estado de crecimiento, la relación hoja/tallo y la composición química. La estructura de la pastura y las enfermedades fúngicas también deben tenerse en cuenta (Munro y Walters, citados por Gutiérrez y Morixe, 1995).

Berretta et al., citados por Pigurina et al. (1997), mencionan que para suelos de Basalto con una acumulación de forraje de 1300 kg MS/ha al inicio del invierno y el uso de cargas de 1,25 a 0,8 UG/ha y cierto control del pastoreo, se obtienen ganancias de 0,200 kg/animal/día en años normales. Sin embargo, cuando la disponibilidad fue inferior a 1000 kg MS/ha los animales comenzaron a tener problemas para lograr un consumo adecuado de forraje (Pigurina et al., 1997).

Jamieson y Hodgson, citados por Gutiérrez y Morixe (1995) encontraron que el consumo de terneros se incrementó hasta niveles de 2500-3000 kg de MO/Ha.

Rovira (1996) encontró que el consumo de terneros de 5 a 6 meses de edad, así como el de novillos de sobre año, disminuyó aproximadamente un 18% cuando la disponibilidad diaria de forraje bajó de 90 a 30 g de MO/kg de PV. Este descenso está asociado a una disminución de la altura del forraje, de 7,4 a 5,4 cm y a una menor digestibilidad.

Sin embargo, Allden y Whittaker (1970) trabajando con ovejas encontraron que la tasa de consumo de la pastura por parte de los animales está muy asociada con la altura de la planta, existiendo poca relación entre el rendimiento (kg MS/Ha) y el consumo.

Como fue mencionado anteriormente, en situaciones donde el forraje no es limitante, el consumo estará determinado por su calidad, especialmente por su contenido de fibra (Santini y Rearte, 1997).

Según Galli (1996), para cubrir los requerimientos de un determinado animal, se requieren más kilos de materia seca si el alimento es de baja calidad, no solo por su menor concentración energética sino también por la menor eficiencia de utilización de la energía metabolizable.

Quintans et al. (1994), sostienen que en invierno, la proporción de la fracción verde es baja, provocando que la mayor parte de la oferta de forraje sea de muy baja calidad, compuesta principalmente por restos secos que presentan una digestibilidad muy baja (24 %). La calidad de la fracción verde es mayor (50-55 %) pero su disponibilidad es limitante.

A su vez, Rovira (1996), indica que el consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad, hasta alcanzar valores de 80%.

En general, las gramíneas tienen una menor digestibilidad que las leguminosas, y estas son más consumidas a igual digestibilidad debido a que aquellas contienen mayor proporción de pared celular. Pero entre gramíneas y leguminosas coasociadas existe un efecto sinérgico en el consumo, especialmente cuando entre una y otra se registran diferencias importantes en algún nutriente esencial como por ejemplo en proteína (Canosa, citado por Abella et al., 2008).

2.3.1.3. Factores de manejo

Según Rovira (1996) es posible incrementar el consumo individual disminuyendo la dotación, pero esto aparejará una disminución de producción por hectárea. En el otro extremo, la máxima utilización de forraje por unidad de

área se puede lograr a través de una mayor dotación, pero el consumo por animal se verá seriamente disminuido.

Cuando las vacas se ven forzadas a comer forraje con menos de 5 cm de altura, el consumo disminuye entre un 10 y un 15% (Ernst et al., citados por Minson, 1990).

Bajo condiciones de pastoreo continuo existe un punto al que se le denomina altura crítica que marca en donde se alcanza el máximo de consumo posible. Por lo tanto, pastorear con más altura no reporta ningún beneficio (Rovira, 1996). Según Hodgson, citado por Rovira (1996), al incrementarse la altura del tapiz avanza la madurez de la planta y declina la digestibilidad, la que a su vez hace bajar el consumo.

Bianchi (1982) concluye que la presión de pastoreo está correlacionada negativamente con la ganancia de peso; y que la altura del forraje remanente es un buen indicador de la accesibilidad de la pastura para los animales, estando la misma asociada positivamente con la performance animal.

Con respecto al efecto de la suplementación, Cangiano (1997) reporta que cuando los animales comen suplementos concentrados o forrajes conservados, el consumo de la pastura por lo general se reduce, aunque el consumo total de materia seca se incrementa. Esta reducción en el consumo de forraje por unidad de suplemento consumido se denomina tasa o coeficiente de sustitución. A su vez Hodgson, citado por Cangiano (1997) afirma que el consumo y ganancia de peso de animales en pastoreo a los que se les suministra suplemento, esta influido tanto por las limitaciones nutricionales y/o estructurales de la pastura como por el comportamiento de los mismos. Los animales suplementados disminuyen su esfuerzo por pastorear y reducen el consumo de forraje aún en aquellos casos donde la cantidad de forraje es escasa y limita el consumo.

2.3.1.4. Factores vinculados al ambiente

Según Cangiano (1997) los factores ambientales que afectan el consumo de forraje por parte de los animales son la temperatura, la humedad, el fotoperíodo, la velocidad del viento, etc.

Según Conrad (1966) existe una zona termo sensitiva en el hipotálamo que responde a variaciones en la temperatura ambiente, regulando el consumo. Existe una reducción en el consumo tanto de ganado bovino y ovino, debido a altas temperaturas ambientales.

La periodicidad de los hábitos de pastoreo puede verse modificada por condiciones climáticas tales como fuertes lluvias y vientos, bajas y especialmente altas temperaturas (Rovira, 1996).

Indirectamente, la duración del fotoperíodo puede afectar a los animales al aumentar los períodos de vigilia y la actividad metabólica, lo que modifica los niveles de consumo de alimentos (Abella et al., 2008).

La disminución del fotoperíodo provoca una disminución del 10-15% en la ganancia de peso vivo y un aumento de retención de tejido graso, principalmente el subcutáneo. Estos mecanismos mejoran la aislación térmica y aumentan las reservas energéticas para el invierno. Todo esto funciona como un mecanismo de ajuste metabólico, donde se incrementa el catabolismo proteico y del tejido graso, lo cual aumenta el sustrato para la termogénesis. El frío crónico produce un aumento de la tasa metabólica, lo cual trae como consecuencia un aumento en el costo energético de mantenimiento, que es del orden del 25-70 %, y una disminución en la eficiencia de conversión de alimento en tejidos, que es del orden del 14 al 20 %. Como respuesta a esto, se produce un aumento de consumo de alimentos (Baeck, 2000).

2.3.2. Incremento en los requerimientos de mantenimiento

A los efectos prácticos resulta útil cuantificar separadamente los requerimientos de energía y proteína para mantenimiento de aquellos para producción. De la suma de ambos resulta el total de requerimientos.

2.3.2.1. Requerimientos de mantenimiento

Energía

El National Research Council (NRC) define los requerimientos de energía para mantenimiento como la cantidad de energía que el animal debe consumir para que no existan pérdidas ni ganancias netas de energía de los tejidos del cuerpo del animal. Las exigencias de energía para mantenimiento se dividen en metabolismo basal, actividad y termorregulación.

La Energía Metabolizable (EM) requerida para mantenimiento, representa aproximadamente un 70% del total de EM requerida por vacas de carne (Ferrell y Jenkins, citados por NRC, 2000). Por otro lado, la fracción de la EM total consumida por ganado en crecimiento, utilizada para funciones de mantenimiento, es raramente menor a 0,4.

Los requerimientos energéticos de mantenimiento dependen de la categoría animal, el peso vivo, el consumo de materia seca, la digestibilidad de la pastura, la topografía del terreno y la disponibilidad de forraje verde (AFRC, CSIRO, citados por Simeone y Beretta, 2009).

Por otro lado, Garret (1971) encontró que novillos Holstein requirieron 5% más de alimento que novillos Hereford para el mantenimiento. A su vez Andersen (1980) en un estudio donde se evaluaron ocho razas diferentes reporta que animales de la raza Hereford y Charolais presentaron los menores requerimientos de mantenimiento, mientras que animales de las razas Chianina y Romagnola registraron los mayores requerimientos de mantenimiento. Según NRC (2000), es posible realizar la generalización de que, en ganado en crecimiento, animales de la especie *Bos indicus* (por ejemplo, Brahman) requieren aproximadamente 10% menos energía para mantenimiento que animales de la especie *Bos taurus* (por ejemplo, Angus, Hereford, Charolais, Limousin), siendo las cruzas intermedias. También se sostiene que existe una relación positiva entre los requerimientos de mantenimiento y el potencial genético para medidas de productividad (carne, leche).

Proteína

Los requerimientos de proteína se miden en Proteína Metabolizable (PM). Según NRC (2000) la PM se define como la proteína verdadera absorbida por el intestino y puede ser de origen microbiano o ser proteína del alimento no degradable en el rumen.

Los requerimientos de proteína para mantenimiento dependen del peso vivo, o más precisamente del peso metabólico (AFRC, citado por Simeone y Beretta, 2009). Los mismos están representados por el nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno en orina y pérdidas por descamaciones (NRC, 2000).

La proteína microbiana puede aportar desde un 50% hasta prácticamente toda la PM requerida por el animal, dependiendo de la cantidad de proteína no degradable en rumen del alimento (NRC, 2000).

Según el Institute National de la Recherche Agronomique (INRA), citado por NRC (2000), los requerimientos de PM para mantenimiento son de 3,25g PM/kgPV^{0,75}. Otros datos reportados en NRC (2000) asumen valores similares de 3,52g PM/kgPV^{0,75} (Smuts, 1935), o 3,8g PM/kgPV^{0,75} (Wilkerson et al., 1993).

2.3.2.2. Efecto del clima

Los factores ambientales que contribuyen al estrés por frío son: el viento, las precipitaciones, la humedad y la radiación (NRC, 2000).

En cuanto al estrés térmico, dentro de la zona de termoneutralidad, la energía disipada como calor es independiente de la temperatura. Cuando la temperatura ambiente se incrementa por encima de la temperatura de termoneutralidad -esto es, mayor a la temperatura crítica superior- la productividad disminuye, principalmente como resultado de una disminución en el consumo. A su vez la elevada temperatura corporal resulta en un mayor “trabajo” para disipar calor y consecuentemente los requerimientos de energía para mantenimiento aumentan. Por otro lado, cuando la temperatura ambiente disminuye por debajo de la temperatura de termoneutralidad -esto es, por debajo de la temperatura crítica inferior- se debe incrementar el metabolismo para mantener la temperatura corporal. Como consecuencia los requerimientos de energía para mantenimiento aumentan (NRC, 2000).

Según NRC (2000), es generalmente aceptado que los ajustes en los requerimientos de energía para mantenimiento son dependientes de la severidad del estrés. A su vez esta severidad puede variar considerablemente dependiendo del comportamiento del animal, su adaptación al medio, la dieta o el nivel de producción

Con relación a temperaturas, Osacar et al. (2008) sostienen que la temperatura ambiente óptima para terneros es entre los 10° C y 22° C; por debajo o encima de estas temperaturas, implica un gasto extra de energía por parte de los mismos. Estas temperaturas fuera del rango óptimo son temperaturas críticas en las que el ternero contrarresta el efecto de variación térmica poniendo en juego su capacidad de termorregulación, es decir, los mecanismos de regulación de la temperatura corporal. Cuando hace demasiado frío, una alimentación deficiente puede tener un efecto negativo sobre la eficiencia e incluso sobre la salud, ya que debe mantener su temperatura corporal interna a expensas de la energía requerida para el crecimiento. Por lo general en el estrés por frío se incrementa el consumo de materia seca porque el ternero trata de consumir suficiente energía para su mantenimiento.

Por otro lado, el ajuste metabólico para adaptarse a menos horas luz y menores temperaturas, con su efecto sobre la ganancia de peso, comienza en otoño, y provoca cambios hormonales que provocan movilización de tejidos y un incremento en la tasa metabólica con mayor oxidación de glucosa. La consecuencia de esto se resume en una mayor generación de calor corporal (termogénesis), una menor retención de tejidos (menor ganancia de peso), un

mayor costo de mantenimiento, un mayor requerimiento de proteína by-pass y un mayor requerimiento de carbohidratos solubles (Baeck, 2000).

Para Bavera y Bèguet (2003), la humedad del aire reduce la tasa de pérdida de calor. El enfriamiento por evaporación a través de la piel y del tracto respiratorio depende de la humedad del aire. Si esta es baja (zonas cálidas y secas), la evaporación es rápida. Por otro lado, si la humedad resulta elevada (zonas cálidas y húmedas), la evaporación es lenta, reduciéndose la pérdida de calor y por consiguiente, alterando el equilibrio térmico del animal.

Asimismo, la lluvia ejerce efectos directos sobre el animal al favorecer la disipación de calor mediante la evaporación. En un ambiente cálido, la humedad retenida en la cobertura pilosa del animal disminuirá el estrés térmico al evaporarse (Bavera y Bèguet, 2003).

2.3.2.3. Costos de cosecha

CSIRO, citado por NRC (2000), estima que animales en las mejores condiciones de pastoreo poseen requerimientos de energía para mantenimiento 10-20% superiores que animales estabulados. Esta diferencia asciende a 50% en condiciones extensivas donde los animales caminan considerables distancias en busca del agua y mejores pasturas.

En el mismo sentido, Osuji (1974) sostiene que los requerimientos de energía para mantenimiento de animales en pastoreo es 25-50% mayor que en animales estabulados. Este autor atribuye estas diferencias al costo energético de las actividades de comer y caminar, así como también al “trabajo de digestión” de alimentos voluminosos.

Havstad y Malechek (1982), estimaron que vaquillonas en pastoreo tienen un gasto de energía 46% más alto que otras que se mantuvieron en jaulas consumiendo el mismo forraje.

El costo energético extra de bovinos en pastoreo es atribuido, según Havstad y Malechek (1982), al efecto combinado del gasto de energía inherente a las acciones de caminar y cosechar el forraje así como al tiempo gastado en comer. A su vez no encontraron diferencias entre animales estabulados y en pastoreo, en cuanto al tiempo dedicado a las actividades de rumia y de echarse y levantarse. Mc Graham (1964) trabajando con ovejas, encontró que aquellas que pastorearon una pastura de mala calidad tuvieron requerimientos de mantenimiento 40% superiores a aquellas que fueron estabuladas. Estas diferencias fueron atribuidas a un mayor esfuerzo muscular por las actividades de pararse y comer.

Holmes et al. (1978) midieron el gasto de energía en novillos, concluyendo que la acción de cosechar el forraje podría aumentar el gasto de energía entre 0,1 al 8% en una buena pastura y entre 1,3 a 15,7% en una de baja calidad.

Pueden ser varios los factores que influyen en lo que camina un animal por día bajo régimen de pastoreo, siendo uno de ellos la superficie del potrero. La cantidad de forraje también influye, especialmente cuando ésta es menor a 2000 kg MS/Ha. Cuanto menor sea la misma, mayor tiempo destinará el animal a la búsqueda del forraje, incrementándose de esta forma los requerimientos de energía para mantenimiento. El mismo efecto se produce cuando el forraje es de mala calidad (Rovira, 1996).

En pasturas de baja disponibilidad, el costo extra de la actividad se triplica debido al costo de cosecha. No obstante el gran aumento relativo, el consumo extra para compensar dicho gasto extra sería de 700 a 800 gramos de materia seca por día, en un animal que tiene un requerimiento de mantenimiento de 4 kilogramos de materia seca por día. Solamente en el caso de que los animales no puedan consumir lo mencionado, el gasto energético extra afectaría a la producción (Di Marco, 1998).

2.3.2.4. Requerimientos para ganancia de peso en pastoreo

Los requerimientos energéticos para ganancia de peso dependen de la ganancia media diaria objetivo, del biotipo, del sexo, del peso vivo y de la digestibilidad de la pastura (NRC, 2000).

Los requerimientos de proteína para ganancia de peso dependen de la ganancia media diaria objetivo, del biotipo, del sexo y del peso vivo (NRC, 2000).

La Energía Neta para ganancia (ENg) es definida por el NRC (2000) como la energía contenida en los tejidos depositados y es función de la proporción de grasa y proteína que explica la ganancia de peso.

Cuando la energía no limita el crecimiento, a medida que aumenta el peso del animal, se incrementa la proporción de grasa en la ganancia y disminuye la proporción de proteína (NRC, 2000).

La composición de la dieta y el nivel de consumo producen variaciones en la composición de la EM (ácidos grasos volátiles, carbohidratos digestibles en el rumen y grasa) (Ferrell, citado por NRC, 2000) que pueden afectar la composición de la ganancia (Fox y Black, 1984).

La síntesis neta diaria de proteína representa un balance entre síntesis y degradación (Early et al. 1990, Lobley 1992). Lobley (1992) indica que un novillo de 500 kg de peso con una deposición neta diaria de 150g de proteína, realmente degrada y resintetiza al menos otros 2550g. Esto significa que solamente un 6% de la proteína sintetizada diariamente, realmente se deposita como tejido.

Utilizando el programa de “Predicción de la performance de vacunos en pastoreo”¹ y tomando los datos de producción invernal de campo natural sobre basalto presentados en el capítulo 2.2.3 (570 kg MS/Ha para suelos medios), se obtienen predicciones de pérdida de peso del orden de 0,300 kg/a/día para terneras de 140 kg de peso vivo (esto no considera la disponibilidad inicial).

Tomando en cuenta estos datos surge la necesidad de evaluar diferentes alternativas para mejorar la performance de los animales en invierno que se presenta como una limitante para la producción.

En síntesis, en las condiciones de nuestro país, en invierno y en campos de Basalto, la principal limitante para la producción animal es el consumo de materia seca, determinado principalmente por la baja disponibilidad de forraje. A su vez las bajas temperaturas invernales y las condiciones extensivas en las que se lleva a cabo la recría de los terneros hacen que aumenten los requerimientos para mantenimiento lo que va en detrimento de la performance animal. En este sentido, el uso de mejoramientos forrajeros y la suplementación con concentrados energético-proteicos surgen como posibles estrategias para levantar estas limitantes y mejorar la performance de los terneros en su primer invierno.

2.4. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DE LA RECRÍA EN INVIERNO

2.4.1. Mejoramientos de campo natural como una opción para mejorar la performance animal de la recría en invierno

Una de las opciones de manejo que se presenta como alternativa para la solución del problema de pérdida de peso invernal es la utilización de mejoramientos de campo y/o verdes y praderas.

En lo que respecta al manejo de categorías de recría sobre mejoramientos de campo con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, teniendo en cuenta el

¹ Simeone, A.; Beretta, V. 2009. Predicción de la performance de vacunos en pastoreo; programa Excel (sin publicar).

diferimiento de forraje del otoño hacia el invierno, se obtuvieron ganancias diarias que van desde 0,150 hasta 0,400 kg/a/día cuando se manejaron cargas desde 1,07 hasta 1,5 UG/Ha (Pigurina, Ayala et al., citados por Quintans, 2002).

Por otra parte los mejoramientos de campo con Lotus El Rincón ofrecen forraje de muy buena calidad en invierno y primavera temprana, los que podrían ser utilizados con estas categorías de animales. Soca et al. (2001), observaron ganancias promedio en terneras de 0,170 a 0,500 kg/a/d cuando se les asignó una pastura de Lotus El Rincón al 6 y 22% del peso vivo, respectivamente, en un período comprendido entre junio y octubre.

En los gráficos 2.3, 2.4 y 2.5 se puede observar la mejora en la calidad del forraje de un mejoramiento con respecto al campo natural, medido a través de la digestibilidad, la proteína cruda (PC) y el contenido de fibra.

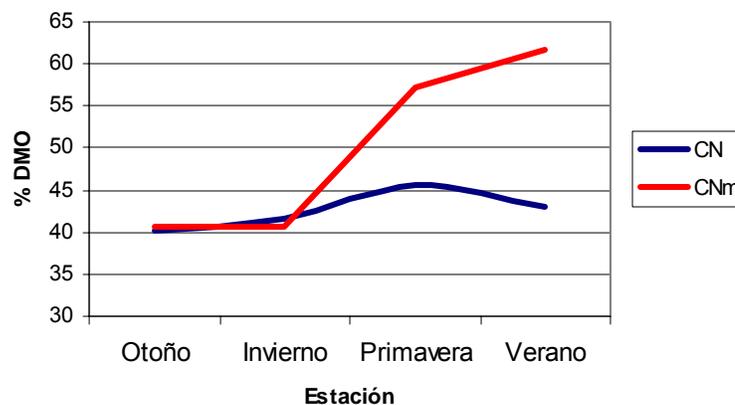


GRÁFICO 2.3. Niveles de digestibilidad estacional de la materia orgánica del campo natural y de un mejoramiento de campo de trébol blanco y Lotus (Scaglia, 1995).

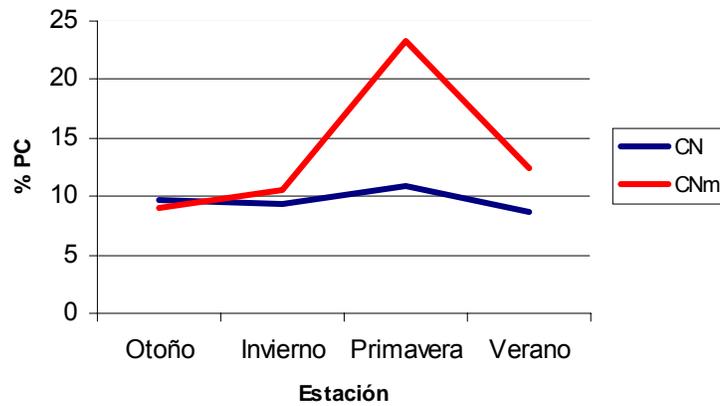


GRÁFICO 2.4. Niveles estacionales de proteína cruda del campo natural y de un mejoramiento de campo de trébol blanco y lotus (Scaglia, 1995).

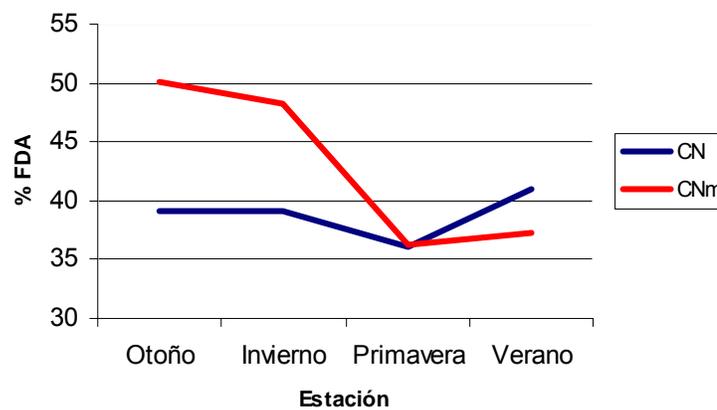


GRÁFICO 2.5. Niveles de fibra detergente ácida (FDA) estacionales para una pastura natural y un mejoramiento de campo de trébol blanco y lotus (Scaglia, 1995).

En el cuadro 2.7 se presenta un resumen de información de performance animal pastoreando mejoramientos de campo, generada a nivel nacional.

CUADRO 2.7. Resumen de experimentos nacionales de performance animal en campo natural mejorado en invierno.

Categoría	Peso Vivo inicial (Kg)	Período	Pastura			GMD (Kg/a/d)	Referencia
			Tipo	Disponibilidad (KgMS/Ha)	Carga (UG/Ha)		
Vaquillonas	201	29/6/00 al 21/9/00	Mejoramiento en cobertura de Lotus Rincón y Trébol blanco	1859	2,6 an/Ha	1,330	Pigurina et al.(2000b)
Novillos		Invierno 1994	Mejoramiento cobertura de Tbl y Lc. Suelo: Argisol de Unidad Alférez		1,07	0,350	Ayala et al. (2003 b)
Novillos		Invierno 1995	Mejoramiento cobertura de Tbl y Lc. Suelo: Argisol de Unidad Alférez		1,22	0,119	
Novillos		Invierno 1996	Mejoramiento cobertura de Tbl y Lc. Suelo: Argisol de Unidad Alférez		1,07	0,483	
Novillos		Invierno 1996	Mejoramiento cobertura de Tbl y Lc. Suelo: Argisol de Unidad Alférez		1,22	0,220	
Teneros	186	12/6/02 al 25/9/02	Mejoramiento de campo con Tbl, Lc y Rg	1658 2869 2717	4% AF 8%AF 12%AF	-0,122 0,439 0,882	Rovira (2003)
Teneras	129	30/6/01 al 9/10/01	Mejoramiento de <i>Lotus pedunculatus</i> cv. Grasslands Maku. Suelo: Unidad Sierra de Polanco		2,5%AF 5%AF 7,5%AF 10%AF	0,200 0,360 0,570 0,700	Ayala et al. (2003 a)
Teneras	193	29/6/01 al 5/10/01	Mejoramiento de <i>Lotus subbiflorus</i> cv El Rincón. Suelo: Unidad José Pedro Varela		2,5%AF 5%AF 7,5%AF 10%AF	0,260 0,530 0,590 0,690	
Teneras	155	4/6/02 al 3/9/02	Mejoramiento de campo con Tbl, Lc y Rg	3621 3317	3% AF 15% AF	0,116 0,650	Straumann et al. (2008)

El promedio de ganancia diaria obtenido en estos experimentos fue de 0,500 kg/a/día. Se observa un solo caso en el cual se registraron pérdidas de peso, las cuales pueden ser atribuidas a una alta carga y una baja disponibilidad de materia seca. También se observa una tendencia a disminuir la ganancia de peso al aumentar la carga.

Como conclusión se puede mencionar que la utilización de mejoramientos de campo es una medida efectiva para mejorar la performance animal en invierno y que esta performance depende de las cargas utilizadas.

2.4.2. Uso de suplementación

En general, en invierno, en los sistemas de producción de nuestro país, los mejoramientos de campo y principalmente las pasturas sembradas, son utilizadas para el engorde de animales en terminación. Por este motivo la recría de los terneros se ve relegada a las zonas más pobres de pasturas naturales sobre suelos superficiales, con las consecuencias que ya han sido mencionadas.

Resultados generados en el marco del proyecto GIPROCAR 2002 reportados por Simeone y Beretta (2004), identifican a la carga animal como la principal variable de manejo determinante de la productividad y por lo tanto del resultado económico. La suplementación invernal con concentrados energético-proteicos permitiría lograr una mayor capacidad de carga anual y estacional que llevaría al logro de un mejor resultado económico (Simeone y Beretta, 2004). A su vez, si se considera que el uso de suplementos en el invierno permite un mejor aprovechamiento del pasto que se produce en la primavera, la respuesta a la suplementación puede mejorar en un 20-30% (Elizalde, 2003).

Los trabajos nacionales relacionados al uso de suplementos energéticos sobre pasturas sembradas en el invierno determinan que el suministro de cantidades controladas de grano mejora la eficiencia de utilización del forraje, aumentando la ganancia de peso de los animales en altas dotaciones, la capacidad de carga y la productividad del predio (Fernández et al., 2005).

Cibils et al. (1997) destacan a la suplementación en condiciones de pastoreo como una herramienta estratégica con una serie de ventajas: es rápida y fácil de implementar, la ejecución de su rutina bien definida no necesita personal de alta idoneidad, no necesita inversiones costosas más allá del suplemento, es fácil de presupuestar, puede o no usar recursos extraprediales (productos o subproductos de la industria), es fácilmente desmontable y puede usarse en cualquier momento que se suponga rentable.

Estos mismos autores le atribuyen una desventaja: la suplementación es cara, y por lo tanto resulta fundamental el conocimiento de los factores que afectan el precio de la carne, zafra, post-zafra, mercados potenciales y su impacto en el predio.

En este sentido Simeone y Beretta (2004) señalan que para evaluar la viabilidad bio-económica de una propuesta de suplementación, es fundamental disponer de los coeficientes técnicos que permitan predecir la respuesta biológica: ganancia diaria y eficiencia de conversión. Ambas variables de respuesta se verán afectadas por características de la pastura (Rosso, 1996) y del suplemento (Balbuena et al. 2003, Beretta y Simeone 2004), por el manejo del pastoreo (asignación de forraje y sistema de pastoreo) y de la suplementación (nivel, frecuencia y forma de suministro) (Balbuena et al. 2003, Rovira y Velazco 2009); y también de la categoría animal y época del año (Simeone y Beretta, 2004).

2.4.2.1. Efecto de la pastura y del tipo y nivel de suplementación

Trabajos realizados en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) en el período 2001-2003 muestran diferentes respuestas a la suplementación sobre praderas y verdeos, según la época del año, la categoría animal y la asignación de forraje utilizada. Se observó que la respuesta a la suplementación muestra una relación inversa con la asignación de forraje (Simeone y Beretta, 2005).

A su vez, Balbuena et al. (2003) sostienen que la respuesta a la suplementación depende de la carga animal y del tipo y nivel de suplemento.

Cuando se suplementa sobre pasturas de alta degradabilidad (pasturas de otoño y verdeos de invierno) el proceso fermentativo de ese forraje es rápido y el mejor complemento ocurre con granos molidos. Sobre verdeos más sazonados o pasturas mixtas en otras épocas del año, el procesado quebrado es generalmente suficiente para alcanzar una buena digestibilidad del grano. Avena, cebada, trigo y centeno podrían ofrecerse enteros (Pordomingo, 2003).

Chabot et al. (2008) evaluando el consumo y digestibilidad de materia orgánica (MO) y proteína cruda (PC), encontraron interacción entre el tipo de suplemento (1- bloque mineral, 2-bloque mineral + cascarilla de soja, 3- bloque mineral + cascarilla de soja + sebo) y la madurez de una pastura de trigo (marzo y abril). Durante marzo la materia orgánica total consumida fue mayor en el tratamiento 3, intermedio en el tratamiento 2 y menor en el tratamiento 1. Durante abril el consumo de MO y PC fue mayor en el tratamiento 2 y menor en el 1 y 3. En cuanto a la digestibilidad también encontraron interacción entre el tipo de suplemento y la madurez de la pastura. Durante marzo la digestibilidad de la MO fue mayor en los tratamientos 1 y 2, mientras que en abril esta fue mayor en el tratamiento 2, intermedio en el 1 y menor en el tratamiento 3.

Con relación al tipo de suplemento, existen diferencias en la velocidad e intensidad de la digestión ruminal del almidón, según el tipo y procesamiento del grano. Los tratamientos mecánicos (molido, partido, aplastado) así como el tostado y la extrusión del grano, aumentan la accesibilidad microbiana al almidón, aumentando así su digestibilidad. El trigo suele presentar los más altos contenidos de almidón (77%) seguido de cerca por el maíz y el sorgo (72%) y luego la cebada y la avena en rangos de 57-58%. Por otro lado, la digestibilidad ruminal de los almidones provenientes de cebada, trigo y avena (almidones de rápida tasa de digestión ruminal) presentan valores muy superiores (80-94%) respecto a los correspondientes para sorgo (seco y partido, 60%) y maíz (seco y partido, 76,2%) (almidones de lenta tasa de digestión ruminal). La capacidad

bypass del almidón contenido en la avena, cebada y trigo es virtualmente nula, intermedia en el maíz y alta en el sorgo. A su vez, la capacidad bypass del almidón disminuye con el procesado del grano (entero >partido >aplastado >molido> vapor> ensilado) (Gagliostro, 2005).

Gagliostro (2005) también destaca que la síntesis de proteína microbiana resulta mayor con los almidones de mayor fermentación ruminal hasta un máximo de 25-30% de almidón degradable en el total de la dieta. Por encima de estos valores se ha detectado una inhibición de la proteosíntesis microbiana la que puede inclusive disminuir a causa de fenómenos de acidosis ruminal.

Pordomingo (1999) sostiene que el grano de maíz es el mejor grano para suplementar. Los tipos dentado se digieren bien enteros, pero en el caso de los más duros y más pequeños el quebrado o aplastado del mismo asegura una buena digestión. La mayoría de los sorgos requiere del procesado (aplastado o molido) para su mejor utilización. El trigo y el centeno enteros son muy fermentables y la tasa de fermentación mejora también con el procesado. La rápida liberación de almidón de estos granos hace conveniente una oferta controlada y distribución ordenada del suplemento para prevenir problemas metabólicos. La alta proporción y elasticidad del gluten del grano de trigo puede producir algunos trastornos digestivos, por ello es conveniente mezclar el grano de trigo con otros como el sorgo, maíz o avena. La cebada y la avena son granos vestidos (con glumas) por lo que su aporte de energía es menor comparado con granos desnudos como el maíz, sorgo, trigo o centeno. Estos granos aportan almidón de alta degradabilidad ruminal y también fibra. Si se ofrecen cantidades limitadas (inferiores al 0,75% del peso vivo) se sugiere ofrecerlos enteros. Su incorporación en el suplemento aumenta el volumen a ofrecer (a energía constante), permite reducir la velocidad de consumo y previene trastornos por sobre consumo.

En cuanto a la presentación de suplementos en base a maíz, Camps y González (2003) sostienen que en dietas con altos contenidos de grano (más del 75%) es conveniente suministrar el grano de maíz entero, para evitar problemas de acidosis asociados a una alta degradabilidad ruminal. Cuando dicho grano representa hasta el 60% de la dieta, es deseable ofrecerlo quebrado para optimizar su aprovechamiento. En animales de hasta 280 kg no sería necesario procesar el grano de maíz ya que las características fisiológicas de estas categorías determinan un adecuado aprovechamiento de los granos enteros.

Los granos de maíz y de sorgo cosechados y ensilados con alto grado de humedad adquieren un comportamiento digestivo parecido al de la cebada, avena y trigo, es decir aumenta la velocidad e intensidad de utilización ruminal.

En condiciones de pastoreo (verdeos y recursos otoño-invernales) resulta dable esperar que la utilización de granos con mayor velocidad e intensidad de digestión ruminal favorezcan la ganancia de peso al estimular la proteosíntesis microbiana en rumen y disminuir los excesos de amoníaco (Gagliostro, 2005).

Riffel et al. (2000) suplementando novillos sobre praderas con grano de maíz y cebada encontraron que el grano de cebada presenta mayores valores de degradabilidad que el de maíz, lo que estaría indicando un mayor aporte de energía a nivel ruminal. Sin embargo, esto no necesariamente condujo a diferencias en la performance animal. Por otro lado observaron que el consumo medio total (pastura mas suplemento) fue mayor en los grupos suplementados, lo cual estaría indicando que la sustitución operó al mínimo, manifestándose un efecto aditivo en el consumo de materia seca.

Kloster et al. (2004) al suplementar novillos con diferentes niveles de grano de maíz quebrado y silaje de planta entera de maíz, encontraron un efecto significativo del tipo de suplemento y el nivel de suplementación, sin registrarse una interacción suplemento x nivel de suplementación. Se obtuvieron mejores resultados cuando se suplementó con grano de maíz quebrado que con silaje de planta entera de maíz y a su vez los resultados fueron mejores a mayor nivel de suplementación.

En el cuadro 2.8 se presenta un resumen de resultados de experimentos realizados a nivel nacional evaluando la respuesta a la suplementación invernal en vacunos pastoreando campo natural.

CUADRO 2.8. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en vacunos pastoreando campo natural.

Categoría	Pastura	Peso Vivo inicial (Kg)	Suplemento	Período de suplementación	Cantidad	Pastura			GMD (Kg/a/día)	Referencia
						Disponibilidad (KgMS/Ha)	Carga (UG/Ha)	% AF		
Terneras	CN (Unidad Alférez)		Afrechillo de arroz crudo	1/7 al 29/9	0,7% PV	1500	0,85	4,9	0,193	Quintans et al (1993)
			Sin Supl (CN)		-	1500	0,85	4,9	-0,100	
Terneras	CN (Unidad Alférez)		Sorgo molido	21/7 al 21/10	0,7% PV	2800	1,3	5,9	0,100	Quintans y Vaz Martins (1994)
			Exp. Girasol		0,7% PV	2800	1,3	5,9	0,200	
			Afrechillo de arroz desgrasado		0,7% PV	2800	1,3	5,9	0,200	
			Sin Supl (CN)		-	2800	1,3	5,9	-0,050	
Terneras	CN (Unidad Alférez)		Afrechillo de arroz desgrasado	18/6 al 16/9	1,5% PV	2000	0,7	7,9	0,230	Quintans (1994)
			Sin Supl (CN)		-	2000	0,7	7,9	-0,082	
Vaquillonas Sobreño	CN (Unidad Alférez)		Afrechillo de arroz crudo	2/6 al 19/9	0,7% PV	2900	1,1	6,1	0,170	Quintans et al. (1994)
			Sin Supl (CN)		-	2900	1,1	6,1	-0,230	
Vaquillonas Sobreño	CN (Unidad Alférez)		Afrechillo de arroz	18/6 al 16/9	1,5% PV	1800	0,8	6,1	0,226	Quintans et al (1994)
			Sin Supl (CN)		-	1800	0,8	6,1	-0,088	
Terneras	CN (INIA Treinta y Tres)	160,6	Afrechillo de arroz crudo	14/7/00 al 23/8/00	1% PV	1233	0,83	9,3	0,303	Campos et al. (2002)
		163,1	Formulación comercial		1% PV	1145	0,83	8,6	0,324	
		155,3	Sin Supl (CN)		-	988	0,83	7,4	-0,255	
Novillos	CN (Suelos arenosos)	240	Expeller Girasol	1/7/04 al 17/9/04	0,5% PV	3000		11,9	0,360	Equipo de trabajo U.E. "Glencoe" (2004a)
			Afrechillo de trigo		1% PV	3000	0,8	11,9	0,400	
			Sin Supl (CN)		-	3000		11,9	0,060	
Vaquillonas Sobreño	CN (Suelos arenosos)	258	Exp. Girasol (30%) + Afr. de trigo (70%)	2/6/04 al 17/9/04	0,75% PV	2820 (inicio) - 2430 (fin)	0,81 - 0,95	7,1	0,305	Equipo de trabajo U.E. "Glencoe" (2004b)
			Sin Supl (CN)		-	3900 (inicio) - 1410 (fin)	0,81 - 0,91	7,5	0,400	
Vaquillonas Sobreño	CN (Basalto)	237	Exp. Girasol (30%) + Afr. de trigo (70%)	14/6/04 al 29/9/04	0,75% PV	2000 (inicio) 2800 (fin)	0,55 (inicio) 0,64 (fin)	9,4	0,332	Soares de Lima et al. (2005)
		237	Sin Supl (CN)		-	2000 (inicio) 2300 (fin)	0,55	9,2	-0,008	
Terneras	CN (Basalto)	163	Exp. Girasol + Afrechillo de trigo	14/6/04 al 29/9/04	1% PV	s/d	0,65 (inicio) 0,71 (fin)	s/d	0,134	del Campo et al. (2005)
			Sin Supl (CN)		-	s/d	0,65	s/d	0,006	
Terneros	CN (Basalto)	168	Afrechillo de Arroz	1/6/07 al 1/10/07	1% PV	2000	s/d	s/d	0,355	Pittaluga et al. (2007)
			Sin Supl (CN)		-	1700	s/d	s/d	0,195	

De los trabajos resumidos en el cuadro 2.8 se puede observar que los terneros/as suplementados sobre campo natural presentan ganancias promedio de 0,227 kilos por animal por día a diferencia de los no suplementados quienes pierden peso (-0,048 kg/a/d). Dentro de la misma categoría también se pueden observar diferencias en cuanto al nivel de suplementación, encontrándose ganancias superiores cuando se suplementa al 1% del PV frente al 0,7 de PV (0,279 kg/a/d vs. 0,173 kg/a/d respectivamente). Por otro lado el manejo de la carga animal también afectó la performance animal, siendo mayores las ganancias cuando se utilizaron cargas menores a 1 UG/ha (0,237 kg/a/d) que cuando se utilizaron cargas superiores a 1 UG/ha (0,167 kg/a/d). En cuanto al tipo de suelo el promedio de ganancia para terneros suplementados sobre

campo natural de Basalto es de 0,245 kg/a/día y de 0,185 kg/a/día en suelos de la Unidad Alférez.

En cuanto a las vaquillonas, las ganancias de peso obtenidas para las suplementadas fue de 0,258 kg/a/d, no encontrándose diferencias cuando se suplementaba al 0,7% del PV (0,269 kg/a/d) y al 1,5% del PV (0,226 kg/a/d). Por otro lado, las ganancias de peso de dicha categoría en los trabajos realizados sobre Basalto promedian en 0,332 kg/a/d, mientras que sobre la Unidad Alférez es de 0,198 kg/a/d y sobre los suelos arenosos de 0,305 kg/a/d.

La mayoría de los trabajos resumidos en el cuadro, muestran pérdidas de peso en los tratamientos sin suplementación que rondan los 0,100-0,150 kg/a/día. Por otro lado, los tratamientos suplementados tuvieron en general ganancias en el entorno de 0,200-0,300 kg/a/día.

Con estos datos, se estaría obteniendo una eficiencia de conversión de aproximadamente 5:1 que justificaría la suplementación en distintos escenarios de precios del concentrado y del kg de carne (Simeone y Beretta, 2006).

Los trabajos presentados en el cuadro 2.10 fueron realizados con suplementación diaria, sin embargo muchas veces aspectos operativos asociados a la extensividad del sistema o disponibilidad de mano de obra, pueden limitar las posibilidades de distribución diaria del suplemento, y consecuentemente su aplicación (Beretta y Simeone, 2008). La reducción de la frecuencia de suministro del concentrado a través del uso de comederos de autoconsumo (que se recargan semanalmente, y donde los animales tienen suplemento disponible durante todo el día, utilizando sal como regulador del consumo) podría levantar estas restricciones, sin embargo su utilización podría modificar la respuesta a la suplementación obtenido en condiciones de suplementación diaria.

2.4.2.2. Respuesta a la suplementación infrecuente

Se han realizado algunos trabajos a nivel nacional y regional evaluando la performance animal con diferentes frecuencias de suplementación.

La Manna et al. (2007), no encontraron diferencias al suplementar todos los días, día por medio o de lunes a viernes, novillos manejados sobre praderas al 3% de AF.

Trabajos realizados en Argentina (INTA, EEA Colonia Benítez) por Balbuena et al. (2001) muestran que no hay diferencias significativas en la ganancia media diaria de novillos suplementados diariamente vs. dos veces por semana

en verano sobre una pastura de Dicantio, ni suplementados diariamente vs. tres veces por semana en otoño y primavera (sobre pasturas de pasto Estrella, Dicantio y campo natural). Tampoco encontraron diferencias al suplementar novillos y vaquillonas en invierno 6 veces por semana vs. 3 veces por semana.

Velazco y Rovira (2009) en un experimento realizado en la unidad experimental de Paso de la Laguna (INIA Treinta y Tres) sobre praderas de segundo año, compuesta por trébol blanco, Lotus corniculatus y raigras y una disponibilidad inicial de 2076 kg MS/ha, tampoco encontraron diferencias en la ganancia media diaria, al suplementar novillos de 290 kg diariamente, día por medio o semanalmente en comederos de autoconsumo al 1% del peso vivo.

2.5. EL SISTEMA DE AUTOCONSUMO EN LA SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS

2.5.1 Caracterización del sistema

La práctica del autoconsumo consiste en permitir el acceso libre de los animales a un comedero especialmente diseñado para proveer alimento a medida que éste es requerido por los animales. Consta de un depósito en el que se acumula el suplemento y dos frentes de ataque por donde los animales acceden al mismo. A medida que consumen el suplemento, este mecanismo renueva la oferta hasta vaciar el depósito (de aproximadamente 2500 kg de capacidad). Con su uso se busca lograr resultados similares a los obtenidos suplementando diariamente. Como posibles problemas surgen la variación en el consumo diario por animal que puede ocasionar problemas digestivos. Las experiencias realizadas no han dado una referencia clara de cual es el porcentaje de sal que debe contener la ración para regular el consumo animal al 1% del peso vivo, lo cual depende también de la situación forrajera. A su vez la inclusión de sal puede determinar una disminución en la calidad de la ración suministrada. Diferentes factores como la disponibilidad y calidad del forraje, tipo de suplemento y nivel de suplementación, tienen efecto sobre la ganancia media diaria y la tasa diaria de consumo.

2.5.2 Regulación del consumo

Levy et al. (2006) asegura que los principales solutos del líquido extracelular (LEC) son las sales de Na^+ , de ellas la más abundante es el NaCl. Puesto que el NaCl es también el determinante principal de la osmolalidad (concentración de partículas disueltas en un líquido) del LEC, se considera a menudo que las modificaciones del equilibrio de Na^+ alteran la osmolalidad del LEC. Sin embargo en condiciones normales no ocurre así porque los sistemas de ADH (hormona antidiurética; liberada principalmente en respuesta a cambios en

la osmolalidad, cuya principal función es aumentar la permeabilidad al agua del conducto colector de los riñones) y de la sed, mantienen la osmolalidad del líquido corporal dentro de límites muy estrechos. Por ejemplo, al aumentar el NaCl (sin agua) en el LEC, aumentará la concentración de Na y la osmolalidad de este compartimento (la osmolalidad del LIC también aumentará debido a su equilibrio osmótico con el LEC). Este aumento de osmolalidad estimulará a su vez la sed y la liberación de ADH desde la neurohipófisis. El incremento de la ingesta de agua como respuesta a la sed, junto con la disminución de su excreción renal ocasionada por la ADH, normalizarán la osmolalidad del LEC rápidamente.

Estos mismos autores, afirman que los riñones constituyen la principal vía de excreción de NaCl del organismo. En condiciones normales, los riñones conservan el volumen del LEC constante adaptando la excreción de NaCl para igualar la excreción de éste con la cantidad ingerida en la alimentación.

Para limitar el consumo se utiliza cloruro de sodio (sal), generalmente entre el 10-15%, lo cual limitaría el consumo en alrededor del 1% del peso vivo, manteniendo niveles moderados de suplementación y evitando posibles trastornos debidos a niveles mayores de consumo de concentrado (Rovira et al., 2007).

Según Mac Loughlin (2005), el uso de limitadores de consumo en un suplemento disminuye la demanda del mismo y la variación de consumo individual. En el caso de utilizarse concentrados energéticos, ayuda a controlar la aparición de acidosis. La sal actúa como estimulante y como limitador del consumo de alimento, según la cantidad administrada. Las raciones comerciales normalmente contienen el 0,5% de sal en base seca. Con estos niveles, además de aportar Cl y Na, elementos esenciales para la vida y productividad del animal, actúa como saborizante y estimulante del consumo. Como limitador de la ingesta, se utiliza sal gruesa a razón de 0,10% del peso vivo (rango entre 0,07% y 0,13%) por día, siendo esta la cantidad máxima que pueden consumir los bovinos.

Mac Loughlin (2005), sostiene que además de la sal, otros compuestos se han utilizado para limitar el consumo. El yeso, a menores dosis que la sal ha resultado efectivo cuando la disponibilidad de forraje base es buena. El Cloruro de Calcio al 2,5% - 5% del suplemento restringe el consumo de este a aproximadamente 1 % del peso vivo. El uso de grasas y aceites al 10% del suplemento, son efectivos en controlar el consumo entre el 1% y 1,5% del peso vivo del animal. La monensina es un ionóforo que permite limitar el consumo, su uso queda reservado principalmente para cuando el plano nutricional es de

mediano a alto, siendo mínimos sus efectos en las situaciones de restricción alimenticia.

El uso de sal como regulador del consumo ha sido extensamente estudiado y existen numerosos trabajos extranjeros que muestran la efectividad de esta práctica sin comprometer la salud animal (Cardon 1953, Riggs et al. 1953, Weir y Miller 1953).

Existen ensayos extranjeros que evalúan el efecto de la inclusión de sal en la ración. Nelson et al. (1955) encontraron que la digestibilidad de una ración con alto nivel de sal (6%) fue ligeramente inferior a aquella que no se le aumentó el contenido de sal. Sin embargo esto no interfirió con el normal funcionamiento de la flora ruminal. El mismo resultado obtuvo Cardon (1953) quien encontró que la actividad de los microorganismos del rumen responsables de la digestión de la celulosa no se vio afectada por el aumento en la concentración de sal en la ración.

Villa et al. (2007) trabajando con corderas de 10-11 meses evaluaron el efecto de la suplementación con grano de cebada con distintos niveles de sal (0, 10, 20 y 30%). Se encontró que el consumo de suplemento varió según la dosis de sal y que a mayores concentraciones de sal, disminuye la variación diaria en el consumo, minimizando los riesgos que los excesos de consumo pudieran ocasionar en el funcionamiento ruminal y la salud del animal.

Chicco et al. (1971) en un estudio realizado en Venezuela con novillos de 22 meses de edad, evaluaron el efecto de la suplementación con una ración con alto nivel de sal (30%) y otra sin el agregado de sal. No encontraron diferencias en las ganancias de ambos grupos suplementados, siendo estas mayores a las del grupo testigo sin suplementar. Tampoco encontraron diferencias en las concentraciones de sodio plasmático, cloro y cloruro, ni en los valores de hemoglobina y hematocrito. Esto estaría indicando que los animales son capaces de tolerar grandes cantidades de sal en la dieta en condiciones normales de alimentación y con agua disponible. Por otro lado, encontraron que el consumo de ración con sal fue consistentemente variable en el correr del experimento.

A su vez, Rovira y Velazco (2009), afirman que el consumo diario de ración con sal en esquemas de suplementación animal basados en la utilización de comederos de autoconsumo es muy variable dependiendo de varios factores. Entre ellos se destacan el animal (categoría, experiencia), la pastura (cantidad, calidad), la ración (contenido de sal, homogeneidad), el clima (lluvia, temperatura), la disponibilidad de agua (cantidad, calidad), la etapa de la suplementación (inicio, medio o fin), el manejo del o los comedero/s (cantidad,

ubicación, número de animales por comedero) y los factores humanos (supervisión de la técnica, observación de los animales).

Los requerimientos de agua para beber aumentan entre un 50% y 70% cuando se ofrece el suplemento mezclado con sal (Mac Loughlin, 2005). Por esta razón, es muy importante que los animales tengan agua disponible en todo momento.

2.5.3. Competencia entre animales

La uniformidad de la demanda de suplemento y la competitividad originada por el nivel de insatisfacción de la misma, son los elementos básicos y excluyentes a manejar para el logro de consumos homogéneos en los sistemas pastoriles. Los factores que inciden sobre estas variables son la composición del lote de animales, el nivel sanitario, tipo y cantidad de suplemento, y la disponibilidad y calidad de la pastura. Las herramientas relacionadas con la estrategia de suministro de suplemento actúan principalmente sobre la competitividad por este, mientras que la uniformidad de la demanda depende en su mayor parte de la composición del lote de animales y su nivel sanitario (Mac Loughlin, 2005).

En el mismo sentido, éste autor afirma que el nivel de insatisfacción de la demanda (diferencia entre los kg de demanda y los kg ofrecidos), determina la intensidad en la competitividad por el suplemento. La uniformidad de la demanda y la homogeneidad en algunas características del lote de animales como tamaño, edad, astado/mocho, raza; nos da el grado de igualdad de oportunidades de los individuos para la competitividad. Las distintas historias nutricionales de los animales que forman un lote, crean demandas con bajo grado de uniformidad e inducen inicialmente a consumos desparejos.

Mac Loughlin (2005), sostiene que el tamaño y la edad de los animales tienen una directa relación con las interacciones sociales de dominancia y subordinación. En situaciones donde los recursos alimenticios son limitados, los individuos más jóvenes y de menor peso corporal (en general subordinados), suelen quedar relegados ante las actitudes intimidatorias de los que ocupan lugares más altos en la jerarquía social. Estos, cuando se acercan a los comederos, desplazan a los subordinados disminuyendo sus posibilidades de consumo. Las razas también juegan un papel importante en las jerarquías sociales. Los Aberdeen Angus suelen ser dominantes con respecto a los Shorthorn, y ambos a su vez con los Hereford, aún habiendo en algunos casos, diferencias de tamaño a favor de estos últimos. Es conocido el efecto dominante de los animales astados sobre los mochos.

Con relación a factores relacionados con el suplemento, Mac Loughlin (2005), sostiene que a mayor cantidad ofrecida, el nivel de insatisfacción de la demanda y la competitividad disminuyen, y el tiempo expuesto aumenta, así como las posibilidades de consumo de todos los individuos. Con respecto a la pastura, a menor disponibilidad y calidad de la misma, mayor será la demanda, la competitividad, y las variaciones de consumo individual del suplemento.

Bowman y Sowell (1997) sostienen que el cambio en el espacio de comedero por animal puede influenciar la competencia entre animales y la variación en el consumo de suplemento. Por otro lado una mayor cantidad de suplemento asignado por animal, reduce la variación en el consumo individual.

2.5.4. Respuesta a la suplementación semanal

Como se mencionó anteriormente existen alternativas tecnológicas que permiten facilitar la operativa de suministro del suplemento y lograr los mismos resultados productivos. La suplementación con comederos de autoconsumo es una de estas alternativas que se adapta especialmente a la recría de terneros en sistemas ganaderos extensivos.

Existen numerosos trabajos a nivel internacional que evalúan la respuesta a la suplementación utilizando sistemas de autoconsumo, no encontrándose diferencias con la suplementación diaria en cuanto a la performance animal (Riggs et al. 1953, Weir y Miller 1953, Chicco et al. 1971)

En experimentos realizados en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Facultad de Agronomía, Beretta y Simeone (2008) no encontraron diferencias entre el suministro semanal y el suministro diario. Estos autores sostienen que el uso de sistemas de autoconsumo permitiría lograr performance animales de terneros manejados sobre campo natural en torno a los 0,200 kg diarios y de 0,500 kg diarios en el caso de terneros manejados sobre praderas, siendo estas ganancias diarias similares a las que obtendrían los mismos animales si se suplementara diariamente en forma convencional.

Cepeda et al. (2005) registraron iguales ganancias invernales en terneros Hereford suplementados con grano de maíz diariamente vs. semanalmente (utilizando comederos de Autoconsumo) sobre una pastura de Raigrás al 2,5% de asignación de forraje. Las ganancias obtenidas fueron de 0,780 kg/día para los tratamientos suplementados y 0,540 kg/día en el caso del testigo.

Simeone y Beretta (2006) trabajando con terneros de destete precoz suplementados sobre praderas permanentes de primer año con una AF de 8%, no reportaron diferencias en la GMD entre aquellos que se suplementaron

diariamente y los que se suplementaban cada 7 días en comederos de autoconsumo.

Velazco y Rovira (2009) en un trabajo realizado en la primavera de 2008 en la unidad experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres, encontraron que novillos de 2 años pastoreando una pastura de segundo año de trébol blanco, lotus y raigrás y suplementados con una ración comercial (10% PC) a razón del 1% PV tuvieron iguales ganancias cuando fueron suplementados diariamente, día por medio o semanalmente en comederos de autoconsumo.

Rovira et al. (2007) en un trabajo realizado en la Unidad Experimental Palo a Pique (INIA Treinta y Tres) obtuvieron ganancias en el entorno de 0,400 kg/día, en terneros cruza (Hereford-Aberdeen Angus) suplementados en comederos de autoconsumo sobre campo natural (800 kg MS/ha) utilizando una ración comercial con 16%PC.

Rovira y Velazco (2009), en un trabajo realizado en INIA Treinta y Tres, obtuvieron diferencias según el método de suministro del suplemento, utilizando terneros de aproximadamente 190 kg sobre campo natural (3700 kg MS/Ha). Las ganancias diarias fueron mayores cuando se suministraba diariamente frente al uso del comedero autoconsumo (rellenado cada 14 días), dichas ganancias fueron 0,650 kg/día los suplementados diariamente, 0,440 kg/día y 0,370 kg/día los suplementados en autoconsumo con 9% de sal y 15% de sal respectivamente, no siendo significativas las diferencias entre estos dos últimos. En este experimento, se justificó esta diferencia debido a una menor digestibilidad de la materia orgánica en la ración del autoconsumo. En el caso de la suplementación en autoconsumo, así como hubo días en dónde los terneros consumieron excesivamente ración con riesgo de acidosis subclínica, también hubo días que el comedero estuvo desprovisto de ración lo que no es recomendable desde el punto de vista del funcionamiento ruminal, recomendándose recargas periódicas cada 7 días y no cada 14. Durante la etapa post-suplementación, cuando todos los animales fueron manejados en conjunto, los terneros que habían estado en los tratamientos de autoconsumo presentaron una ganancia de peso significativamente mayor que el resto de los animales.

En resumen, se puede observar que la suplementación semanal no difiere en gran medida con la técnica convencional, la cual se suministra diariamente, en cuanto a sus resultados en respuesta animal. Sí se encontró diferencias cuando el tiempo de recarga del comedero de autoconsumo fue de 14 días. En este caso se vio afectada la calidad del suplemento debido a la inclusión de sal, haciendo variar así la performance animal.

Por otro lado, se puede observar que la mayoría de los trabajos son realizados sobre pasturas mejoradas, justificando así la búsqueda de información sobre suplementación semanal en campo natural.

2.6 DIFERENCIAS DE PERFORMANCE ANIMAL SEGÚN BIOTIPO

Echeverría et al. (2007), definen cruzamiento como el apareamiento entre individuos que están menos emparentados que el promedio de la población a la que pertenecen. Uno de los efectos que produce es la Heterosis o Vigor Híbrido, que se define como la diferencia en producción entre el promedio de los animales cruza y el promedio de los animales puros contemporáneos (pertenecientes a las razas parentales existentes en la cruza).

Como se vio anteriormente, existen estudios que muestran diferencias en los requerimientos de mantenimiento para diferentes razas (Garret 1971, Andersen 1980, NRC 2000). Sin embargo estas diferencias se encontraron entre biotipos muy distintos (razas británicas vs. continentales) e incluso entre especies diferentes (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*). A su vez Menchón (2007) sostiene que animales caretas tienen menores requerimientos de mantenimiento que animales puros. Esta misma autora sostiene que la heterosis o vigor híbrido también se daría a niveles metabólicos y se esperarían beneficios en la conversión alimenticia al utilizar animales “careta”.

Algunas de las razones fundamentales de por qué cruzar son, según Rovira (1996), sacar provecho de la heterosis y provocar la complementariedad en un animal de características deseadas presentes en razas diferentes.

Según Espasandín y Ciria Ruggiero (2008), el ternero cruza posee por causa de su heterosis, una mayor habilidad para crecer y para aprovechar la leche producida por su madre a través de su diferente comportamiento de amamantamiento. A su vez, los terneros hijos de madres cruza presentaron mayor peso al destete (sin diferencias entre Angus-Hereford o Hereford-Angus), seguidos por los cruza F1 (los hijos de madres Angus presentaron mayores pesos al destete) y por último, entre los terneros de razas puras, aparece una superioridad en la raza Angus.

Morris et al., citados por Rovira (1996) señalan que terneros cruza Hereford-Angus y Angus-Hereford, obtuvieron una ganancia de peso promedio desde el nacimiento hasta el destete, de 14,1 kg más que el promedio de los terneros puros. En cuanto al peso promedio al destete, registraron una diferencia de 10,7 kg a favor de los terneros cruza.

2.7. HIPÓTESIS

La suplementación invernal con un concentrado energético-proteico a terneras de destete manejadas sobre campo natural incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementación. Esta respuesta sería independiente de la forma de suministro (diariamente o en comederos de autoconsumo); sin embargo podría variar dependiendo del biotipo animal considerado.

Esta respuesta estaría mediada por los siguientes procesos:

- a) Un aumento en el consumo total de nutrientes al suplementar respecto al testigo sin suplementar.
- b) La suplementación y la forma de suministro generarían modificaciones en el comportamiento ingestivo animal, lo cual podría modificar la estabilidad del consumo entre días, las características de la dieta consumida y su utilización por parte del animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

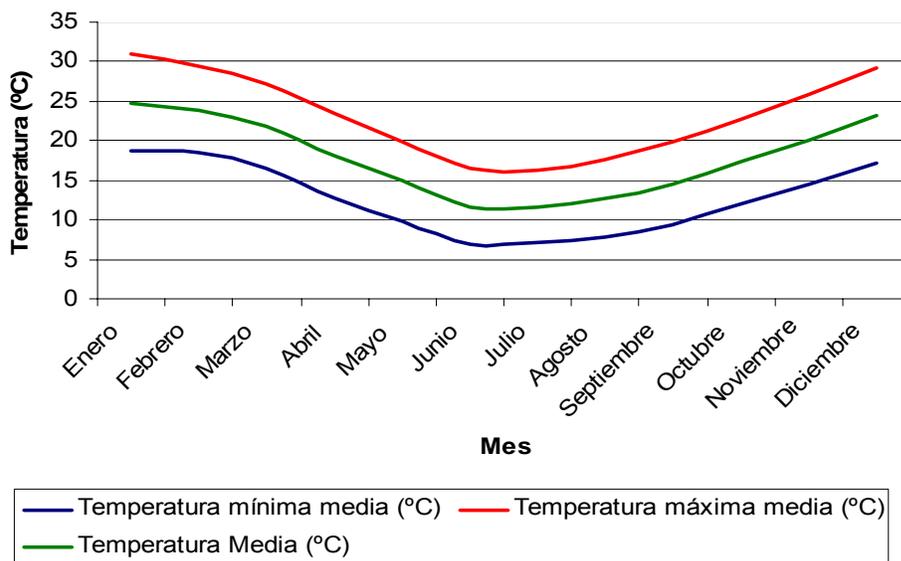
3.1. PERÍODO DE EVALUACIÓN Y ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado entre el 2/6/2009 y el 27/11/2009 en el establecimiento comercial “Salsipuedes”, ubicado en el departamento de Río Negro sobre la Ruta No. 20, km 142,5, a 32°37'53” de latitud Sur y 56°38'44” de longitud Oeste.

Según la Carta Geológica del Uruguay (UDELAR. FA, 1998), la zona experimental se ubica en la Formación Arapey, sobre suelos de Basalto.

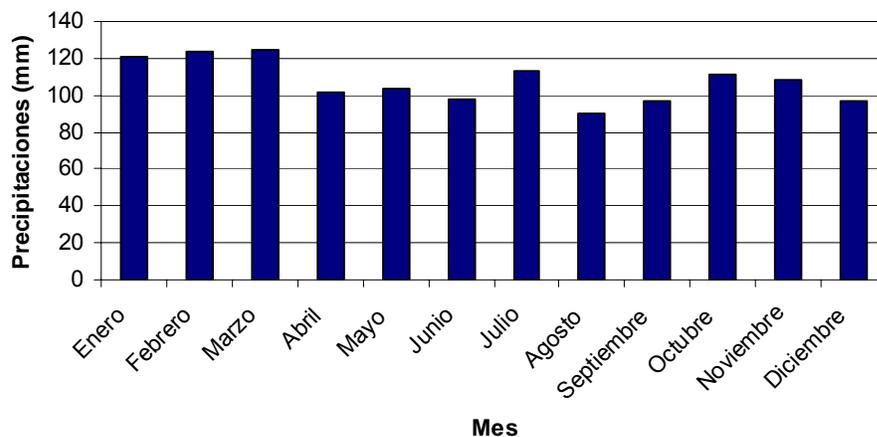
Según el Compendio Actualizado de información de Suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000), el predio se ubica en la Unidad de suelos Itapebí-Tres Árboles. Esta unidad presenta como suelos dominantes Brunosoles Éútricos Típicos y Vertisoles Háplicos, y como suelos asociados Litosoles Éútricos Melánicos.

En base a datos de la Estación Meteorológica de la localidad de Paso de los Toros para la serie histórica 1961-1990, en los gráficos 3.1 y 3.2 se presentan los valores de temperatura y precipitaciones para la zona.



Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2009c)

GRÁFICO 3.1. Temperaturas máximas, mínimas y promedio mensual para la localidad de Paso de los Toros (serie histórica 1961-1990).



Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2009c)

GRÁFICO 3.2. Precipitaciones promedio mensuales para la localidad de Paso de los Toros (serie histórica 1961-1990).

Para la serie histórica 1961-1990, la precipitación promedio anual fue de 1287 mm.

3.1.1. Caracterización del potrero

Se utilizó un potrero de 113 hectáreas de campo natural que fue reservado 30 días antes del comienzo del período experimental. El mismo se dividió en dos partes, una de las cuales, de 63 hectáreas, fue utilizada durante los primeros 85 días (2/6/09-25/8/09) siendo la otra parte reservada y utilizada a partir del 26/8/09 y hasta el final del período experimental (27/11/09).

El potrero se ubica sobre suelos de Basalto observándose Brunosoles, Vertisoles y Litosoles, pudiéndose dividir el área en zonas con suelos profundos (20%), medios (60%) y superficiales (20%). La fuente de agua fue una cañada ubicada al fondo del potrero, estando el agua disponible durante todo el período experimental.

3.2. ANIMALES

Se utilizaron 90 terneras nacidas en la primavera de 2008 y destetadas precozmente a los 60 días de edad, de las cuales 45 eran de raza Hereford con un peso inicial promedio de $132,6 \pm 5,2$ kg, y 45 terneras cruce Hereford x Aberdeen Angus con un peso inicial promedio de $138,2 \pm 12,7$ kg.

Los animales fueron adquiridos a comienzos de 2009 en un establecimiento cercano al predio donde se realizó el experimento. Desde su nacimiento fueron manejadas sobre pasturas naturales en forma conjunta.

3.3. PASTURA Y SUPLEMENTO

La pastura utilizada fue de campo natural sobre Basalto, con una disponibilidad inicial promedio de 1128 kg MS/Ha. En los cuadros 3.1 a 3.3 se presentan las principales especies presentes, y su caracterización productiva según los describe (UDELAR. FA, s.f.).

Cuadro 3.1. Especies dominantes presentes en el potrero y su caracterización.

Especie	Hábito de vida	Ciclo de producción	Tipo productivo
<i>Paspalum notatum</i>	Perenne	Estival	Tierno
<i>Axonopus affinis</i>	Perenne	Estival	Tierno-Ordinario
<i>Stipa charruana</i>	Perenne	Invernal	Duro
<i>Bothriochloa laguroides</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Eleusine tristachya</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Cyperus sp.</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Piptochaetium stipoides</i>	Perenne	Invernal	Tierno
<i>Eragrostis lugens</i>	Perenne	Estival	Ordinario

Cuadro 3.2. Especies asociadas presentes en el potrero y su caracterización.

Especie	Hábito de vida	Ciclo de producción	Tipo productivo
<i>Paspalum dilatatum</i>	Perenne	Estival	Fino
<i>Eleocharis sp.</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Agrostis montevidensis</i>	Perenne	Invernal	Tierno
<i>Coelhorachis seloana</i>	Perenne	Estival	Tierno
<i>Piptochaetium montevidensis</i>	Perenne	Invernal	Tierno-Ordinario
<i>Stipa setigera</i>	Perenne	Invernal	Tierno-Fino
<i>Andropogon ternatus</i>	Perenne	Estival	Tierno-Ordinario
<i>Poa annua</i>	Anual	Invernal	Tierno

Cuadro 3.3. Malezas presentes en el potrero y su caracterización.

Especie	Hábito de vida	Ciclo de producción	Tipo productivo
<i>Dichondra microcalyx</i>	Perenne	Estival	Maleza enana
<i>Alophia amoena</i>	Perenne	Invernal	Ordinario enano
<i>Chaptalia piloselloidea</i>	Perenne	Invernal	Maleza enana
<i>Baccharis coridifolia</i>	Perenne	Estival	Maleza campo sucio
<i>Eryngium nudicaule</i>	Perenne	Invernal	Maleza enana
<i>Oxalis sp.</i>	Perenne	Invernal	Maleza enana

La pastura se caracterizó por el predominio de especies perennes estivales que determinan un bajo potencial de producción de forraje del campo durante el período experimental. A su vez, según el tipo productivo predominante, se puede clasificar el potrero como ordinario-tierno.

Como suplemento se utilizó una ración comercial cuya composición química se presenta en el Cuadro 3.4. En el caso del tratamiento de autoconsumo, la ración fue mezclada con sal común (NaCl) a fin de limitar el consumo en torno al 1% del peso vivo como la describen Rovira et al. (2007). Se comenzó suministrando suplemento mezclado con sal a razón del 11% de la materia seca ofrecida. Debido a que no fue posible limitar el consumo de suplemento al 1% del peso vivo, en el día 57 se aumentó el contenido de sal a razón del 15% de la materia seca ofrecida. En el caso de los animales suplementados diariamente se les ofreció solamente el concentrado a razón de 1 kg MS/100 kg de PV.

Cuadro 3.4. Composición química del suplemento.

Proteína (Mín)	14,00%
Extracto al Éter (Mín)	3,00%
Humedad (Máx)	13,00%
Fibra (Máx)	10,00%
Minerales totales (Máx)	12,00%
Cloruro de sodio (Máx)	2,00%
Calcio (Mín y Máx)	0,9-1,7%
Fósforo (Mín y Máx)	0,7-1,5%
Claviceps Purpúrea (Máx)	0,03%
Máximo de insoluble al HCL	2,00%
Máx. Don	5 mg/kg
Máx. Urea	1,50%

3.4. TRATAMIENTOS

Los animales dentro de cada biotipo fueron distribuidos al azar, previa estratificación por peso vivo, a los siguientes tratamientos durante el periodo invernal:

- 1) Testigo (T): pastoreo continuo de campo natural en carga fija (1,4 terneras /ha) sin acceso a suplemento.
- 2) Suplementación diaria (SD): pastoreo continuo de campo natural en carga fija (1,4 terneras /ha) más el suministro de ración comercial (14% PC), ofrecida diariamente en el potrero, a razón de 1 kg MS/100 kg de peso vivo (PV) animal.
- 3) Suplementación semanal en autoconsumo (SA): pastoreo continuo de campo natural en carga fija (1,4 terneras /ha) más el suministro de ración comercial (14% PC) y sal, ofrecida semanalmente en comedero de autoconsumo.

3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El período experimental consto de dos etapas: 1) el invierno (desde el 2/6/09 hasta el 25/8/09), durante el cual se aplicaron los tratamientos; 2) la primavera (desde el 26/8/09 hasta el 27/11/09) durante la cual los animales fueron manejados en forma conjunta sin acceso a suplemento.

En cada tratamiento las terneras pastorearon en una parcela independiente, en pastoreo continuo durante 85 días de invierno, con una carga de 1,4 terneras/ha. Finalizado este período, pasaron a pastorear un área adyacente de 50 ha reservada inicialmente, recibiendo todas igual manejo del pastoreo, sin suplementación (Anexo No. 1).

Previo al inicio del experimento hubo un período de acostumbramiento gradual de los animales al consumo de suplemento.

3.5.1. Período pre-experimental

El día 26/5/09 se apartaron las terneras correspondientes a los tres tratamientos, retornando las 30 testigo al potrero de campo natural donde se encontraban. Las 60 terneras que serían suplementadas se encerraron para comenzar con el acostumbramiento al consumo de concentrado que fue el mismo para ambos tratamientos.

El acostumbramiento se realizó en un corral de 1600 m² aproximadamente, con agua disponible en todo momento suministrada en 2 bebederos. El primer

día se suministró solamente fardo (cola de trilla de trigo). A partir del segundo día se comenzó a ofrecer concentrado y fardo aumentándose en forma gradual la cantidad de concentrado hasta alcanzarse el nivel de oferta establecido por el tratamiento en el día 7, conforme se describe en el cuadro 3.5.

Se utilizaron 19 medios tanques de 90 cm de largo cada uno, que oficiaron de batea para el suministro del suplemento. Los mismos se dispusieron de forma tal que los animales tuvieran acceso por ambos lados.

Cuadro 3.5. Cantidad de fardo y concentrado suministrado durante el período de acostumbramiento.

Día	Concentrado (kg/animal)	Fardo (kg/animal)
1	0,0	Ad libitum
2	0,25	0,5
3	0,5	0,5
4	0,75	0,5
5	1,0	0,5
6	1,25	0,5
7	1,5	0,5

Al finalizar este período todos los animales consumían el suplemento sin dificultad.

En el caso del tratamiento de suplementación diaria, en los primeros días del período experimental se juntó a los animales para arrimarlos al comedero al momento de suministrarles la ración. En el tratamiento de suplementación semanal los animales fueron llevados el primer día hasta el comedero de autoconsumo y en los días subsiguientes se corroboró que todos los animales consumían el suplemento.

3.5.2. Período invernal

El potrero de 63 has se dividió en tres partes iguales de 21 has cada una (medidas con GPS), mediante alambrado eléctrico de 2 hilos. Los tratamientos fueron asignados por sorteo a sus respectivas parcelas.

La suplementación diaria fue realizada en comederos grupales, suministrándose el concentrado en 16 medios tanques ubicados dentro de la parcela de pastoreo, iguales a los utilizados en el período de acostumbramiento, pero con acceso por un solo frente. El suplemento se ofreció todos los días temprano en la mañana (7:30 horas), previa remoción de cualquier eventual excedente.

En el tratamiento de suplementación semanal, se utilizó un comedero de autoconsumo el cual consiste en un depósito en el que se acumula la ración para un período determinado de tiempo. El mismo consta de dos frentes de ataque (20 cm/animal, por donde los animales acceden al suplemento) que se recargan desde el depósito a medida que se va consumiendo el suplemento. Fue ubicado en un lugar alto y firme del potrero, sobre dos postes para reducir la formación de barro alrededor del comedero.

El comedero fue llenado en el día 1 (2/6/09) con una cantidad de concentrado equivalente al consumo de 10 días para el grupo de animales, y luego fue rellenado cada 7 días a lo largo del período experimental. Fue vaciado y llenado semanalmente a última hora de la tarde (17:30 horas). El rechazo era descartado.

En ambos casos, la cantidad de concentrado suministrado fue ajustada en base seca, de acuerdo al peso promedio del tratamiento luego de cada pesada, sin considerar la proyección de ganancias en el período entre pesadas. El agua estuvo siempre disponible en las parcelas a voluntad.

3.5.3. Período primaveral

Al finalizar el período de evaluación invernal (25/8/09), se pesaron los animales y pasaron todos juntos, a pastorear en el potrero reservado para tal fin, sin suministro de suplemento. El potrero de campo natural, había sido reservado desde el día 1/5/09, presentando una disponibilidad de 1197 kg MS/Ha al 25/8/09. La carga promedio utilizada en este período fue de 346 kg/ha, quedando las 90 terneras en un potrero de 50 Has en pastoreo continuo.

3.6. SANIDAD ANIMAL

El día 25/5/09 se vacunó contra Aftosa y se dosificó con Ivermectina y Nitroxinil (Twiin). La dosificación se realizó de forma inyectable vía subcutánea con 4 cc por animal. Al comenzar la primavera, los animales se volvieron a dosificar con Twiin con la misma dosis.

3.7. REGISTROS Y MEDICIONES

3.7.1. Pastura

3.7.1.1. Disponibilidad de forraje

La disponibilidad de forraje se determinó al inicio del período experimental y cada 14 días durante el invierno. En primavera la disponibilidad se determinó al inicio y fin de la estación. Se utilizó la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1986) marcando y cortando una escala de cinco puntos (representativa de las diferentes disponibilidades de forraje) común a los tres tratamientos.

En cada instancia, primero se recorrió todo el potrero para determinar la escala de 5 puntos. Luego se procedió a recorrer cada parcela en zig-zag y tirar 10 cuadros (30x30 cm) por hectárea a intervalos regulares. A cada cuadro se le asignó un puntaje dentro de la escala y se determinó la altura de forraje. Por último se cortó la escala al ras del suelo, y dos repeticiones de la misma, lográndose 3 muestras para cada punto de la escala. Todas las muestras se llevaron al laboratorio para ser secadas en estufa a 60° C durante 48 horas y así estimar la disponibilidad de materia seca en cada momento.

3.7.1.2. Altura de forraje disponible

La altura del forraje se registró en cinco puntos de la diagonal del cuadro en cada punto de la escala y en todos los cuadros tirados, utilizando regla y registrando el punto más alto de contacto de la hoja sin estirar.

3.7.1.3. Crecimiento de forraje

La tasa de crecimiento de forraje fue estimada mediante la técnica de jaulas móviles, con exclusión del pastoreo (Moliterno, 1986). Durante el período invernal se utilizaron 5 jaulas por tratamiento, colocándose 3 en la ladera y 2 en el bajo. En la primavera se utilizaron 10 jaulas distribuidas en igual proporción

El día 1 del período experimental se cortó el forraje al ras del suelo en un área equivalente al área de las jaulas, colocándose éstas al lado del área cortada. A los 49 días se cortó el forraje del área dentro de las jaulas para estimar el crecimiento del mismo por diferencia de peso en base seca. Ese día se realizó el mismo procedimiento, volviéndose a cortar las jaulas el último día del experimento.

El mismo procedimiento se realizó el día uno del período de primavera, volviéndose a cortar el forraje dentro de las jaulas, el último día de dicho período.

Todas las muestras fueron conservadas y llevadas a laboratorio para ser secadas en estufa a 60° C durante 48 horas, hasta peso constante

3.7.1.4. Calidad de forraje

Para la determinación de la calidad de forraje, cada 14 días, al momento de realizar las mediciones de forraje disponible, fueron cortados al ras del suelo y conservados 5 cuadros por tratamiento. Los mismos fueron sorteados entre los 210 cuadros tirados en cada parcela.

Sobre estos cuadros, previo al corte, se caracterizó su composición botánica por apreciación visual, determinándose la proporción de las siguientes fracciones: restos secos, malezas, especies estivales, especies invernales, además del porcentaje de suelo desnudo. A su vez, dos muestras por tratamiento se separaron manualmente en fracción verde y restos secos. Todas las muestras fueron secadas en estufa a 60° C por 48 horas, molidas y almacenadas para el posterior análisis químico.

La composición química del forraje (PC, Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) y Cenizas) se determinó sobre una muestra compuesta por tratamiento a partir de las 7 muestras correspondientes a los muestreos de cada fecha, para el periodo invernal. Las técnicas de determinación utilizadas fueron las siguientes:

Materia Seca : AOAC 925.10:2000 - Incertidumbre 0.1%

Fibra Detergente Acida : ANKOM Technology Method

Fibra Detergente Neutra : ANKOM Technology Method

Proteína : AOAC 920.87 E 15/90 - Incertidumbre 0.5%

Cenizas : AOCS Ba 5a-49:1997 - Incertidumbre 0.2%

Se estimó la digestibilidad de la pastura como % de NDT (nutrientes digestibles totales) a partir de la FDA mediante la siguiente ecuación (Acosta, 1994):

$$\% \text{ NDT} = 92,51 - (\% \text{ FDA} \times 0,7965)$$

3.7.2. Animales

3.7.2.1. Peso vivo

Los animales fueron pesados cada 14 días durante el período experimental invernal y cada 28 días en la primavera, previo ayuno de 15 horas. Las terneras se encerraban la tarde anterior sin acceso a alimentos ni agua, siendo pesadas temprano en la mañana, sin orden de ingreso predeterminado mezclados todos los tratamientos. Para la determinación del peso vivo se utilizó balanza electrónica para ganado.

3.7.2.2. Consumo de suplemento

El consumo de suplemento fue determinado para cada grupo de animales como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada.

En el tratamiento de suplementación diaria, la cantidad de MS ofrecida se pesó diariamente y en caso de haber rechazo, éste se retiraba previo al suministro del suplemento.

En el tratamiento de autoconsumo, el consumo de MS se estimó como la diferencia entre lo ofrecido y rechazado al inicio y final de cada semana. En las semanas 2, 6, 10 y 12, se pesó el suplemento ofrecido en el día 1 de la semana y cada 24 horas durante 7 días se pesó el suplemento residual en el comedero de autoconsumo. Así se estimó el consumo diario de suplemento a partir de la diferencia en la cantidad total entre el día n y $n+1$.

3.7.2.3. Comportamiento ingestivo

Durante 4 días consecutivos de las semanas 2, 6, 10 y 12, se registró el comportamiento animal mediante observación. Para esto se escogieron al azar 2 animales Hereford y 2 cruza por tratamiento, los cuales fueron identificados y observados durante el período de horas luz (7:30 a 17:30 horas) registrándose las actividades de pastoreo, rumia, descanso, consumo de suplemento y acceso al agua, cada 10 minutos. Cada 2 horas se midió la tasa de bocado (bocados/minuto), en los mismos animales, registrándose por observación el número de bocados de prensión realizados en 2 minutos continuos. A los efectos de la estimación de los tiempos dedicados a cada actividad se asumió que el animal permanece realizando la misma actividad entre dos observaciones consecutivas.

Para todos los tratamientos se observó, además de los 4 animales identificados, el número total de animales en agua y en comedero (tratamientos con suplementación) cada 10 minutos.

3.7.3. Registros climáticos

Para la caracterización climática durante el período experimental se obtuvieron registros de precipitaciones, número de heladas y temperaturas.

Los registros de precipitaciones se obtuvieron en el predio utilizando un pluviómetro. Los datos de número de heladas y temperaturas fueron proporcionados por la Estación Meteorológica de Paso de los Toros, ubicada a 30 km. del predio (Anexos 2, 3 y 4).

3.8. ANALISIS ESTADISTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar, considerando como unidad experimental a cada animal.

3.8.1. Peso vivo

El efecto de los tratamientos sobre la evolución de peso vivo fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del peso vivo en función del tiempo, utilizando el Procedimiento MIXED de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Las pendientes de los tratamientos, representando a las ganancias diarias de peso vivo, fueron comparadas mediante contraste simples.

Modelo general:

$$Y_{ijklm}: \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \epsilon_{ijl} + \beta_1 dm + \beta_{1i} \alpha_{idm} + \beta_{1j} \tau_{jdm} + \beta_{1ij} (\alpha\tau)_{ijdm} + \beta_2 PV_{ijl} + \delta_{ijlm}$$

Donde:

Y_{ijklm} es el peso vivo

β_0 es el intercepto

α_i es el efecto de la i -ésimo tratamiento de suplementación

τ_j es el efecto de la j -ésimo biotipo

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre suplementación y biotipo

ϵ_{ijl} es el error experimental (entre animales)

β_1 es la pendiente promedio (ganancia diaria) del peso vivo en función de los días

β_{1i} es la pendiente para cada uno de los tratamientos de suplementación

β_{1j} es la pendiente para cada uno de los tratamientos de biotipo

β_1 ij es la pendiente para combinación de tratamiento suplementación-biotipo
 β_2 es la pendiente que afecta a la covariable peso vivo al inicio
 δ_{ijlm} es el error de la medida repetida (dentro de los animales)

3.8.2. Variables de la pastura

El efecto de los tratamientos sobre la disponibilidad de MS de forraje (kg/ha), altura de forraje disponible (cm), crecimiento de forraje (kg MS/ha/día) y calidad de forraje se analizó utilizando Procedimiento MIXED de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), según un modelo general lineal del tipo:

$$Y_{ijlm}: \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} + S_k + \delta_{ijlm}$$

Donde:

Y_{ijkl} es la variable medida

μ es la media general

α_i es el efecto de la i-ésimo tratamiento

S_k : es el efecto de la k-ésima semana de medición

3.8.3. Comportamiento ingestivo

El efecto de los tratamientos sobre el comportamiento animal (pastoreo, rumia, descanso, etc.) fue analizado mediante un modelo lineal generalizado usando el procedimiento GLIMMIX de SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) asumiendo para cada actividad (numero de veces que un animal realiza la actividad en relación al numero total de veces observado) una distribución binomial e incluyendo la función LOGIT como *link* entre los predictores lineales y los parámetros estudiados.

La forma general del modelo fue:

$$G(ijkl): \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + S_k + (\alpha S)_{ik} + (\tau S)_{jk} + (\alpha\tau S)_{ijk} + \eta_l + (\eta\alpha)_{il} + \delta_{ijlm}$$

Donde:

$G(ijkl)$: es la función Logit de la probabilidad de realización de una actividad

β_0 : es el intercepto

α_i es el efecto de la i-ésimo tratamiento de suplementación

τ_j es el efecto de la j-ésimo biotipo

$(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre suplementación y biotipo

S_k : es el efecto de la k-ésima semana de medición

$(\alpha S)_{ik}$: es la interacción entre suplementación y semana de observación

$(\tau S)_{jk}$: es la interacción entre biotipo y semana de observación

$(\alpha\tau S)_{ijk}$ es la interacción entre suplementación, biotipo y semana de observación

l : es el efecto del l-ésimo día dentro de la semana

$(\eta\alpha)_{il}$: es la interacción entra el día dentro de semana y la suplementación.

δ_{ijlm} es el error experimental (entre animales).

4. RESULTADOS

4.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS

El registro de precipitaciones para el invierno fue de 206 mm, mientras que en la primavera fue de 393 mm. En cuanto a las temperaturas, el promedio registrado para el periodo de invierno fue de 12,1° C y para primavera fue de 17,4° C.

Según datos de URUGUAY. MDN. DNM (2009c), se registraron en el período invernal 26 heladas agrometeorológicas y 7 meteorológicas, mientras que en el periodo primaveral se presentaron 3 heladas agrometeorológicas.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

4.2.1. Disponibilidad

La disponibilidad promedio del período invernal fue de 941 kg MS/ha \pm 18 y la altura promedio de la pastura de 3,34 \pm 0,09 cm.

La disponibilidad media de forraje no estuvo afectada por los tratamientos, pero si por la semana experimental ($P < 0,0001$). La altura media de forraje estuvo afectada por los tratamientos ($P = 0,0375$) y por la semana experimental ($P < 0,0001$). En el cuadro 4.1 se presentan las medias ajustadas de disponibilidad y altura de forraje en invierno para los tres tratamientos y la significancia de los contrastes entre medias. También se presenta la disponibilidad y altura promedio para la primavera.

CUADRO 4.1 Efecto de la suplementación y forma de suministro del concentrado sobre la disponibilidad y altura media del forraje del campo natural en invierno, y disponibilidad y altura del forraje en primavera.

		Tratamientos			Contrastes (Prob.)	
		T	SD	SA	Tratamiento	Semana
INVIERNO	Disponibilidad (kg MS/ha)	922a	964a	937a	0.2779	<0,0001
	Altura (cm)	3,3ab	3,2b	3,6a	0.0375	<0,0001
PRIMAVERA	Disponibilidad (kg MS/ha)	1314 ± 41				
	Altura (cm)	5,6 ± 1,8				

Medidas en la fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

La disponibilidad media de forraje en invierno para el tratamiento testigo fue igual a la de los tratamientos suplementados. Asimismo, la forma de suministro tampoco afectó esta variable. La altura media de la pastura para el tratamiento de suplementación diaria fue inferior a la observada en el tratamiento de autoconsumo (P=0,0375), no registrándose diferencias entre el tratamiento testigo y los tratamientos suplementados.

En el cuadro 4.2 se presenta la evolución semanal de la disponibilidad de forraje y altura en invierno en todo el potrero.

CUADRO 4.2 Evolución media de la disponibilidad y altura de la pastura por día experimental del período invernal.

Día	Disponibilidad (kg MS/Ha)	Altura (cm)
1	1099a	4,0a
14	788bc	4,3a
28	872b	3,1bc
42	1093a	3,6ab
56	1152a	2,8c
70	891b	2,9bc
84	693c	2,7c

Medidas en la columna seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P<0.05)

4.2.2. Composición botánica

No existieron diferencias significativas entre tratamientos para las características evaluadas de la pastura (cuadro 4.3).

CUADRO 4.3. Fracción verde y seca de la pastura como porcentaje de la materia seca total, y estimación visual del porcentaje de suelo desnudo, malezas, especies estivales y especies invernales por tratamiento.

	Tratamientos			Contrastes (Prob.)	
	T	SD	SA	Tratamiento	Semana
Fracción verde (%)	59,9a	62,7a	54,1a	0.3225	0.0489
Fracción seca (%)	40,1a	37,3a	45,9a	0.3225	0.0489
Suelo desnudo (%)	16,0a	15,9a	18,1a	0.7683	0.3367
Malezas (%)	26,4a	28,9a	29,9a	0.8764	0.2675
Especies estivales (%)	59a	53,1a	54,9a	0.6724	0.0725
Especies invernales (%)	14,6a	18a	15,3a	0.4235	0.1008

Medidas en la fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0.05$)

Se observa un predominio de especies estivales que representan más de la mitad del tapiz vegetal, no existiendo diferencias entre tratamientos. Las especies invernales no alcanzan a representar el 20% del tapiz.

4.2.3. Composición química

Las variables de composición química de la pastura en el período invernal se presentan en el cuadro 4.4

CUADRO 4.4. Composición química de la pastura por mes de invierno, según tratamiento.¹

		T	SD	SA
Junio	MS (%)	49,3	44,1	45,2
	FDN (%)	58	53	59
	FDA (%)	34	36	37
	Proteína (%)	9,9	10,4	10,9
	Cenizas (%)	15,8	23,2	17,9
	NDT (%)	65.4	63.8	63
Julio	MS (%)	47,8	43,1	46,5
	FDN (%)	52	54	50
	FDA (%)	36	35	34
	Proteína (%)	10,6	11,8	10,4
	Cenizas (%)	23,4	20,7	26,7
	NDT (%)	63.8	64.6	65.4
Agosto	MS (%)	42	35,1	46,5
	FDN (%)	52	46	56
	FDA (%)	36	33	34
	Proteína (%)	12,2	14,5	11,3
	Cenizas (%)	20,7	20,5	23,1
	NDT (%)	63.8	66.2	65.4

MS= Materia Seca, FDN= Fibra Detergente Neutro, FDA= Fibra Detergente Ácido, NDT= Nutrientes Digestibles Totales.

¹ Los datos de FDN, FDA, Proteína y Cenizas se presentan en base seca.

El porcentaje de materia seca de la pastura se mantiene relativamente constante en los tres tratamientos en los meses de invierno. Lo mismo sucede con las fracciones FDN y FDA, mientras que en el caso de la proteína se observa una tendencia a aumentar a medida que transcurre el invierno.

El valor de la digestibilidad de la pastura calculado a partir de la FDA (como % de NDT) fue 64,6 %.

4.2.4. Crecimiento de forraje

En el período invernal se registró una tasa de crecimiento de la pastura de 7 kg MS/Ha/día para el tratamiento testigo, de 8 kg MS/Ha/día para el de suplementación diaria y de 7 kg MS/Ha/día para el tratamiento de suplementación semanal. En el período primaveral el crecimiento fue de 28 kg MS/Ha/día.

4.3. PERFORMANCE ANIMAL

4.3.1. Ganancia media diaria

La evolución de peso vivo durante el invierno ajustó una tendencia lineal ($P < 0,01$), estando afectada por el tratamiento ($P < 0,0001$). Por más que no se observó un efecto del biotipo ($P > 0,05$) se puede decir que existió una tendencia a encontrarse diferencias entre los animales cruce y los Hereford ($P = 0,0570$). No se registró interacción biotipo x tratamiento ($P = 0,8307$).

Durante el período de primavera, la evolución de peso también ajustó una tendencia lineal, estando afectada por el manejo invernal ($P = 0,0046$). La ganancia diaria del tratamiento testigo fue superior a los tratamientos suplementados ($P = 0,0011$), no detectándose diferencias asociadas a la forma de suministro ($P = 0,7950$).

En el gráfico 4.1 se presenta la evolución de peso vivo de los animales con manejos alimenticios diferentes en invierno y manejo conjunto en primavera.

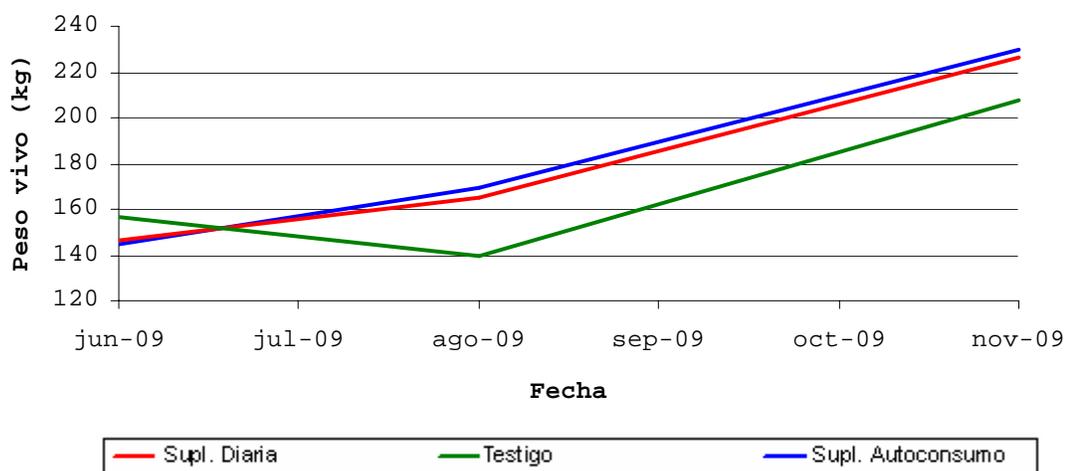


GRÁFICO 4.1. Evolución del peso vivo en el período invierno-primaveral, según tratamiento (estimado en base a ecuaciones de regresión ajustadas para cada período).

En el cuadro 4.5 se presenta el peso vivo y la ganancia media diaria (GMD) de invierno y primavera para los tres tratamientos, estimada a partir de la pendiente de las rectas de regresión generadas.

La suplementación incrementó la GMD invernal (T vs. SD+SA, $P < 0,0001$), observándose una mayor respuesta en la suplementación con comedero de autoconsumo con respecto a la diaria (SA vs. SD, $P = 0,0006$).

Los animales del tratamiento de suplementación semanal tuvieron una ganancia promedio de 0,348 kg/animal/día, los suplementados diariamente 0,260 kg/animal/día y los testigos -0,237 kg/animal/día.

Durante la primavera la GMD de los animales suplementados fue inferior a la de los testigos ($P = 0,0011$), no observándose diferencias asociadas al modo de suministro del suplemento ($P = 0,7950$).

CUADRO 4.5. Efecto de la suplementación invernal y forma de suministro del concentrado sobre la evolución del peso vivo (PV) y ganancia media diaria (GMD) estacional de terneras pastoreando campo natural.

	Tratamientos			Contrastes (Prob.)	
	T	SD	SA	T vs. (SD+SA)	SD vs. SA
PV inicial (kg)	150,3	153,1	152,8		
PV final invierno (kg)	130,2	175,2	182,4		
PV final primavera (kg)	198,4	236,1	242,6		
GMD invernal (kg/a/d)	-0,237	0,260	0,348	<0,0001	0,0006
GMD primavera (kg/a/d)	0,725	0,648	0,641	0,0011	0,7950
GMD total (kg/a/d)	0,412	0,521	0,544	<0,0001	0,3255

La mayor ganancia media diaria (GMD) en invierno de los animales de los tratamientos con suplementación determinó que el peso promedio de los animales del tratamiento testigo fuera inferior al final del período invernal. En la primavera, cuando los animales se manejaron de manera conjunta, los testigo tuvieron ganancias significativamente superiores a los animales de los tratamientos suplementados ($P = 0,0011$). Igualmente, cuando se analiza el período invierno-primaveral se verifica que la GMD de los animales del tratamiento testigo fue significativamente menor a la de los animales suplementados en invierno ($P < 0,0001$), no registrándose diferencias entre los suplementados diariamente y los suplementados semanalmente ($P = 0,3255$).

4.3.2. Consumo de suplemento y eficiencia de conversión

El consumo de suplemento (tanto en % del peso vivo como en kg/a/día) se vio afectado por la forma de suministro ($P < 0,0001$), siendo significativamente mayor el consumo en los animales suplementados en comederos de AC.

La eficiencia de conversión del concentrado fue mayor en el tratamiento de suplementación diaria (cuadro 4.6).

CUADRO 4.6. Diferencia en la ganancia media diaria vs. testigo, consumo de suplemento y eficiencia de conversión, según tratamiento.

	SD	SA
Diferencia GMD con respecto al testigo (kg/a/d)	0,497	0,585
Consumo de MS (%PV)	1,0b	1,36a
Consumo de MS (kg/a/d)	1,58b	2,15a
Eficiencia de conversión (kg MS supl./kg PV)	3,2	3,7

Medidas en la fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0.05$)

En los gráficos 4.2 y 4.3 se presenta la evolución semanal del consumo medio diario de suplemento (como % PV) a lo largo del período invernal por semana y la variación media entre días dentro de la semana, respectivamente. Se puede observar que los animales del tratamiento suplementado semanalmente consumieron más suplemento que los suplementados diariamente durante todo el período, independientemente de la semana ($P > 0,05$) y del día dentro de la semana ($P > 0,05$). En las últimas cuatro semanas del invierno se aumentó el porcentaje de sal en el comedero de autoconsumo, pasando del 11% al 15% de la materia seca de la ración, lo que hizo disminuir el consumo del 1,4% al 1,2% del PV.

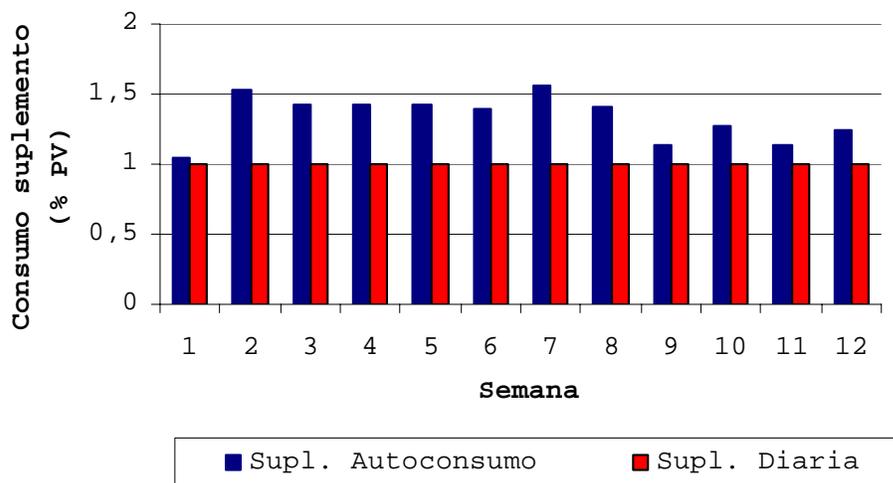


GRÁFICO 4.2. Consumo de suplemento (%PV) por tratamiento según la semana.

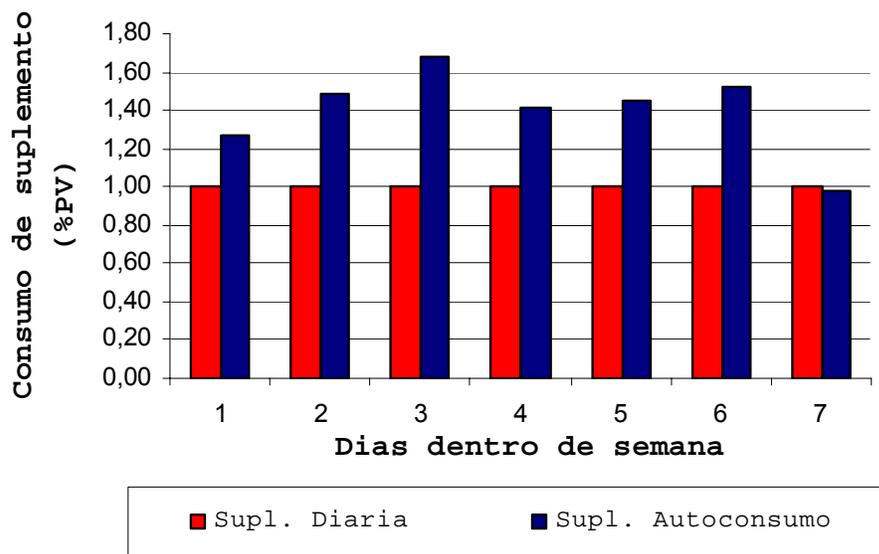


GRÁFICO 4.3. Variación del consumo de suplemento entre días dentro de la semana, expresado como porcentaje de peso vivo, según tratamiento.

La variabilidad entre días en el consumo de suplemento para el tratamiento de autoconsumo, evaluada a partir del suplemento residual en el comedero autoconsumo a través de los días de la semana se presenta en el gráfico 4.6.

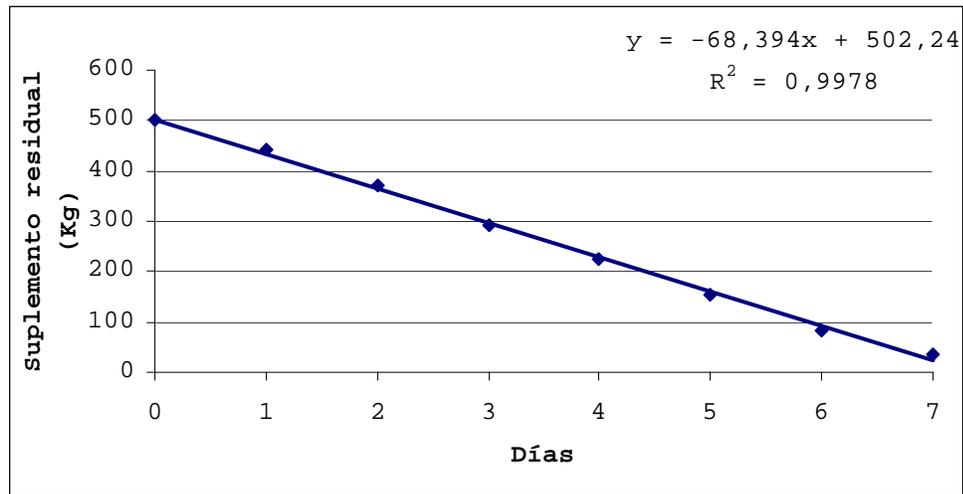


GRÁFICO 4.4. Evolución del suplemento residual en comedero según día dentro de la semana.

El consumo diario animal dentro de las semanas se mantuvo relativamente constante, provocando un descenso uniforme del suplemento en el comedero.

4.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Las distintas actividades del comportamiento ingestivo animal evaluadas en el trabajo experimental se presentan en el cuadro 4.7.

CUADRO 4.7. Tiempo dedicado a las actividades de pastoreo, rumia, descanso, consumo de suplemento y consumo de agua, como porcentaje de las horas de luz, según tratamiento.

	T	SD	SA
Pastoreo (%)	84a	67b	55c
Rumia (%)	6,4	6,0	2,5
Descanso (%)	10,5	21,4	30,0
Comedero (%)		6b	10a
Agua (%)	0,4	0,9	1,9

Medidas en la fila seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P < 0.05$)
 Medidas sin letras son datos experimentales sin análisis estadístico

La actividad de pastoreo es la que insumió más tiempo a los animales y se registraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor en el

tratamiento testigo que en los suplementados. A su vez, dentro de los animales suplementados, los que estuvieron más tiempo pastoreando fueron los del tratamiento de suplementación diaria ($P < 0.05$). Estas diferencias fueron independientes del biotipo. Se registró un efecto de la semana ($P < 0,0001$), observándose un incremento en el tiempo dedicado al pastoreo entre el inicio y fin del invierno en los tratamientos sin suplemento (0,76 vs. 0,89, $P < 0,05$) y con suplementación diaria (0,55 vs. 0,76, $P < 0,05$). En el tratamiento de autoconsumo el tiempo dedicado al pastoreo permaneció igual (0,59 vs. 0,63, $P > 0,05$).

En cuanto al tiempo dedicado al consumo de suplemento, se observa que fue mayor en el caso del tratamiento de autoconsumo.

Los animales testigos y los suplementados diariamente fueron los que estuvieron más tiempo rumiando y los suplementados semanalmente fueron los que dedicaron más tiempo a descansar. A su vez se observa una superioridad en el consumo de agua por parte de los animales del tratamiento de autoconsumo, probablemente por consumir ración mezclada con sal.

En el gráfico 4.5 se presenta la tasa de bocado según tratamiento.

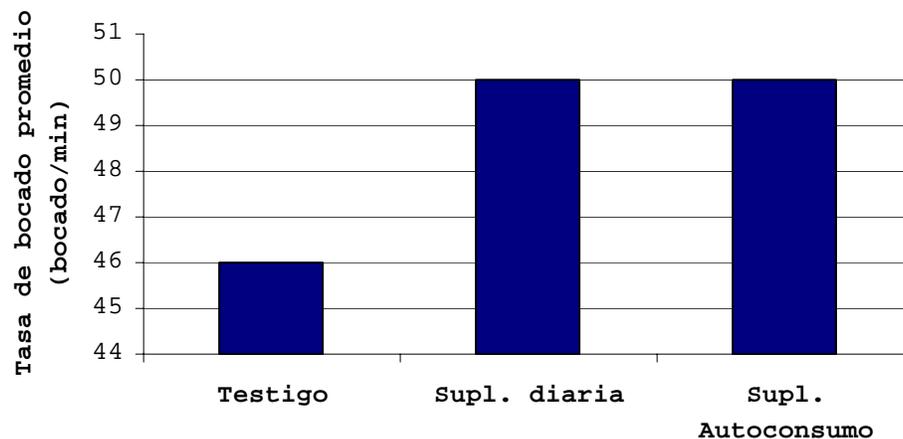


GRÁFICO 4.5. Tasa de bocado promedio según tratamiento.

Existieron interacciones entre la dieta y la semana ($P = 0,0013$) y también entre dieta y día dentro de la semana ($P = 0,0099$), por lo tanto no se le puede atribuir las diferencias en las tasas de bocados a un efecto independiente de la dieta o a un efecto de la semana.

En el gráfico 4.6 se agrupan cada dos horas la proporción del tiempo total dedicado a pastoreo, por tratamiento.

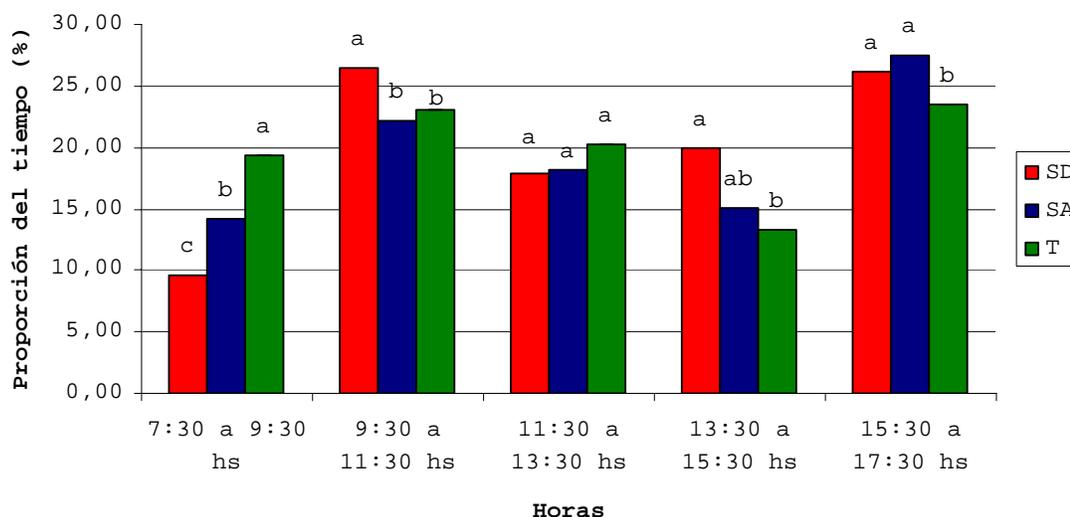


GRÁFICO 4.6. Patrón de pastoreo diurno (distribución del tiempo de pastoreo en intervalos de 2 hs)

En cuanto al consumo de ración, no varió entre semanas ($P=0,5097$) pero si entre días dentro de la semana ($P=0,0057$). No existió interacción biotipo x dieta ($P=0,0931$), biotipo x semana ($P=0,3294$), dieta x semana ($P=0,1389$), biotipo x dieta x semana ($P=0,3558$), ni dieta x día dentro de la semana ($P=0,6480$).

En el gráfico 4.7 se observa que las suplementadas semanalmente reparten en forma pareja a lo largo del día el tiempo dedicado al consumo del suplemento. Por otro lado en las suplementadas diariamente, más del 90% del tiempo dedicado al consumo del suplemento se da en las primeras horas del día, cuando el mismo es ofrecido.

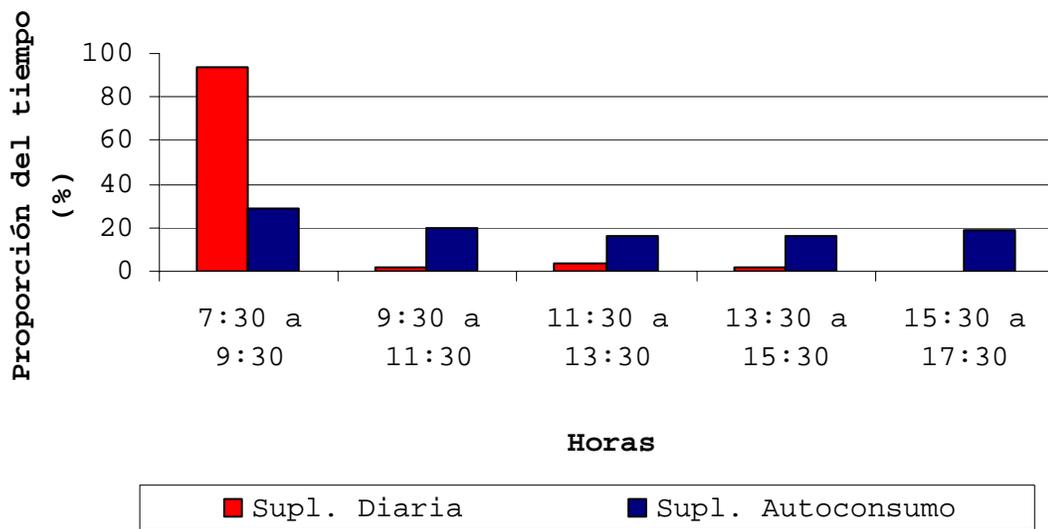


GRÁFICO 4.7. Proporción del tiempo total dedicado al consumo de suplemento según hora del día.

5. DISCUSIÓN

5.1. CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA

La temperatura media nacional en invierno en el período 1971-2000 es 12,0° C, representando una disminución de casi 6° C respecto al valor medio estacional del otoño. La temperatura máxima media es 16,9° C, mientras que la mínima media es 7,3° C (URUGUAY. MDN. DNM, 2009a).

La precipitación media estacional calculada a partir de las estaciones meteorológicas es del orden de los 260,4 mm. El total medio máximo para el país correspondió al invierno de 1972 con 457,8 mm y el medio mínimo al invierno de 1990 con 75,2 mm (URUGUAY. MDN. DNM, 2009a).

La temperatura media de primavera en el período 1961-1990 es 16,9° C, representando un aumento de 5° C respecto al valor medio estacional del invierno. La temperatura máxima media es 22,4° C, mientras que la mínima media es 11,4° C (URUGUAY. MDN. DNM, 2009b).

La precipitación media estacional calculada en el periodo 1971-2000, a partir de las estaciones meteorológicas, es del orden de los 320,9 mm. El total medio máximo para el país correspondió a la primavera de 1986 con 560,0 mm y el medio mínimo a la primavera de 1999 con 141,0 mm (URUGUAY. MDN. DNM, 2009b).

Las condiciones climáticas registradas durante el período experimental estuvieron promedialmente dentro de los valores esperados de acuerdo a los registros históricos para el caso de las temperaturas y se apartaron del promedio histórico para el caso de las precipitaciones. El registro de precipitaciones para el invierno fue de 206 mm, mientras que en la primavera fue de 393 mm. En cuanto a las temperaturas, el promedio registrado para el periodo de invierno fue de 12,1° C y para primavera fue de 17,4° C.

En los gráficos 5.1 y 5.2 se presentan las precipitaciones promedio mensuales y la temperatura media de la serie histórica 1961-1990 para la Estación Meteorológica de Paso de los Toros y las registradas en el predio en el período experimental.

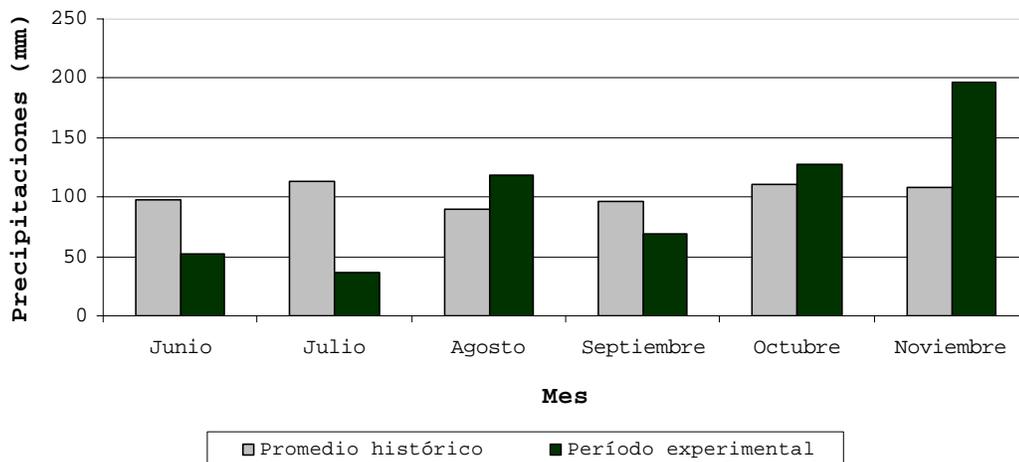


GRÁFICO 5.1. Registro de precipitaciones según el mes para la serie histórica 1961-1990 y para el período experimental.

A partir del mes de agosto se registraron importantes precipitaciones, contabilizándose 105mm por encima del promedio histórico.

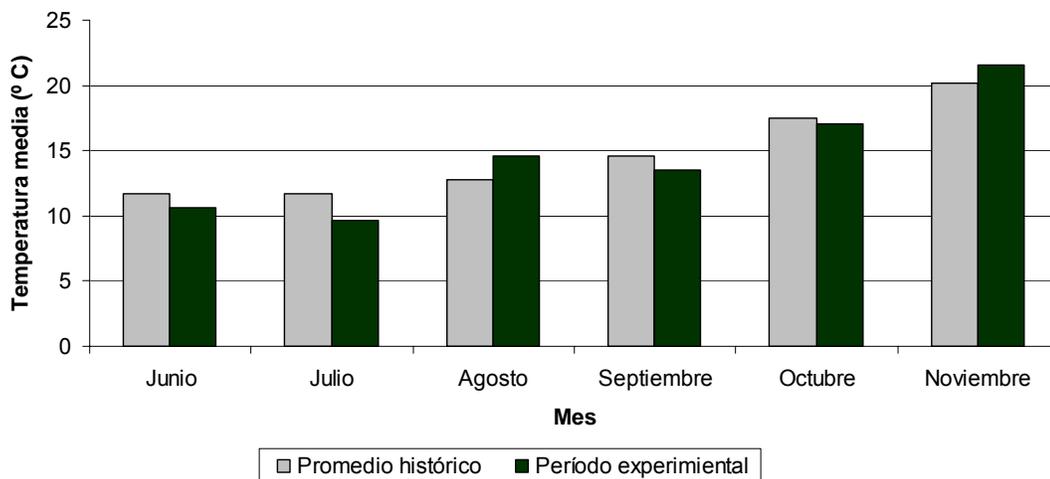


GRÁFICO 5.2. Registro de temperaturas medias según mes para la serie histórica 1961-1990 y para el período experimental.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La disponibilidad promedio del período invernal en todo el potrero fue de 941 ± 18 kg MS/Ha y no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Aunque no se observa una tendencia clara a lo largo de las semanas, se puede decir que la disponibilidad (kg MS/Ha), al igual que la altura de la pastura (cm), descendió hacia el final del período. El cambio en altura de la pastura muestra una reducción lineal negativa con los días ($-0,018$ cm/día, $R^2 = 0,73$).

La disponibilidad promedio de forraje estimada fue inferior a 1000 kg MS/Ha por debajo de la cual, Pigurina et al. (1997) sostienen que los animales comienzan a tener problemas para lograr un consumo adecuado de forraje.

La tasa de crecimiento de la pastura en invierno fue de 7 kg MS/Ha/día, determinando un crecimiento acumulado para la estación de 630 kg MS/Ha. Estos datos son similares a los reportados por Berretta (1998b) de 569 kg MS/Ha para suelos medios de la unidad Itapebí-Tres Árboles. En el mismo sentido Berretta (1994) sostiene que para suelos profundos sobre Basalto, las tasas de crecimiento de la pastura oscilan entre 4,5 kg MS/Ha/día en inviernos malos y 9,3 kg MS/Ha/día en inviernos benignos con bajo número de heladas. Las precipitaciones durante el período experimental invernal se ubicaron 54 mm por debajo del promedio estacional histórico mientras que la temperatura media diaria registrada fue igual a la de la serie histórica considerada. Esto sumado a un bajo número de heladas, determinó un invierno considerado como benigno.

En primavera, Berretta (1994) reporta para suelos medios de la unidad Itapebí-Tres Árboles, tasas de crecimiento de 10,3 kg MS/Ha/día. Estos valores son inferiores a los registrados en el presente trabajo (28 kg MS/Ha/día) posiblemente debido a las buenas condiciones que se dieron en esta primavera con lluvias 72 mm por encima del promedio estacional histórico y temperatura media diaria $0,5^\circ$ C superior a la media estacional histórica.

En cuanto a la composición botánica, se observa un claro predominio de especies estivales, que junto con la alta presencia de malezas, pueden estar explicando la baja producción de forraje en la estación invernal con respecto al resto del año (Berretta y Bemhaja, 1998c) y la consecuente disminución de la disponibilidad debido al pastoreo.

Con respecto a la composición química, se registraron valores de FDN (53%) y FDA (35%) inferiores a los reportados por Montossi et al. (1998), que con 1131 kg MS/Ha y 4,5 cm de altura de forraje, obtuvieron valores de 70,9% de FDN y 40,5% de FDA. Valores similares reportaron San Julián et al. (1998), Montossi et al. (2000), para una pastura de campo natural sobre basalto. En el

mismo sentido, Marquisá y Urrutia (2001) presentan valores de 65,4% de FDN y 46,6% de FDA en pasturas de campo natural de Basalto.

La fracción verde (de mayor digestibilidad) representa un 59% de la materia seca y el otro 41% corresponde a restos secos de menor digestibilidad. El valor de digestibilidad estimado a partir de la FDA (64,6%) no estaría siendo una limitante para el consumo según los datos reportados por la bibliografía (Fernández Mayer, 1998). A su vez considerando que el contenido de FDN de un forraje está correlacionado negativamente con el consumo voluntario de ese material (Acosta, 1994), se puede decir que la calidad del forraje en este caso, no habría sido el factor más determinante de un bajo consumo.

La proporción de forraje verde en la materia seca no fue dependiente del tratamiento, pero si se registro un efecto de la semana ($P= 0,0489$) sin observarse una tendencia desde el inicio al fin del período. Tampoco se registró un efecto del tratamiento en la proporción de especies estivales, invernales y malezas. El porcentaje de suelo desnudo se asemeja a los datos reportados por Berretta (2005) para suelos superficiales negros de Basalto.

Para el caso de la proteína, para una pastura de campo natural de basalto en invierno, Montossi et al. (1998), obtuvieron valores de 10,6% al igual que Montossi et al. (2000). San Julián et al. (1998) reportaron datos de 8,9%, mientras que Marquisá y Urrutia (2001), registraron 10,2% de proteína. En el presente experimento, el valor de proteína promedio de la pastura fue de 11,3%, algo superior a los mencionados anteriormente lo que reforzaría la idea de que la calidad de la pastura no fue el factor más limitante del consumo.

5.3. RESPUESTA ANIMAL

5.3.1. Respuesta a la suplementación en el período invernal

Concordantemente con los datos que surgen de la bibliografía, los animales que se encontraron pastoreando campo natural sin acceso a suplemento durante el invierno, registraron pérdidas de peso que en este caso fueron de 0,237 kg/animal/día. Estas pérdidas son levemente superiores a la mayoría de las reportadas en la bibliografía (Quintans et al. 1994, Gamio et al. 1995, Ochoa y Vidal 2004, Soares de Lima et al. 2005, Barreto et al. 2008, Luzardo et al. 2009), seguramente debido a las condiciones propias de cada experimento.

Para la GMD no se registró interacción entre el biotipo y el tratamiento, pero si existió un efecto del tratamiento ($P < 0,0001$) y una tendencia a encontrarse diferencias en la GMD entre biotipos ($P < 0,0578$) a lo largo del período invernal, a favor de los animales cruza. Esta respuesta diferencial de los biotipos a favor de los animales cruza, sería consecuencia de los efectos de la heterosis (Morris et al., citados por Rovira 1996, Echeverría et al. 2007, Espasandín y Ciria Ruggiero 2008). El hecho de que las diferencias entre los biotipos no hayan sido más marcadas como se esperaba, probablemente esté explicado por dos factores: por un lado el corto período de tiempo evaluado, y por otro la baja disponibilidad de forraje que limitó el consumo y expresión del potencial genético de crecimiento.

Los animales suplementados registraron ganancias de peso promedio de 0,304 kg/a/d, lo cual concuerda con las ganancias obtenidas por Campos et al. (2002) reportado en la bibliografía. Esta respuesta a la suplementación se explica debido a que el consumo de materia seca y energía total por parte de los animales suplementados fue mayor que en los animales del tratamiento testigo. Como no existieron diferencias significativas entre las disponibilidades de forraje promedio de los tres tratamientos, se podría asumir iguales consumos de forraje, por lo que el consumo de concentrado explicaría el mayor consumo de nutrientes de los animales suplementados.

Utilizando el programa de "Predicción de la performance de vacunos en pastoreo"¹ se estimaron los requerimientos proteicos en 179 g/día de PM, siendo el consumo de 182 g/día por lo que no se identificó a la proteína como una limitante para la performance animal. Igualmente, dado que el consumo de forraje está restringido y la concentración proteica de la pastura es baja, se ofreció una ración con 14% de PC para asegurar que no existan deficiencias de este nutriente.

Los animales que consumieron concentrado en invierno obtuvieron una eficiencia de conversión promedio de 3,45 kg MS/kg de PV, valor inferior a los obtenidos por Velazco y Rovira (2009). Estas diferencias se pueden deber a distintos factores. Por un lado en el experimento de estos autores la disponibilidad y altura media de forraje fue mayor, por lo que se pudo dar una mayor sustitución de forraje por suplemento. A su vez en el experimento citado los animales no tuvieron un consumo estable de suplemento lo que podría haber generado trastornos digestivos.

Lange (1980) sostiene que en los casos en que la cantidad de nutrientes provenientes de la pastura son reducidos (debido a su cantidad, tiempo de acceso, digestibilidad, apetecibilidad, etc.) hay efectos aditivos. Debido a la baja disponibilidad de forraje durante el invierno del presente experimento, se puede suponer que se dieron efectos aditivos en el consumo de materia seca y por esta razón los animales que consumieron más suplemento registraron mayores ganancias.

5.3.2. Respuesta invernal a la forma de suministro del suplemento (Diario vs. Autoconsumo)

La forma de suministro afectó la respuesta a la suplementación, registrándose un incremento de 0,088 kg/a/d a favor del sistema de autoconsumo. En este caso las ganancias fueron de 0,260 kg/animal/día para los suplementados diariamente y de 0,348 kg/animal/día para los suplementados en comederos de autoconsumo, siendo significativamente diferentes ($P=0,0006$). Esta mejor performance de los animales suplementados con comedero de autoconsumo se asocia a un mayor consumo diario de suplemento; estos consumieron en promedio 0,570 kg MS/animal/día más que los suplementados diariamente ($P<0,0001$). Es probable que el nivel de inclusión de sal en la mezcla no haya sido suficiente para regular el consumo animal al 1% del PV, siendo recomendable en estos casos, aumentar la concentración de sal en la ración con el fin de reducir el consumo (Villa et al., 2007).

Rovira y Velazco (2009), trabajando con terneros de destete sobre campo natural, registraron menores ganancias en animales suplementados en comedero de autoconsumo, frente a animales suplementados diariamente. Estos autores sostienen que una de las razones del peor desempeño de los animales suplementados en autoconsumo podría haber sido la desuniformidad en el consumo de suplemento ya que había días en que el comedero se quedaba sin ración, existiendo riesgos de acidosis subclínica. En el presente trabajo se registró un consumo uniforme de suplemento en el comedero de autoconsumo por lo que no se presentaron este tipo de problemas.

Rovira et al. (2007) obtuvieron ganancias levemente superiores (0,4 kg/animal/día) en terneros suplementados con ración comercial (16% de proteína cruda, 9% de sal) en autoconsumo, sobre campo natural con 800 kg MS de disponibilidad inicial y una dotación variable de 4 a 11 terneros por hectárea.

El consumo promedio de suplemento en el período invernal para el tratamiento con autoconsumo fue de 1,36% del peso vivo. Rovira et al. (2008), Velazco y Rovira (2009) también encontraron que la inclusión de sal al 10% en la ración no fue efectiva en el control del consumo al 1% del peso vivo, suplementando novillos de sobre año, utilizando comederos de autoconsumo, sobre pasturas sembradas. En estos dos casos el consumo de suplemento se ubicó en 1,75% del peso vivo. Contrariamente, Cepeda et al. (2005), trabajando con terneros pastoreando raigrás en invierno, lograron restringir el consumo de suplemento al 0,92 % del PV en comedero de autoconsumo, al incluir sal al 5% de la materia seca de la ración.

Rovira et al. (2007), trabajando con terneros de destete en invierno sobre campo natural, registraron un consumo de suplemento de 1,65% PV en animales suplementados en comedero de autoconsumo con un 9% de sal en la ración. Estos autores registraron un consumo de sal de 0,15% PV que no se considera perjudicial para la salud de los terneros. En el presente trabajo se obtuvieron los mismos valores de consumo de sal.

Si bien la sal no permitió restringir el consumo al 1% del PV, se logró un consumo diario relativamente uniforme en el correr de la semana, evitando así trastornos alimenticios. Según Simeone y Beretta (2005), el suministro de concentrado, dependiendo del nivel de consumo y velocidad de fermentación, puede provocar trastornos digestivos, acidosis subclínicas, bajas ganancias y pobres eficiencias de conversión. A pesar que en el tratamiento de suplementación en comedero de autoconsumo no se logró restringir el consumo de ración al 1% del PV, no se observaron trastornos digestivos. De todos modos es importante considerar que existen diferencias en la velocidad e intensidad de la digestión ruminal del almidón, según el tipo y procesamiento del grano (Gagliostro, 2005). Este mismo autor sostiene que es esperable que la utilización de granos con mayor velocidad e intensidad de digestión ruminal favorezcan la ganancia de peso.

La eficiencia de conversión obtenida para los animales suplementados diariamente se ubicó en 3,2 kg MS/kg PV, mientras que la eficiencia de conversión para los suplementados en comederos de autoconsumo fue de 3,7 kg MS/kg PV. Estos valores son menores a los obtenidos por Velazco y Rovira (2009) de 6,52 kg MS/kg PV para los suplementados en autoconsumo y 5,25 kg

MS/kg PV para los suplementados diariamente. Rovira y Velazco (2009) obtuvieron valores similares de eficiencia de conversión, de 3,1; 4,4 y 5,4 kg MS/kg PV para los suplementados diariamente y para los suplementados en comederos de autoconsumo con 9% de sal y 15% de sal, respectivamente.

Debido a las condiciones de baja disponibilidad de la pastura, posiblemente hubiera sido necesario aumentar el porcentaje de sal en la ración para regular el consumo de los animales al 1% PV (Rovira et al., 2007).

5.3.3. Respuesta compensatoria: ganancia diaria primaveral

Cuando se manejaron los animales en forma conjunta en primavera, se registraron ganancias 0,081 kg/a/día superiores ($P=0,0011$) de los animales del tratamiento testigo frente a los animales suplementados, no habiendo diferencias en ganancias entre los animales suplementados en invierno en forma diaria o en comederos de autoconsumo. Esto estaría evidenciando la existencia de crecimiento compensatorio de los animales del tratamiento testigo. Este crecimiento se describe según NRC (2000), como un período de crecimiento más rápido o más eficiente, luego de un período de estrés nutricional o ambiental. Bavera et al. (2005), sostienen que el crecimiento compensatorio se logra por tres mecanismos: prolongación del período de crecimiento, incremento en el ritmo de ganancia de peso y por un aumento del apetito.

Borges y Frick (2002) sostienen que con ganancias invernales por debajo de 0,250 kg/a/día se da crecimiento compensatorio. Soares de Lima et al. (2004) también encontraron ganancias superiores en primavera en animales que no fueron suplementados en invierno, con respecto a los que sí lo fueron. Por otro lado Rovira y Velazco (2009) no registraron la existencia de crecimiento compensatorio en primavera al manejar de forma conjunta, sobre praderas y verdes al 5-6% de asignación de forraje y sobre campo natural, animales que no habían recibido suplementación invernal y animales que sí fueron suplementados. Sin embargo, en dicho trabajo los animales del tratamiento testigo obtuvieron ganancias cercanas a 1 kg/a/d, sin registrarse diferencias significativas con los suplementados diariamente en el invierno, ni con los suplementados en autoconsumo con 15% de sal. Sí se encontró diferencias con los suplementados en autoconsumo con 9% de sal (1,152 kg/a/d).

Los animales que fueron suplementados durante el invierno experimentaron ganancias en primavera de 0,645 kg/animal/día. Rovira et al. (2007) obtuvieron ganancias similares en primavera (0,547 kg/animal/día) para animales que habían sido suplementados con autoconsumo en invierno y manejados sobre campo natural. Por otro lado Rovira y Velazco (2009) obtuvieron ganancias en

primavera de 0,974 kg/animal/día para los animales suplementados diariamente en invierno y de 1,121 kg/animal/día para los suplementados semanalmente en invierno. En este caso los animales se manejaron en primavera sobre praderas, verdes y campo natural lo que explica las mayores ganancias que en el presente trabajo.

Si bien existió un crecimiento compensatorio en la primavera de los animales que no recibieron suplementación en el invierno, éste no fue suficiente como para igualar los pesos al final de la estación con respecto al de los animales que habían sido suplementados en el período invernal. De esta forma, se puede afirmar que el crecimiento compensatorio existió pero no fue total, el porcentaje de compensación fue cercano al 80%. En estas condiciones se justificaría igualmente la suplementación invernal como herramienta para obtener ganancias de peso moderadas en invierno y lograr pesos al final de la primavera mayores a los animales que experimentaron crecimiento compensatorio.

5.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Para la actividad de pastoreo, se registró una interacción entre el tratamiento y la semana evaluada, por lo que no se pueden adjudicar las diferencias en los distintos tiempos de pastoreo a un efecto directo del tratamiento

Los animales suplementados en autoconsumo dedicaron menos tiempo al pastoreo que los animales suplementados diariamente. Esto podría estar explicado por un mayor consumo de suplemento, y por lo tanto de nutrientes, de aquellos frente a estos. En el tratamiento testigo los animales dedicaron mayor tiempo al pastoreo ($P=0,0011$) que en los otros tratamientos. Coincidentemente con Allden y Whittaker (1970) y con Carábula (1997), debido a la baja disponibilidad, este mayor tiempo de pastoreo de los animales del tratamiento testigo no fue suficiente para cubrir los requerimientos de mantenimiento, debido a un menor consumo total de nutrientes que los animales que fueron suplementados, registrándose pérdidas de peso. A su vez, los animales del tratamiento testigo y de suplementación diaria, aumentaron el tiempo de pastoreo desde el inicio al fin del período, cuando disminuyó la disponibilidad de forraje. Los animales suplementados en autoconsumo no aumentaron su tiempo de pastoreo al disminuir la disponibilidad de forraje lo que podría estar explicado por un mayor consumo de nutrientes al consumir más suplemento.

Saldanha (2008), reportó que en los primeros 2,5 cm de altura de la pastura de campo natural de Basalto se acumula el 52% de la materia seca total disponible. Entre los 2,5 y los 5 cm de altura de forraje, la materia seca acumulada representa un 21%. Por tal motivo, el factor que probablemente

afectó en mayor medida el consumo de forraje fue la altura de la pastura, ya que las asignaciones de forraje fueron de 10,2% para los animales suplementados y de 11,8% para los animales del tratamiento testigo.

Debido a que la disponibilidad de forraje entre diferentes tratamientos no tuvo diferencias significativas, es posible afirmar que el consumo total de forraje por tratamiento es el mismo. Las diferencias en el tiempo de pastoreo entre los tratamientos, puede explicarse porque los animales suplementados dedicaban menor tiempo a pastorear pero con una tasa de bocado superior a los no suplementados (50 vs. 46 bocados/minutos respectivamente). Se podría suponer que los animales testigo dedicaban mayor tiempo a la selección de forraje. En el mismo sentido, Rinaldi, citado por Soca et al. (s.f.) afirma que animales bajo una asignación de forraje de 12,5% desarrollan una actividad de pastoreo más intensa, destinándole mayor tiempo a la elección del sitio y bocado de pastoreo

En promedio, el tiempo diurno total de pastoreo de los animales del tratamiento testigo fue de 504 minutos, lo que representa un 84% del tiempo evaluado. Para los animales suplementados diariamente el tiempo de pastoreo fue de 402 minutos (67%) y para los suplementados con el sistema de autoconsumo fue de 330 minutos (55%), aunque existió una variación entre semanas. La diferencia existente entre los animales suplementados diariamente y los del régimen de autoconsumo puede atribuirse a que los animales de este último tratamiento permanecieron más tiempo alrededor del comedero, consumiendo ración y/o descansando. A su vez, las terneras suplementadas diariamente consumían ración en los primeros minutos de la mañana cuando era suministrada y luego no retornaban al comedero.

Rovira et al. (2007) reporta que animales suplementados en comedero de autoconsumo pastorearon 270 minutos por día, valor inferior a los obtenidos en el presente trabajo. Coincidentemente con los datos de tiempo de pastoreo para los animales suplementados diariamente, Campos et al. (2002) obtuvo 444 minutos por animal por día (horas luz) cuando se suplementaron terneras diariamente sobre campo natural al 1% del peso vivo.

Coincidentemente con Rovira (1996), los dos periodos más importantes en los que el ganado efectúan el pastoreo son la mañana y el atardecer. En el caso de los animales de los tratamientos suplementados, el período de pastoreo de las primeras horas de la mañana es menor, debido al tiempo dedicado al consumo de la ración.

En cuanto al tiempo dedicado al consumo de suplemento, sí existió un efecto del tratamiento, registrándose que los animales suplementados semanalmente

dedicaron más tiempo al consumo de suplemento que los animales suplementados diariamente. Esto se pudo deber a que los animales suplementados semanalmente tuvieron el suplemento disponible en todo momento mientras que los suplementados diariamente no. Por otro lado, al consumir más suplemento, los animales del tratamiento de autoconsumo necesariamente tuvieron que dedicar más tiempo al consumo de ración que los suplementados diariamente. Si bien el consumo de concentrado fue mayor en los suplementados en autoconsumo, el fraccionamiento a lo largo del día por la inclusión de sal en la ración podría explicar la ausencia de efectos negativos a nivel de la digestión. En este sentido Simeone y Beretta (2005) sostienen que medidas de manejo que controlen la tasa de ingestión del grano, podrán ayudar a evitar trastornos digestivos.

Los animales del tratamiento de autoconsumo dedicaron el 10% del tiempo diurno al consumo de suplemento, lo que representa 60 minutos por día. Estos valores son menores a los encontrados por Rovira et al. (2007), quienes registraron que en promedio el tiempo total de consumo de ración fue de 99 minutos por ternero por día. Las diferencias podrían deberse a que estos autores utilizaron una menor proporción de sal en la ración (9%) provocando un mayor consumo de suplemento (1,65% PV) y por ende un mayor tiempo en el comedero.

Por otro lado, los animales suplementados diariamente dedicaron en promedio 36 minutos por día al consumo de suplemento (6% del tiempo de observación). Este valor coincide con el reportado por Campos et al. (2002) quienes registraron 40 minutos por ternero por día cuando se suplementó diariamente sobre campo natural con una formulación comercial.

La uniformidad del tiempo total dedicado al consumo de suplemento según la hora del día en el caso de los animales suplementados en comederos de autoconsumo, podría verse explicada principalmente por dos factores: en primer lugar el contenido de sal en la ración limita el consumo voluntario, teniendo que distribuir el consumo total a lo largo del día. En segundo lugar, el frente de ataque del comedero de autoconsumo no permite que todos los animales accedan al mismo tiempo, obligando a los animales a rotar en el correr del día. En el caso de los animales suplementados diariamente, la ración ofrecida no contiene sal y es suministrada en bateas donde el frente de ataque permite que todos los animales consuman al mismo tiempo. Luego de consumir el suplemento todos los animales se dedican a pastorear, mientras que en el caso de los suplementados en comedero de autoconsumo los mismos esperan a que la mayoría de los animales consuman ración para luego retirarse a pastorear. Esto provoca modificaciones en el patrón de pastoreo animal de acuerdo a la forma de suministro de suplemento.

Con respecto a las actividades de rumia, descanso y consumo de agua, el tiempo diurno que dedicaron a estas actividades los animales del tratamiento suplementados en comedero de autoconsumo fue de 266 minutos, superior al tiempo dedicado a estas actividades (167 minutos por día) reportado por Rovira et al. (2007).

En el caso del tiempo dedicado al descanso, los suplementados semanalmente disponen de mayor tiempo ya que el consumo total de nutrientes es mayor y el tiempo de rumia es menor.

5.5. RESPUESTA ANIMAL, CONSUMO Y COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Los animales que pastorearon campo natural en invierno sin acceso a suplemento, registraron GMD significativamente inferiores a los animales de los tratamientos suplementados. A su vez, la forma de suministro de suplemento provocó diferencias significativas en la performance animal a favor de los suplementados en autoconsumo.

El consumo total de nutrientes por parte de los animales que no fueron suplementados en invierno no fue suficiente para cubrir los requerimientos de mantenimiento, lo cual a su vez podría haberse visto agravado por un incremento en los requerimientos de mantenimiento por mayor actividad de pastoreo. Se observó una tendencia por parte de los animales de este tratamiento a dedicar mayor tiempo a pastorear que los otros tratamientos. Sin embargo, este mayor tiempo de pastoreo no fue suficiente para evitar las pérdidas de peso. Según las estimaciones realizadas, los requerimientos de proteína fueron cubiertos con el consumo de forraje logrado, por lo que las diferencias en performance obtenidas entre tratamientos pueden ser atribuidas a las diferencias en el consumo de energía. El pastoreo de primavera con mayor disponibilidad de forraje no fue suficiente para que animales que sufrieron pérdida invernal de peso vivo compensen totalmente estas pérdidas. Se observó un crecimiento compensatorio parcial (80%) por parte de los animales testigo, que experimentaron una GMD mayor a las terneras suplementadas.

Como se asumen iguales consumos de forraje entre los diferentes tratamientos, las diferencias en las GMD entre los animales suplementados se explican por los diferentes consumos de ración obtenidos (1% de PV los animales suplementados diariamente vs. 1,36% de PV los suplementados en sistema de autoconsumo). A su vez una menor actividad de pastoreo (fundamentalmente hacia el final del período) determina menores requerimientos de mantenimiento para los animales suplementados, lo cual también podría explicar estas diferencias.

5.6. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS EN EL USO DEL SISTEMA DE AUTOCONSUMO

Se observó que los animales pasan mucho tiempo en los alrededores del comedero no solo consumiendo ración, sino también descansando y rumiando. Por tal motivo, la ubicación del comedero es importante, buscándose un lugar firme y seco minimizando así la formación de barro.

En días de lluvia y/o húmedos se observó que la ración que estaba disponible para los terneros en el comedero autoconsumo se humedecía perdiendo aceptabilidad por parte de los animales. A su vez se veía perjudicada la recarga de los frentes de ataque ya que la misma obstruía la salida de ración proveniente del depósito. Por tal motivo, si bien la principal ventaja del sistema autoconsumo es que no es necesario ir a racionar todos los días, es recomendable observar regularmente que la ración se deslice correctamente en el comedero para evitar problemas de variación en el consumo. Si bien los inconvenientes mencionados anteriormente podrían haber ocasionado variabilidad en el consumo, en el presente trabajo el consumo de suplemento en el comedero de autoconsumo fue estable.

Otro factor a considerar es la elección de la granulometría de la sal a utilizar. Se debe buscar un tamaño similar al de la ración para evitar que el animal seleccione al consumir.

Sería aconsejable que cada vez que se recargue el comedero autoconsumo se realice al mismo momento del día, minimizando la probabilidad que el comedero se encuentre sin ración.

5.7. CALCULO DE RESULTADO ECONÓMICO

En función del precio coyuntural, tanto del kg de carne como de la tonelada de ración, es posible estimar si la eficiencia de conversión estuvo dentro del rango económicamente viable.

En el cuadro 5.1 se presentan las eficiencias de conversión del suplemento en carne que hacen rentable la suplementación. En este caso la eficiencia de conversión fue de 3,7 kg suplemento/ kg carne para el tratamiento de suplementación diaria y 4,8 kg suplemento + sal/ kg carne para los suplementados semanalmente.

CUADRO 5.1. Eficiencias de conversión a partir de las cuales se hace rentable la suplementación en distintos escenarios de precios de carne y suplemento.

Precio kg Ración (U\$S) ¹	Precio kg carne (U\$S)					
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
0,10	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0
0,12	6,7	7,5	8,3	9,2	10,0	10,8
0,14	5,7	6,4	7,1	7,9	8,6	9,3
0,16	5,0	5,6	6,3	6,9	7,5	8,1
0,18	4,4*	5,0	5,6	6,1	6,7	7,2
0,20	4,0*	4,5*	5,0	5,5	6,0	6,5
0,22	3,6**	4,1*	4,5*	5,0	5,5	5,9
0,24	3,3**	3,8*	4,2*	4,6*	5,0	5,4

¹En el caso de la suplementación semanal se debe considerar el precio de la ración con la sal incluida.

*Rentable solo para suplementación diaria.

**No es rentable la suplementación.

6. CONCLUSIONES

Terneritas de destete Hereford y cruas, con un peso promedio a comienzos de invierno de 150 kg y recriadas en esta estación sobre campo natural de Basalto, con una carga de 215 kg/ha y una disponibilidad promedio del entorno de 900 kg MS/ha sin acceso a suplemento, experimentan pérdidas de peso de 0,240 kg/animal/día.

La suplementación invernal con un concentrado Energético-Proteico (14% PC) a razón de 1% - 1,36% del PV a terneritas de destete manejadas sobre campo natural permite lograr ganancias de peso superiores a las no suplementadas, lográndose eficiencias de conversión del orden de 3-4 kg MS de suplemento por cada kg de peso vivo adicional.

La respuesta a la suplementación es afectada por el sistema de suministro, registrándose un incremento de la GMD de 18% respecto a la suplementación diaria (0,350 kg/animal/día y 0,260 kg/animal/día respectivamente), lo cual aparece asociado a un mayor consumo diario de suplemento (36%) y a una reducción en la actividad de pastoreo del animal, sin afectar el consumo de forraje.

El comportamiento animal fue afectado por los distintos tratamientos, existiendo diferencias en el tiempo dedicado al pastoreo y al tiempo en el comedero. Estas diferencias se acrecentaron en la medida que las condiciones de oferta de forraje se hicieron más restrictivas hacia el final del invierno. Los animales sin suplementar dedican más tiempo al pastoreo que los animales suplementados y dentro de éstos, los suplementados diariamente más que los suplementados semanalmente. Por otro lado los animales del tratamiento de autoconsumo dedican mayor tiempo en el comedero que los animales suplementados diariamente.

Animales que no fueron suplementados en el invierno experimentan ganancias de peso en primavera significativamente superiores a los animales que recibieron suplementación invernal (0,725 kg/animal/día vs. 0,645 kg/animal/día), al manejarse sobre campo natural con una carga de 350 kg/ha y una disponibilidad de 1300 kg/ha. Los animales que recibieron suplementación invernal finalizaron el período primaveral con un peso significativamente mayor que los animales que no fueron suplementados en invierno, registrándose un crecimiento compensatorio parcial del 80%.

7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en un predio comercial ubicado en la zona de Estación Francia, departamento de Río Negro. Durante 85 días de invierno se utilizaron 63 hectáreas de campo natural de Basalto las cuales se dividieron en tres parcelas iguales. Un total de 15 terneras de destete Hereford y 15 terneras cruza, de 135,4 Kg de peso vivo inicial promedio, fueron asignadas al azar a cada uno de los siguientes tratamientos: 1) Testigo: Pastoreo de campo natural sin acceso a suplemento. 2) Suplementación diaria: Pastoreo de campo natural más el suministro de ración comercial (14% PC), ofrecida diariamente en el potrero, a razón de 1 kg MS/100 kg de peso vivo animal. 3) Suplementación semanal en autoconsumo: Pastoreo de campo natural más el suministro de ración comercial (14% PC) y sal, ofrecida semanalmente en comedero de autoconsumo. Se estudió el efecto de la suplementación y la forma de suministro del suplemento en la ganancia media diaria de los animales. A su vez se realizaron mediciones de consumo de suplemento, comportamiento ingestivo, disponibilidad de forraje, altura de forraje disponible, crecimiento de forraje y calidad de forraje. En primavera se utilizó un potrero de 50 hectáreas de campo natural reservado desde el otoño, donde se manejaron conjuntamente todos los animales con una carga promedio de 0,86 UG/Ha. Se realizaron mediciones de disponibilidad y crecimiento de forraje y de peso vivo animal. La disponibilidad promedio de forraje en invierno fue de 941 kg MS/Ha, no existiendo diferencias significativas entre tratamientos. Hubo un efecto tanto de la suplementación como de la forma de suministro del suplemento en la GMD, registrándose pérdida de peso en los animales del tratamiento testigo y ganancias moderadas en los animales de los tratamientos suplementados. Existió una tendencia a que los animales cruza tuvieron mejor performance que los animales Hereford, independientemente del tratamiento. En primavera, con una disponibilidad promedio de 1314 kg MS/Ha los animales que pertenecían al tratamiento testigo registraron ganancias de peso significativamente superiores a los animales que fueron suplementados en invierno, lo que estaría evidenciando la existencia de crecimiento compensatorio. Sin embargo, cuando se analiza el período invierno-primaveral se verifica que la GMD de los animales del tratamiento testigo fue significativamente menor a la de los animales suplementados en invierno.

Palabras clave: Terneras de destete; Campo natural; Invierno; Suplementación; Sistema autoconsumo

8. SUMMARY

The present work was made in a commercial farm located in the zone of Estación Francia, department of Río Negro. During 85 days of winter were used 63 hectares of natural Basalto field which were divided in three equal parcels. A total of 15 Hereford calves and 15 cross calves, of 135.4 kg of average weight, were assigned at random to each one of the following treatments: 1) Control: Grazing natural field without access to supplement. 2) Daily Supplementation: Grazing natural field plus the provision of commercial ration (14% CP), offered daily, at the rate of 1 kg dry matter/100 kg of animal weight. 3) Weekly Supplementation in self-feeder trough: Grazing natural field plus the provision of commercial ration (14% CP) and salt, offered weekly in self-feeder trough. It was studied the effect of the supplementation and the form of provision of the supplement in the animals' daily average gain (DAG). Measurements of supplement consumption, animal behavior, forage availability, height of forage available, growth of forage and quality of forage, were made. In spring animals were handled jointly in a 50 hectares parcel of reserved natural pasture with a load average of 0,86 UG/Ha. There were taken measurements of availability and growth of forage and animal weight. In winter the forage availability was 941 kg dry matter/Ha, not existing significant differences between treatments. There was an effect of the supplementation and the form of provision of the supplement in the DAG. The animals of the control group experimented losses of weight and the animals of the supplemented treatments experimented moderate gains of weight. At the same time it was observed a tendency in the cross animals to had a better performance than the Hereford animals, independently of the treatment. In spring, with an average availability of 1314 kg dry matter/Ha the animals that belonged to the control treatment registered gains of weight significantly superior to the animals which were supplemented in winter. This would be demonstrating a compensatory growth existence. Nevertheless, when the winter-spring period is analyzed, the DAG of the animals of the control treatment was significantly smaller to the one of the animals that were supplemented in winter.

Key words: Female calf; Natural fields; Winter; Supplementation; Self-feeding.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ABELLA, D.; FOSSATI, A.; GHIRARDI, P. 2008. Alternativas de alimentación para la recepción de terneros destete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
2. ACOSTA, Y. 1994. Estimadores de valor nutritivo para producción de leche. In: Cozzolino, D.; Pigurina, G.; Methol, M.; Acosta, Y.; Mieres, J.; Bassewitz, H. eds. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 41-50 (Serie Técnica no. 44).
3. ALLDEN, W. G.; McDWHITTAKER, I.A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep; the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. (en línea). Australian Journal of Agricultural Research. 21(5): 755 – 766. Consultado 23 mar. 2010. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/paper/AR9700755>
4. AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; SOCA, P.; PEREIRA, G.; MANCUELLO, C.; ARRARTE, D.; FERNANDEZ, M.; HERNANDEZ, P.; LEIVA, G.; FERRÉS, S.; QUEHEILLE, P. 2003a. Oferta de forraje de mejoramientos de campo y performance de la recría vacuna. In: Seminario de Actualización Técnica (2003, Treinta y Tres). Producción de carne vacuna y ovina de calidad. Montevideo, INIA. pp. 69-82 (Actividades de Difusión no. 317).
5. _____.; _____.; FERRÉS, S.; QUEHEILLE, P. 2003b. Producción de carne sobre pasturas mejoradas en condiciones de pastoreo mixto. In: Seminario de Actualización Técnica (2003, Treinta y Tres). Producción de carne vacuna y ovina de calidad. Montevideo, INIA. pp. 11-28 (Actividades de Difusión no. 317).
6. BAECK, J.M. 2000. Ganancias de peso otoñales; ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente? (en línea). s.n.t. Consultado 24 mar. 2010. Disponible _____ en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otoñales.htm

7. BALBUENA, O.; KUCSEVA, C.D.; GÁNDARA, F.R.; STAHRINGER, R.C. 2001. Frecuencia de suplementación energética y energética-proteica en recría y terminación de bovinos en condiciones de pastoreo. (en línea). Colonia Benítez, Chaco, s.e. Consultado 19 dic. 2009. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/48-frecuencia_suplementacion_energetica.htm
8. _____.; _____.; _____.; _____.; D'AGOSTINI, A. 2003. Efecto de la carga animal, niveles y tipo de suplementación en la ganancia de peso vivo estival en recría de bovinos. (en línea). Colonia Benítez, Chaco, s.e. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/31-efecto_de_la_carga_animal.htm
9. BARGO, F.; MULLER, L. D.; KOLVER, E. S.; DELAHOY, J. E. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. (en línea). Journal of Dairy Science. 86:1-42. Consultado 11 may. 2010. Disponible en <http://jds.fass.org/cgi/content/full/86/1/1>
10. BARRETO, S.; NEGRÍN, D.; AYALA, W.; QUINTANS, G. 2008. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno y el biotipo sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera (segundo año de evaluación). In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 64-69 (Serie Técnica no. 174).
11. BAVERA, G.; BÈGUET, H.; 2003. Clima y ambiente; elementos y factores. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, s.e. Consultado 19 dic. 2009. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/00-clima_y_ambientacion.htm
12. _____.; _____.; BOCCO, O.; PETRYNA, A. 2005. Crecimiento y desarrollo compensatorios. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, UNRC. F.A.V. s.p. Consultado 6 abr. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/11-crecimiento_y_desarrollo_compensatorios.pdf

13. BECH ANDERSEN, B. 1980. Feeding trials describing net requirements for maintenance as dependent on weight, feeding level, sex and genotype. (en línea). Copenhagen, Dinamarca, National Institute of Animal Science. Consultado 24 mar. 2010. Disponible en http://animres.edpsciences.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/animres/pdf/1980/05/Ann.Zootech.0003-424X_1980_29_hors-serie_ART0005.pdf
14. BERETTA, V.; SIMEONE, A. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª, 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Simeone y Beretta. pp. 35-37.
15. BERRETTA, E. 1994. Producción de pasturas naturales en el Basalto (A). *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 12-18 (Serie Técnica no. 13).
16. _____. 1998a. Principales características climáticas y edáficas de la región de Basalto en Uruguay. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
17. _____. 1998b. Producción de comunidades nativas sobre suelos de Basalto de la unidad Itapebí-Tres árboles con diferentes frecuencias de corte. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
18. _____.; BEMHAJA, M. 1998c. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la unidad Queguay Chico. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
19. _____. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de Basalto. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61-74 (Serie Técnica no. 151).

20. BIANCHI, J. L. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
21. BORGES, M.; FRICK, C. 2002. Factores que afectan la fertilidad de vaquillonas Hereford y Brahman x Hereford en el servicio de 18 meses. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 132 p.
22. BOWMAN, J.G.P.; SOWELL, B. F. 2002. Self-fed supplements for beef cattle on grasslands. (en línea). s.l., Montana State University, Animal and Range Sciences Department. s.p. Consultado 26 mar. 2010. Disponible en <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/ingles/03en02.pdf>
23. BRITO, G.; LUZARDO, S.; MONTOSI, F.; LA MANNA, A.; PIÑEIRO, J.; BARRETO, J.; BOTTERO, D.; ARCE, F.; ZAMIT, W.; BENTANCUR, M.; COSTALES, J.; RODRIGUEZ, A.; CARRACELAS, B. 2009. Efecto de la suplementación invernal infrecuente de afrechillo de arroz sobre campo natural de Basalto en el crecimiento de novillos sobreaño. *In*: Día de Campo Producción Animal y Pasturas (2009, Tacuarembó). Medidas de manejo y alimentación frente a eventos climáticos adversos, lecciones aprendidas y propuestas a futuro. Montevideo, INIA. pp. 21-23 (Actividades de Difusión no. 589).
24. CAMPOS, F.; TERRA, G.; SANTAMARINA, I.; FIGURINA, G. 2002. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. *In*: Jornada de Producción Animal (2002, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 41-55 (Actividades de Difusión no. 294).
25. CAMPS, D. N.; GONZALEZ, G. O. 2003. Grano de maíz en la alimentación del ganado: ¿entero o partido? (en línea). s.n.t. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
26. CANGIANO, C. A. 1997. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. *In*: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, INTA. pp. 41-60.

27. CANOSA, F. 2001. Invernada. AACREA. Cuaderno de Actualización Técnica no. 64. 193 p.
28. CARAMBULA, M. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
29. _____. 2007. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 409 p.
30. CARDON B. P. 1953. Influence of a high salt intake on cellulose digestion. (en línea). Journal of Animal Science. 12:536-540. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/12/3/536.pdf>
31. CEPEDA, M.; SCAIEWICZ, A.; VILLAGRAN, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay, Facultad de Agronomía. 76 p.
32. CIBILS, R.; VAZ MARTINS, D.; RISSO, D. 1997. ¿Qué es suplementar? In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Serie Técnica no. 83).
33. _____.; FERNANDEZ, E. 2003. ¿Suplemento la recría? Si, no, como y porque? Instituto Plan Agropecuario. Cartilla no. 8. 5 p.
34. CONRAD, H. R. 1966. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants; physiological and physical factors limiting feed intake. (en línea). Ohio Agricultural Experiment Station. 25:227-235. Consultado 27 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/25/1/227?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=regulation+consumption+factors&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcectype=HWCIT>
35. COSTA, A.; MOREIRA, R.; SCARSI, A.; AYALA, W.; QUINTANS, G. 2008. Efecto de tres ganancias invernales sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera (tercer año de evaluación). In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 70-76 (Serie Técnica no. 174).

36. CHABOT, D. A.; CHABOT, C. D.; CONWAY L. K.; SOTO-NAVARRO S. A. 2008. Effect of fat supplementation and wheat pasture maturity on forage intake and digestion characteristics of steers grazing wheat pasture. (en línea). Journal of Animal Science. 86:1263-1270. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/content/full/86/5/1263?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=supplementation+effect&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT#POND-ETAL-1995>
37. CHICCO, C. F.; SHULTZ, T. A.; RIOS, J.; PLASSE D.; BURGUERA M. 1971. Self-feeding salt-supplement to grazing steers under tropical conditions. (en línea). Journal of Animal Science. 33:142-146. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/33/1/142?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=Chicco&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>
38. DEL CAMPO, M.; SOARES DE LIMA, J.M.; BRITO, G. 2005. Suplementación de terneras en el primer y segundo invierno. Efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo. In: Día de Campo (2005, Tacuarembó). Cría vacuna en suelos arenosos. Montevideo, INIA. pp. 24-28 (Actividades de Difusión no. 403).
39. DI MARCO, O. 1998. Gasto energético de los vacunos en pastoreo. (en línea). Paysandú, Uruguay, s.e. Consultado 19 dic. 2009. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/25-gasto_energetico_de_vacunos_en_pastoreo.htm
40. _____; AELLO, M. S. 2003. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). Mar del Plata, s.e. Consultado 13 dic. 2009. Disponible en http://produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/01-costo_energetico_de_actividad_en_pastoreo_efecto.htm
41. EARLY, R. J; MCBRIDE B. W.; BALL R. O. 1990. Growth and metabolism in somatotropin-treated steers; III. Protein synthesis and tissue energy expenditures. (en línea). Journal of Animal Science. 68:4153-4166. Consultado 24 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/68/12/4153?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=Early+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

42. ECHEVERRÍA, P.; GAIERO, P.; URIOSTE, J. 2007. Manual de prácticas. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 93 p.
43. ELIZALDE, J. C. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). Balcarce, s.e. Consultado 26 mar. 2010. Disponible en http://www.inta.gov.ar/BALCARCE/actividad/capacita/jorn_ganadera.pdf
44. EQUIPO DE TRABAJO UNIDAD EXPERIMENTAL "GLENCOE". 2004a. Efecto de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne en novillos de sobreaño. 2004. In: Día de Campo Producción Animal en Suelos de Basalto (2004, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-6 (Actividades de Difusión no. 377).
45. _____. 2004b. Efecto de la suplementación energético/proteica en invierno sobre el crecimiento de vaquillonas Hereford. In: Día de campo Producción Animal en Suelos de Basalto (2004, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 10-12 (Actividades de Difusión no. 377).
46. ERLINGER, L. L., TOLLESON, D.R., BROWN, C.J. 1990. Comparison of bite size, biting rate and grazing time of beef heifers from herds distinguished by mature size and rate of maturity. (en línea). Journal of Animal Science. 68:3578-3587. Consultado 27 may. 2010. Disponible en http://jas.fass.org/cgi/reprint/68/11/3578?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=erlinger&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resource_type=HWCIT
47. ESPASANDÍN, A.; CIRIA RUGGIERO, M. 2008. Recursos genéticos y ambientes de producción en la cría vacuna. In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 25-39 (Serie Técnica no. 174).
48. FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J.M.; LA MANNA, A.; VAZ MARTINS, D.; BANCHERO, G. 2005. La suplementación infrecuente tiene igual efectividad que la diaria. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en sistemas invernadores. (en línea). El País, Montevideo, UY, jul. 27: s.p. Consultado 23 nov. 2009. Disponible en http://www.elpais.com.uy/Suple/Agropecuaria/05/07/27/agrope_165214.asp

49. FERNANDEZ MAYER, A. 1998. Fisiología de la producción de carne. (en línea). Bordenave, s.e. Consultado 22 dic. 2009. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/32-fisiologia_de_la_produccion_de-carne.htm
50. FOX, D. G.; BLACK, J. R. 1984. A system for predicting body composition and performance of growing cattle. (en línea). Ithaca, NY, s.e. Consultado 24 mar. 2010.. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/58/3/725?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=Fox+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>
51. GAGLIOSTRO G. A. 2005. Aspectos nutricionales asociados a la suplementación con granos forrajeros. (en línea). Balcarce, INTA. s.p. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/43-aspectos_nutricionales_granos.htm
52. GALLI, J. R. 1997. Las pasturas como fuente de alimentos de rumiantes. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, INTA. pp. 27-39.
53. GARRETT, W. N. 1971. Energetic efficiency of beef and dairy steers. (en línea). Journal of Animal Science. 32:451-456. Consultado 24 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/32/3/451>
54. GUTIERREZ, F.; MORIXE, J. P. 1995. Efecto de diferentes niveles de suplementación con subproductos agroindustriales en el crecimiento post-destete de terneras cruza cebú-Hereford sobre pasturas de baja calidad en areniscas de Tacuarembó. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 p.
55. HAVSTAD, M.; MALECHEK, J.C. 1982. Energy expenditure by heifers grazing crested wheatgrass of diminishing availability. Journal of Range Management. 35: 447-450.
56. HODGSON, H. J. 1977. Gaps in knowledge and technology for finishing cattle on forages. (en línea). Journal of Animal Science. 44:896-900. Consultado 23 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/44/5/896?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=hodgson&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT>

57. HOLMES, C. W.; MCLEAN, N. A.; LOCKYER, K. J. 1978. Changes in the rate of heat production of calves during grazing and eating. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21: 107-112.
58. KLOSTER, A.M.; LATIMORI, N.J.; AMIGONE, M.A. 2004. Suplementación de novillitos con dos fuentes energéticas en una pastura de alfalfa y gramíneas a baja asignación de forraje. (en línea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 33(1):1-1. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
59. LA MANNA, A.; FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J.; BANCHERO, G.; VAZ MARTINS, D. 2007. Suplementación infrecuente. ¿Es posible trabajar menos y producir lo mismo? (en línea). Montevideo, s.e. Consultado 16 dic. 2009. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/00-suplementacion.htm
60. LANGE, A. 1980. Suplementación de pasturas para producción de carne. 2ª. ed. Buenos Aires, Comisión Técnica InterCrea de Producción de Carne. 74 p.
61. LEVY, M; KOEPPEN, B; STANTON, B. 2006. Control del volumen y la osmolalidad de los líquidos corporales. (en línea). Madrid, España, Elsevier. pp. 531-542. Consultado 25 mar. 2010. Disponible en http://books.google.com.uy/books?id=-n3C1jqrhoMC&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summary_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false
62. LOBLEY, G. E. 1992. Control of the metabolic fate of amino acids in ruminants; a review. (en línea). Bucksburn, s.e. Consultado 24 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/70/10/3264?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=lobley+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

63. LUZARDO, S.; CUADRO, R.; MONTOSI, F.; SILVEIRA, C.; RISSO, D.F.; BRITO, G.; PITTALUGA, O.; DE BARBIERI, I.; RODRIGUEZ, A.; BOTTERO, D.; LIENDO, F.; ZAMIT, W.; PIÑEIRO, J. 2007. Uso estratégico de pasturas cultivadas y suplementación en la recría de terneros Hereford y Braford pastoreando campo natural de Basalto. In: Día de Campo (2007, Tacuarembó). Alternativas de intensificación, especialización, diversificación y valorización de la ganadería ovina y bovina en el basalto. Montevideo, INIA. pp. 16-21 (Actividades de Difusión no. 518).
64. _____.; BRITO, G.; MONTOSI, F.; BOTTERO, D.; ARCE, F.; PIÑEIRO, J.; BARRETO, J.; RODRÍGUEZ, A.; CARRACELAS, B.; ZAMIT, W.; BENTANCUR, M.; COSTALES J.; LA MANNA, A. 2009. Efecto de la suplementación infrecuente en la recría invernal de terneros Hereford pastoreando campo natural de Basalto. In: Día de Campo Producción Animal y Pasturas (2009, Tacuarembó). Medidas de manejo y alimentación frente a eventos climáticos adversos, lecciones aprendidas y propuestas a futuro. Montevideo, INIA. pp. 17-19 (Actividades de Difusión no. 589).
65. McC GRAHAM, N. 1964. Energy costs of feeding activities and energy expenditure of grazing sheep. Australian Journal of Agricultural Research. 15: 969-973.
66. MAC LOUGHLIN, R. J. 2005. Suplementación en bovinos: variación en los consumos individuales. (en línea). Buenos Aires, s.e. Consultado 23 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccionbovina.com/>
67. MARQUISA, C.; URRUTIA, J. M. 2001. Efecto de la suplementación invernal y el uso de capas protectoras en la ganancia de peso de terneras pastoreando campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
68. MENCHÓN, P. 2007. Terneros careta; cruzas de calidad. (en línea). La Nación, AR, jun. 2: 1-2. Consultado 27 may. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/genetica_seleccion_cruzamientos/bovinos_de_carne/04-caretas.pdf
69. MIERES J.M., 1997. Relaciones planta-animal-suplemento. In: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 129).

70. MOLITERNO, E. A. 1986. Medición de pasturas. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. 9 p.
71. MONTOSI, F.; SAN JULIÁN R.; DE MATTOS D.; BERRETTA E.J.; RÍOS M. ZAMIT W.; LEVRATTO J. 1998. Alimentación y manejo de la oveja de cría durante el último tercio de gestación en la región de basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
72. _____.; FIGURINA, G.; SANTAMARIA, I.; BERRETTA, E. J. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos. Montevideo, INIA. pp. 22-70 (Serie Técnica no. 113).
73. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2000. Nutrient requirements of beef cattle. (en línea). 7th. rev. ed. Washington, D.C., National Academy Science. 234 p. Consultado 12 dic. 2009. Disponible en <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>
74. NELSON, A. B.; MACVICAR, R. W.; ARCHER, JR. W.; FISKE J. C. 1955. Effect of a high salt intake on the digestibility of ration constituents and on nitrogen, sodium, and chloride retention by steers and wethers. (en línea). Journal of Animal Science. 14:825-830. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/14/3/825.pdf>
75. OCHOA, P.; VIDAL, M. 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando campo natural diferido. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 67 p.
76. OSACAR, G.; BERRA, G.; MATE, A. 2008. Bienestar de los terneros de la crianza: medio ambiente crítico. (en línea). Buenos Aires, s.e. Consultado el 24 mar. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/134-bienestar.pdf
77. OSUJI, P.O. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. Journal of Range Management. 27: 437-443.

78. FIGURINA, G.; BRITO, G.; PITTALUGA, O.; SCAGLIA, G.; RISSO, D.F.; BERRETTA, E.J. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. *In*: Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 129).
79. _____.; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETTA, E.; MONTOSI, F.; PITTALUGA, O.; FERREIRA, G.; SILVA, J. 1998. Características del engorde a campo natural. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
80. _____.; CASTELLS, R.; REYES, G. 2000a. Efecto del diferimiento de campo natural y sistemas de pastoreo sobre la ganancia de peso invernal en terneras. *In*: Jornada de Producción Animal y Pasturas en Basalto (2000, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 28-29 (Actividades de Difusión no. 239).
81. _____.; PITTALUGA, O.; BARBOT, M.; PITTALUGA, C. 2000b. Suplementación de vaquillonas pastoreando un mejoramiento de Lotus cv. El Rincón y Trébol Blanco para entore o faena a Chile. *In*: Jornada de Producción Animal y Pasturas en Basalto (2000, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 37-44 (Actividades de Difusión no. 239).
82. PITTALUGA, O.; BRITO, G.; CUADRO, P.; DÍAZ, S.; SAN JULIÁN, R.; SILVEIRA, C. 2007. Incidencia de diferentes períodos de suplementación invernal de terneros y novillos sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. *In*: Día de Campo (2007, Tacuarembó). Alternativas de intensificación, especialización, diversificación y valorización de la ganadería ovina y bovina en el basalto. Montevideo, INIA. pp. 11-15 (Actividades de Difusión no. 518).
83. PORDOMINGO, A. J. 1999. Cuando con pasto no alcanza. Suplementación sobre verdes de invierno. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, s.e. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/12-cuando_con_pasto_no_alcanza.htm

84. _____. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). La Pampa, s.e. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/19-suplementacion_con_granos_a_bovinos_a_pastoreo.htm
85. QUINTANS, G.; VAZ MARTINS, D.; CARRIQUIRY, E. 1994. Alternativas de suplementación de vaquillonas. In: Jornada Técnica sobre Bovinos de Carne (1994, INIA Treinta y tres). Bovinos para carne; avances en la suplementación de la recría e internada intensiva. Montevideo, INIA. p. irr. (Actividades de Difusión no. 34).
86. _____. 2002. Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica (2002, Treinta y Tres). Cría y recría ovina y vacuna. Montevideo, INIA. pp. 45-53 (Actividades de Difusión no. 288).
87. _____.; SCARSI, A.; LÓPEZ, C.; PEREYRA, F. 2008a. Manejo nutricional en el primer invierno y manejos diferenciales posteriores para alcanzar similar peso vivo en otoño. Efecto en la aparición de la pubertad (cuarto año de evaluación). In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 77-89 (Serie Técnica no. 174).
88. _____. 2008b. Recría vacuna; antecedentes y nuevos enfoques. In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 53-55 (Serie Técnica no. 174).
89. RIFFEL, S.L.; GARCIARENA, A.D.; DE BATISTTA, J.P.; VICENTIN, J. P. 2000. Suplementación con granos de maíz y cebada a bovinos en pastoreo de otoño. (en línea). In: Reunión Latinoamericana de Producción Animal (16ª., 2000, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. s.l., INTA. s.p. Consultado 22 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
90. RIGGS, J. K.; COLBY R. W.; SELLS L. V. 1953. The effect of self-feeding salt-cottonseed meal mixtures to beef cows. (en línea). Journal of Animal Science. 12: 379-393 Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/12/2/379>

91. RINALDI, C., ESPASANDIN, A.; SOCA, P. 1995. Estructura del tapiz, calidad de la dieta y performance de novillos sometidos a diferentes presiones de pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. no. 15: 282-284.
92. RIQUELME, C.; PULIDO, R.G. 2008. Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo en vacas lecheras a pastoreo primaveral. (en línea). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 40: 243-249. Consultado 11 may. 2010. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000300004&script=sci_arttext
93. RISSO, D.F. 1997. Producción de carne sobre pastura. *In*: Vaz Martins, D. ed. *Suplementación estratégica para el engorde de ganado*. Montevideo, INIA. pp. 1-6. (Serie Técnica no. 83).
94. ROSSO, O. 1997. Suplementación energética en pastoreo. *In*: Cangiano, C. ed. *Producción animal en pastoreo*. Balcarce, Buenos Aires, INTA. pp. 85-99.
95. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 288 p.
96. ROVIRA, P. 2003. Estrategias de alimentación para mejorar el crecimiento inicial de terneros en sistemas invernadores de lomadas del Este. *In*: Seminario de Actualización Técnica (2003, Treinta y Tres). *Producción de carne vacuna y ovina de calidad*. Montevideo, INIA. pp. 51-68 (Actividades de Difusión no. 317).
97. _____; VELAZCO, J.; QUINTANS, G. 2007. Comportamiento productivo y conducta de terneros suplementados en comederos de autoconsumo sobre campo natural. *In*: Jornada de Divulgación de la Unidad Experimental Palo a Pique (2007, Treinta y Tres). *Resultados experimentales*. Montevideo, INIA. pp. 5-14 (Actividades de Difusión no. 511).
98. _____; _____; BONILLA, O. 2008. Efecto de la estrategia de suplementación (autoconsumo vs. ración diaria) en el desempeño productivo de novillos. *In*: Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). *Resultados 2007-2008*. Montevideo, INIA. pp. 58-63 (Actividades de Difusión no. 534).

99. _____.; _____. 2009. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en la suplementación de terneros sobre campo natural. *In*: Jornada de Divulgación de Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 69-78 (Actividades de Difusión no. 591).
100. RYAN, W.J. 1990. Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 60: 653-664.
101. SAN JULIAN, R.; MONTOSI, F.; BERRETTA, E. J.; LEVRATTO. J.; ZAMIT, W.; RÍOS, M. 1998. Alternativas de alimentación y manejo invernal de la cría ovina en la región de Basalto. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. s.p. (Serie Técnica no. 102).
102. SANTINI, F. J.; REARTE, D.H. 1997. Estrategia de alimentación en la invernada. *In*: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 37-46 (Serie Técnica no. 83).
103. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^{a.}, 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Simeone y Beretta. pp. 10-17.
104. _____.; _____. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^{a.} 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Simeone y Beretta. pp. 9-23.
105. _____.; _____. 2006. Intensificando la producción de carne en invernada: "de la teoría a la práctica". (en línea). *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2006, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. Consultado 12 may. 2010. Disponible en http://www.fagro.edu.uy/~eemac/dmdocuments/jornadas_tecnicas/Jornada Anual de la UPIC 2006 17-08-06.pdf

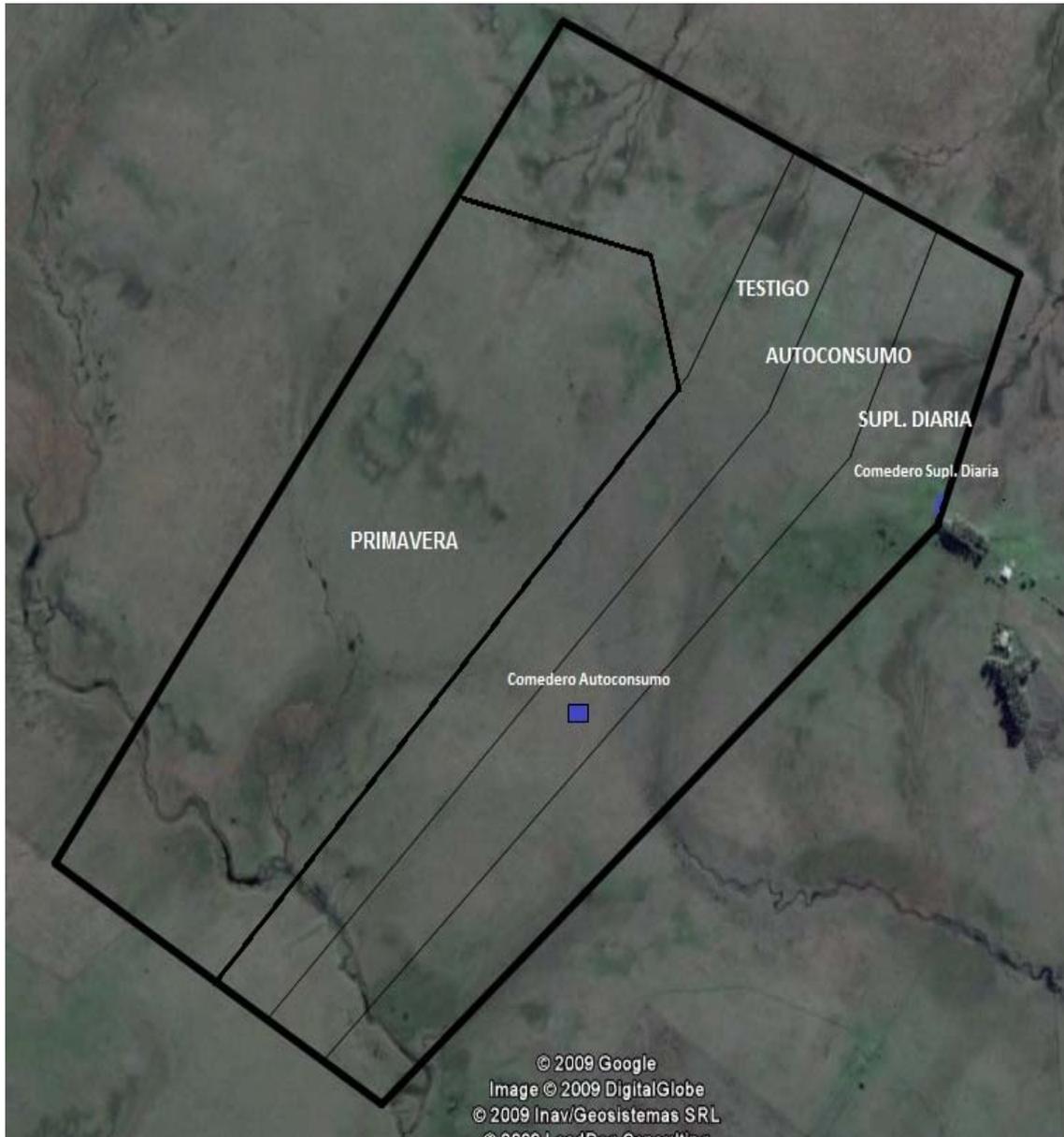
106. SOARES DE LIMA, J.M.; DEL CAMPO, M.; BRITO, G. 2005. Efecto de la suplementación invernal sobre el crecimiento de tejidos y el comportamiento reproductivo de vaquillonas sobreaño sometidas a una dieta energético/proteica. *In*: Día de Campo (2005, Tacuarembó). Cría vacuna en suelos arenosos. Montevideo, INIA. pp. 20-23 (Actividades de Difusión no. 403).
107. SOCA, P.; RINALDI, C; ESPASANDÍN, A. s.f. Presiones de pastoreo, reducción del área pastoreada y comportamiento animal. (en línea). Tacuarembó, INIA. pp. 1-6. Consultado 7 abr. 2010. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/57-comportamiento_animal.pdf
108. _____.; BERMUDEZ, R; AYALA, W.; MANCUELLO, C.; ARRARTE, D.; PEREIRA, G.; LEIVA, G.; FERNANDERZ, M.; HERNANDEZ, P. 2001. Utilización de mejoramiento de campo con lotus rincón y lotus maku para la recría vacuna en la zona este del país. (en línea). *In*: Jornada de Difusión de Resultados (2001, Rocha). Difusión de resultados. Rocha, s.e. pp. 7-22. Consultado 7 abr. 2010. Disponible en http://www.rau.edu.uy/agro/ccss/publicaciones/Publicaciones_en_Ado_bat/36_Resultados_Mejoramientos.PDF
109. STRAUMANN, J. M.; AYALA, W.; VÁZQUEZ, A. I.; QUINTANS, G. 2008. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera (primer año de evaluación). *In*: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Cría vacuna. Montevideo, INIA pp. 59-63 (Serie Técnica no. 174).
110. UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA (URUGUAY). FACULTAD DE AGRONOMÍA. s.f. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. 85 p.
111. _____. _____. 1986. Medición de pasturas. Paysandú. 10 p.
112. _____. _____. 1998. Carta geológica del Uruguay a escala 1/500.000. Montevideo. s.p.

113. _____. _____. 2003. Suplementación proteica de bovinos sobre campo natural. (en línea). Montevideo. Consultado 17 nov. 2009. Disponible en http://www.inia.org.uy/prado/2004/suplementacion_proteica.htm
114. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCIÓN NACIONAL DE METEOROLOGÍA. 2009a. Aspectos generales del clima durante el invierno en el Uruguay. (en línea). Montevideo, s.e. Consultado 29 mar. 2010. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy/Invierno2009.pdf>
115. _____. _____. _____. 2009b. Aspectos generales del clima durante la primavera en el Uruguay. (en línea). Montevideo, s.e. Consultado el 29 mar. 2010. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy/Primavera2009.pdf>
116. _____. _____. _____. 2009c. Estación meteorológica Paso de los Toros. (en línea). Montevideo, s.e. Consultado 29 mar. 2010. Disponible en http://www.meteorologia.com.uy/estad_pasodelostoros.htm
117. _____. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISIÓN SUELOS Y AGUA. 2001. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000). Montevideo. 1 disco compacto.
118. VAZ MARTINS, D. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 17-22 (Serie Técnica no. 83).
119. VELAZCO, J.; ROVIRA, P. 2009. Alternativas de suplementación de novillos. Efecto del método de entrega de la ración. In: Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2008-2009. Montevideo, INIA. pp. 74-79 (Actividades de Difusión no. 570).
120. VILLA, M.; BURATOVICH, O.; CEBALLOS, D. 2007. Uso de sal común (NaCl) como limitador del consumo de suplemento invernal en corderas. (en línea). s.l., INTA. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://www.aapa.org.ar/congresos/2007/NaPDF/NA51.pdf>

121. WEIR W. C.; MILLER, JR. R. F. 1953. The use of salt as a regulator of protein supplement intake by breeding ewes. (en línea). Journal of Animal Science. 12: 219-225. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/12/1/219?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&author1=Weir+&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=30&sortspec=relevance&resourcetype=HWCIT>

10. ANEXOS

Anexo No. 1. Mapa ilustrativo del potrero experimental.



Anexo No. 2. Precipitaciones registradas durante el periodo experimental.

Mes	Precipitaciones (mm)
Enero	146
Febrero	84
Marzo	210
Abril	12
Mayo	72
Junio	30
Julio	36
Agosto	118
Septiembre	69
Octubre	127
Noviembre	197
Diciembre	299
TOTAL	1400

Anexo No. 3. Heladas registradas durante el periodo experimental.

FECHA	Temp Mín. s/ceped	Mín. casilla.
28/05/2009	0,0	4,3
03/06/2009	-1,2	0,6
10/06/2009	-0,6	0,2
12/06/2009	-2,4	0,8
13/06/2009	0,0	3,9
17/06/2009	-1,4	1,4
24/06/2009	-3,0	1,3
25/06/2009	-3,0	-0,3
26/06/2009	-3,0	-0,4
27/06/2009	-1,6	1,8
01/07/2009	-0,2	1,7
02/07/2009	-1,0	4,4
03/07/2009	-2,0	1,8
09/07/2009	-4,2	-0,6
10/07/2009	-1,7	1,6
14/07/2009	-0,6	1,1
23/07/2009	-1,5	0,4
24/07/2009	-0,6	1,4
25/07/2009	-1,4	0,0
26/07/2009	-2,6	1,2
27/07/2009	-2,4	1,0
28/07/2009	-1,2	3,0
29/07/2009	-3,7	-0,2
30/07/2009	-4,4	-0,6
31/07/2009	-5,0	-0,4
01/08/2009	-0,4	1,6
10/08/2009	-2,4	1,4
24/09/2009	-0,8	3,6
29/09/2009	-0,4	3,4
30/09/2009	-0,2	3,7

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM.²

² URUGUAY. MDN. DNM. 2009. Datos meteorológicos de la Estación Experimental de Paso de los Toros (sin publicar).

Anexo No. 4. Temperaturas registradas durante el periodo experimental.

DIA	JUNIO			JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE		
	MAX	MIN	Med	MAX	MIN	Med	MAX	MIN	Med	MAX	MIN	Med	MAX	MIN	Med	MAX	MIN	Med
1	13.6	6.6	10.1	19.4	4.7	12.1	12.0	1.6	6.8	18.0	14.8	16.4	12.8	10.1	11.5	28.2	20.2	24.2
2	12.2	6.0	9.1	16.4	4.4	10.4	13.4	9.2	11.3	17.8	15.3	16.6	19.0	6.9	13.0	31.1	19.8	25.5
3	14.2	0.6	7.4	19.4	1.4	10.4	16.8	3.8	10.3	17.4	14.2	15.8	21.2	7.0	14.1	21.8	16.8	19.3
4	16.2	7.2	11.7	19.2	4.6	11.9	19.8	6.8	13.3	18.7	12.5	15.6	25.8	11.0	18.4	17.0	13.3	15.2
5	16.0	6.6	11.3	18.4	9.3	13.9	17.4	8.4	12.9	18.0	8.0	13.0	24.2	20.4	22.3	24.6	14.7	19.7
6	13.5	3.9	8.7	19.9	11.4	15.7	17.0	5.4	11.2	20.8	9.6	15.2	20.0	13.0	16.5	25.6	17.0	21.3
7	14.0	8.2	11.1	19.2	11.1	15.2	10.8	5.4	8.1	17.6	13.2	15.4	17.8	7.0	12.4	20.0	16.6	18.3
8	11.4	4.4	7.9	12.6	7.9	10.3	14.8	8.0	11.4	13.4	7.9	10.7	18.0	5.8	11.9	21.8	9.0	15.4
9	12.8	6.1	9.5	12.2	-0.6	5.8	12.6	5.5	9.1	12.4	8.0	10.2	20.2	8.9	14.6	28.0	9.4	18.7
10	15.8	0.2	8.0	13.8	1.6	7.7	18.8	1.4	10.1	14.8	2.0	8.4	25.4	11.2	18.3	24.6	11.4	18.0
11	14.2	2.4	8.3	11.4	3.4	7.4	19.6	4.6	12.1	19.6	4.0	11.8	19.7	15.5	17.6	25.6	13.4	19.5
12	16.2	0.8	8.5	15.2	2.3	8.8	23.2	4.6	13.9	19.2	8.4	13.8	21.2	7.6	14.4	29.2	13.5	21.4
13	17.2	3.9	10.6	16.3	4.7	10.5	22.7	7.8	15.3	20.0	7.0	13.5	26.2	10.2	18.2	29.2	19.2	24.2
14	18.2	7.2	12.7	12.9	1.1	7.0	30.2	12.9	21.6	20.2	11.4	15.8	18.8	11.8	15.3	27.0	19.1	23.1
15	19.4	6.0	12.7	10.6	4.9	7.8	30.2	17.4	23.8	19.2	11.4	15.3	17.8	5.0	11.4	23.9	15.4	19.7
16	16.9	8.6	12.8	11.2	7.3	9.3	22.0	20.0	21.0	21.8	11.0	16.4	18.2	6.5	12.4	27.4	15.2	21.3
17	18.0	1.4	9.7	16.6	8.7	12.7	16.0	5.3	10.7	16.8	12.4	14.6	20.6	8.8	14.7	25.8	19.0	22.4
18	18.4	5.0	11.7	16.8	6.6	11.7	16.4	7.2	11.8	14.4	12.7	13.6	21.6	9.7	15.7	26.6	19.0	22.8
19	23.4	8.9	16.2	18.0	13.2	15.6	10.2	8.6	9.4	17.4	8.8	13.1	25.8	13.3	19.6	27.7	19.8	23.8
20	24.4	13.8	19.1	17.4	8.6	13.0	13.6	7.5	10.6	20.6	6.4	13.5	25.5	11.7	18.6	24.6	16.6	20.6
21	14.0	13.6	13.8	17.1	11.2	14.2	14.4	5.4	9.9	21.0	6.8	13.9	20.8	15.6	18.2	22.0	16.4	19.2
22	13.8	10.6	12.2	10.2	7.7	9.0	17.0	6.2	11.6	21.0	9.4	15.2	23.5	14.0	18.8	28.6	19.3	24.0
23	13.6	8.0	10.8	8.4	0.4	4.4	20.4	6.7	13.6	16.6	10.2	13.4	31.8	14.7	23.3	27.2	20.7	24.0
24	12.0	1.3	6.7	9.4	1.4	5.4	21.6	8.4	15.0	17.2	3.6	10.4	20.6	11.5	16.1	27.4	19.9	23.7
25	15.2	-0.3	7.5	13.2	0.0	6.6	25.4	10.0	17.7	19.7	6.6	13.2	22.6	10.0	16.3	33.2	21.3	27.3
26	14.2	-0.4	6.9	14.2	1.2	7.7	26.6	13.0	19.8	23.0	10.8	16.9	21.6	9.7	15.7	27.0	20.5	23.8
27	13.6	1.8	7.7	17.8	1.0	9.4	28.6	15.0	21.8	16.9	12.5	14.7	22.8	7.9	15.4	25.7	17.1	21.4
28	13.8	5.6	9.7	14.9	3.0	9.0	28.4	14.7	21.6	13.6	5.6	9.6	24.8	12.9	18.9	26.2	17.9	22.1
29	14.6	12.2	13.4	13.6	-0.2	6.7	30.4	13.4	21.9	14.8	3.4	9.1	35.4	16.4	25.9	31.8	21.2	26.5
30	15.6	6.4	11.0	13.8	-0.6	6.6	32.0	15.0	23.5	17.4	3.7	10.6	37.4	22.7	30.1	26.4	17.7	22.1
31				11.2	-0.4	5.4	27.4	18.2	22.8				26.2	17.0	21.6			
med	15.5	5.6		14.9	4.6		20.3	8.9		18.0	9.1		22.8	11.4		26.2	17.0	
ext	24.4	-0.4		19.9	-0.6		32.0	1.4		23.0	2.0		37.4	5.0		33.2	9.0	

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM.²

Anexo No. 5. Corrida SAS: actividad de pastoreo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
BIOTIPO	1	6	1.93	0.2144
DIETA	2	6	245.16	<.0001
BIOTIPO*DIETA	2	6	1.27	0.3463
SEMANA	3	18	27.10	<.0001
dia_dentrosem	3	27	2.13	0.1199
BIOTIPO*SEMANA	3	18	0.72	0.5547
DIETA*SEMANA	6	18	18.02	<.0001
BIOTIPO*DIETA*SEMANA	6	18	1.73	0.1716
DIETA*dia_dentrosem	6	27	1.01	0.4377

Anexo No. 6. Corrida SAS: Tasa de bocado

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
DIETA	2	9	7.40	0.0126
SEMANA	3	27	3.20	0.0392
DIETA*SEMANA	6	27	5.13	0.0013
DIETA*DIA_DENTROSEM	9	27	3.15	0.0099

Anexo No. 7. Corrida SAS: consumo de suplemento (%PV).

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	1	11	68.52	<.0001
SEMANA	11	11	1.00	0.4990

Anexo No. 8. Corrida SAS: Consumo de suplemento (kg/animal/dia).

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	1	11	80.23	<.0001
SEMANA	11	11	2.42	0.0789

Anexo No. 9. Corrida SAS: disponibilidad de la pastura en invierno.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	12	1.43	0.2779
SEMANA	6	12	42.09	<.0001

Anexo No. 10. Corrida SAS: porcentaje de especies estivales

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	12	0.41	0.6724
SEMANA	6	12	2.63	0.0725

Anexo No. 11. Corrida SAS: porcentaje de especies invernales

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	12	0.92	0.4235
SEMANA	6	12	2.32	0.1008

Anexo No. 12. Corrida SAS: porcentaje de malezas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	12	0.13	0.8764
SEMANA	6	12	1.47	0.2675

Anexo No. 13. Corrida SAS: porcentaje de forraje seco

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
TRAT	2	12	1.25	0.3225
SEMANA	6	12	3.02	0.0489

Anexo No. 14. Corrida SAS: porcentaje de forraje verde

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	12	1.25	0.3225
SEMANA	6	12	3.02	0.0489

Anexo No. 15. Corrida SAS: porcentaje de suelo desnudo

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	12	0.27	0.7683
SEMANA	6	12	1.28	0.3367

Anexo No. 16. Corrida SAS: altura de la pastura

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
TRAT	2	12	4.37	0.0375
SEMANA	6	12	20.69	<.0001

Anexo No. 17. Corrida SAS: evolución del peso vivo en invierno

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
BIOTIPO	1	253	0.21	0.6433
DIETA	2	259	22.04	<.0001
BIOTIPO*DIETA	2	259	0.51	0.6020
días	1	479	140.06	<.0001
días*BIOTIPO	1	479	3.64	0.0570
días*DIETA	2	479	304.84	<.0001
días*BIOTIPO*DIETA	2	479	0.19	0.8307
PVINI	1	88.9	374.04	<.0001

Anexo No. 18. Corrida SAS: evolución del peso vivo en primavera

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
BIOTIPO	1	324	0.39	0.5323
DIETA	2	327	79.67	<.0001
BIOTIPO*DIETA	2	327	0.09	0.9176
días	1	344	3393.19	<.0001
días*BIOTIPO	1	344	0.09	0.7620
días*DIETA	2	344	5.47	0.0046
días*BIOTIPO*DIETA	2	344	0.04	0.9575
PVINI	1	88.8	154.23	<.0001

Anexo No. 19. Corrida SAS: evolución del peso vivo durante el período experimental

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
BIOTIPO	1	196	0.01	0.9157
DIETA	2	201	7.63	0.0006
BIOTIPO*DIETA	2	200	0.13	0.8754
días	1	591	2597.03	<.0001
días*BIOTIPO	1	591	0.84	0.3586
días*DIETA	2	591	17.81	<.0001
días*BIOTIPO*DIETA	2	591	0.04	0.9601
PVINI	1	96.4	106.31	<.0001