

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACION DEL ENCIERRO DIURNO Y LA SUPLEMENTACION
ENERGÉTICA COMO ESTRATEGIA DE MANEJO EN NOVILLOS
HEREFORD PASTOREANDO PRADERAS MEZCLAS DE GRAMINEAS Y
LEGUMINOSAS DURANTE EL PERIODO ESTIVAL**

por

**Ignacio Gumersindo ADAMI MARRA
Héctor Rafael BETANCUR VIDAL
Ángel Mauricio ESTEVES NUÑEZ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

Tesis aprobada por:

Director:

Ingeniero Agrónomo Virginia Beretta

Ingeniero Agrónomo Álvaro Simeone

Medico Veterinario Juan Franco

Fecha: 14 de enero de 2008

Autor:

Ignacio Gumersindo Adami Marra

Héctor Rafael Betancur Vidal

Ángel Mauricio Estéves Nuñez

AGRADECIMENTOS

A los directores de tesis Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone por la guía y el apoyo brindado en cada una de las etapas de este trabajo.

A los Sres. Diego Cortazzo, Gustavo Viera, Alfredo Ferrari, Diego Mosqueira y Ángel Colombino por su colaboración en el manejo de los animales.

Al Ing. Agr. Oscar Bentancur de la Cátedra de Estadística y Cómputo por la realización del análisis estadístico de los datos recabados.

Al personal de biblioteca por su colaboración y su comprensión.

A nuestros familiares, seres queridos y compañeros, por el apoyo brindado a lo largo de la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. <u>INTRODUCCION</u>	3
2.2. <u>FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL CONSUMO Y LA PERFORMANCE ANIMAL</u>	5
2.2.1. <u>Asignación de forraje</u>	6
2.2.2. <u>Disponibilidad y estructura de la pastura</u>	10
2.2.3. <u>Calidad de la pastura</u>	11
2.3. <u>ESTRÉS POR CALOR Y BALANCE ENRGETICO</u>	12
2.3.1. <u>Balance de calor</u>	12
2.3.1.1. <u>Producción de calor</u>	13
2.3.1.2. <u>Pérdida de calor</u>	15
2.3.2. <u>Elementos de potencial estresantes</u>	18
2.3.2.1. <u>Temperatura</u>	18
2.3.2.2. <u>Humedad</u>	20
2.3.2.3. <u>Radiación solar</u>	20
2.3.2.4. <u>Viento</u>	21
2.3.3. <u>Medición del potencial estresante del ambiente</u>	21
2.3.3.1. <u>Índice de temperatura y humedad</u>	21
2.3.3.2. <u>Globo negro</u>	24
2.3.4. <u>Determinación del estrés calórico en el animal</u>	24
2.3.4.1. <u>Temperatura rectal</u>	24
2.3.4.2. <u>Tasa respiratoria</u>	25
2.4. <u>RESPUESTA ANIMAL AL ESTRÉS TERMICO</u>	26
2.4.1. <u>Efecto del estrés térmico en el consumo</u>	27
2.4.2. <u>Efecto sobre los requerimientos</u>	30
2.4.3. <u>Efecto sobre el consumo de agua</u>	31
2.4.4. <u>Efecto sobre el comportamiento animal</u>	32

2.5. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL BALANCE ENERGETICO ESTIVAL.....	33
2.5.1. <u>Efecto de la dieta en la disminución del estrés calórico</u>	33
2.5.2. <u>Efecto de la sombra en la disminución del estrés calórico</u>	35
2.5.2.1. Sombra natural.....	36
2.5.2.2. Sombra artificial.....	37
2.5.3. <u>Efecto de la sombra en el consumo de materia seca y el comportamiento animal</u>	37
2.5.4. <u>Efecto de la sombra en la ganancia de peso vivo</u>	40
2.5.5. <u>Efecto de el suministro del agua en la disminución del estrés calórico</u>	41
2.5.6. <u>Efecto de la selección en la disminución del estrés térmico</u>	41
2.6. ENCIERRO DIURNO A LA SOMBRA DURANTE LAS HORAS DE MAYOR TEMPERATURA COMO ESTRATEGIA PARA DISMINUIR EL ESTRÉS CALORICO SOBRE EL ANIMAL.....	42
2.7. RESPUESTA ANIMAL A LA SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADO.....	47
2.7.1. <u>Efecto del nivel de suplementación, cantidad y calidad del forraje sobre la sustitución</u>	47
2.7.2. <u>Efecto de la suplementación sobre la digestibilidad de la dieta</u>	48
2.7.3. <u>Efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso en verano</u>	50
2.8. HIPOTESIS.....	53
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	54
3.1. LOCALIZACION.....	54
3.2. SUELO.....	54
3.3 PASTURAS Y SUPLEMENTOS.....	54
3.4. ANIMALES.....	55
3.4.1. <u>Manejo sanitario luego del procedimiento experimental</u>	55
3.5. TRATAMIENTOS.....	56
3.6. MANEJO ALIMENTICIO.....	57
3.6.1. <u>Manejo del pastoreo</u>	57
3.6.2. <u>Manejo de la suplementación</u>	57

3.6.3. <u>Manejo del agua de bebida</u>	57
3.7. REGISTRO Y MEDICIONES.....	58
3.7.1. <u>En la pastura</u>	58
3.7.1.1. <u>Forraje disponible</u>	58
3.7.1.2. <u>Altura del forraje disponible</u>	58
3.7.1.3. <u>Consumo de forraje</u>	58
3.7.1.4. <u>Calidad del forraje ofrecido y residual</u>	59
3.7.1.5. <u>Dinámica de defoliación de la pastura</u>	59
3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS DEL ANIMAL.....	60
3.8.1. <u>Peso vivo</u>	60
3.8.2. <u>Consumo de grano de cebada</u>	60
3.8.3. <u>Comportamiento ingestivo</u>	60
3.8.4. <u>Indicadores de estrés calórico</u>	61
3.9. CONDICIONES CLIMATICAS.....	62
3.10. ANALISIS ESTADISTICOS.....	63
3.10.1 <u>Modelo estadístico</u>	63
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	70
4.1. REGISTROS CLIMATICOS.....	70
4.2. CARACTERISTICAS DE LA BASE FORRAJERA.....	72
4.2.1. <u>Caracterización del forraje disponible</u>	72
4.2.2. <u>Caracterización del forraje rechazado</u>	74
4.2.3. <u>Utilización de forraje</u>	76
4.3. CONSUMO.....	77
4.3.1. <u>Consumo de forraje</u>	77
4.3.2. <u>Consumo de suplemento</u>	79
4.3.3. <u>Consumo total de MS y energía</u>	80
4.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	81
4.4.1. <u>Tiempo de pastoreo, rumia, descanso y jadeo</u>	81
4.4.2. <u>Patrón diurno de pastoreo</u>	83
4.4.3. <u>Tasa de bocado</u>	88
4.4.4. <u>Defoliación de la pastura</u>	89
4.4.5. <u>Indicadores de estrés térmico</u>	90
4.5. EVOLUCION DEL PESO VIVO.....	92

4.6. DISCUSIÓN GENERAL.....	95
5. <u>CONCLUSIONES</u>	97
6. <u>RESUMEN</u>	98
7. <u>SUMMARY</u>	99
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	100
9. <u>ANEXOS</u>	115

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de la asignación de forraje sobre el consumo de materia seca, utilización de forraje, tiempo de pastoreo y performance animal.....	8
2. Resumen de resultados de experimentos sobre efectos del ayuno sobre la performance y comportamiento animal.....	43
3. Respuesta a la suplementación y al manejo de la intensidad de pastoreo (Kg. MS/100Kg.PV) en novillos Hereford (280 Kg.) pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas en verano.....	51
4. Temperaturas máximas, mínimas promedio y humedad relativa promedio del periodo experimental, verano de 2006.....	70
5. Disponibilidad, altura, composición botánica y química del material ofrecido...	72
6. Disponibilidad, altura, composición botánica y química del material rechazado...	74
7. Consumo de forraje promedio por tratamiento en PV.....	78
8. Eficiencia de conversión de suplemento y consumo de concentrado para los animales suplementados.....	79
9. Consumo total de materia seca y nutriente.....	80
10. Efecto de la suplementación y del manejo del pastoreo sobre la proporción de horas de luz dedicada a las actividades de pastoreo, rumia, descanso y jadeo para novillos en pastoreo.....	82
11. Tasa de bocado promedio para diferentes horarios en cada tratamiento.....	88
12. Tasa respiratoria por tratamiento según horario.....	90
13. Ganancias de peso promedio por tratamiento en kg/día/animal.....	93

Figura No.

1. Índice ITH. Departamento of Agricultural Engineering, The University of Arizona, Tucson, modificado de Wiersma (1990).....	23
---	----

Gráfica No.

1. Relación entre asignación de forraje y ganancia diaria animal para las diferentes estaciones del año (Simeone, 2005).....	10
2. Utilización de pasturas para los diferentes tratamientos.....	76
3. Porcentaje de tiempo dedicado a pastoreo a diferentes horas del día para animales en pastoreo libre.....	84
4. Porcentaje del tiempo dedicado a pastoreo a diferentes horas del día para los animales con encierro diurno entre las 11:00 y 17:00 hs.....	84
5. Porcentaje del tiempo dedicado a la actividad de pastoreo e índice de temperatura y humedad para los animales en pastoreo libre.....	86
6. Porcentaje del tiempo dedicado a la actividad de pastoreo e índice de temperatura y humedad para los animales con encierro.....	86
7. Altura promedio en diferentes momentos del día para los diferentes tratamientos.....	89
8. Evolución del peso vivo ajustado para el período experimental.....	92

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos en el Uruguay son en su mayoría de tipo pastoril y utilizan como base alimenticia, pasturas naturales, sembradas y verdeos.

En nuestro país la estacionalidad del clima hace que se den variaciones en la cantidad y calidad de las pasturas a lo largo de las distintas estaciones, lo que se refleja en la performance animal.

En la estación de verano se obtienen bajas ganancias de peso que se deben a diferentes factores como lo son la caída en la producción de forraje, disminución del valor nutritivo de las pasturas y elevadas temperaturas que afectan el comportamiento animal.

Existen alternativas para mejorar las limitantes del verano como lo son el uso de verdeos de verano y la suplementación estival. La utilización de verdeos tiene la ventaja de ofrecer grandes cantidades de forraje de buena calidad y con la suplementación se puede incrementar el consumo de MS y energía sobre pasturas mejoradas o campo natural y así mejorar la performance animal.

En cuanto al estrés calórico existen alternativas para disminuir el efecto que este produce, una de ellas es reducir las horas de pastoreo durante el momento del día de mayor calor e incrementar el pastoreo nocturno y en las horas más frescas del día.

La respuesta en la performance animal utilizando estas dos medidas de manejo (encierro a la sombra y suplementación energética) se podría comportar en forma aditiva o podría existir algún tipo de interacción entre ambas. A partir de esta interrogante es que surge uno de los objetivos de este trabajo.

El objetivo de este trabajo fue determinar y cuantificar el efecto de la restricción en el tiempo de acceso a la pastura, a través del encierro diurno con sombra, a las horas de mayor calor del día (11:00 a 17:00 horas) y del nivel de suplementación energética (grano de cebada quebrado) sobre la performance de

novillos Hereford pastoreando praderas perennes de *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Festuca arundinacea* y *Llotus corniculatus* con una asignación fija de forraje de 6%.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUCCION

La baja producción y pérdida de calidad observadas durante el verano en las pasturas cultivadas, mezclas de especies templadas de gramíneas y leguminosas, determina una fuerte caída de la ganancia de peso vivo de vacunos en crecimiento, disminuyendo marcadamente la productividad estival de los sistemas intensivos de engorde de ganado de carne en el Uruguay (Simeone, 2000).

Aun con manejo a bajas cargas, (hasta 9 kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo), y suplementación con grano de maíz, no se han logrado ganancias superiores a los 800 gramos por animal por día (Beretta, citado por Cortazzo et al., 2007).

Diferentes factores estarían involucrados como posibles responsables de esta respuesta. Por un lado la calidad de la pastura, alto contenido de fibra y bajo contenido proteico podrían estar limitando su aprovechamiento a nivel ruminal y determinado un bajo consumo asociado, no solo a su calidad, sino a una mayor actividad de búsqueda y selectividad durante el pastoreo registrada al aumentarse la oferta de forraje (Baldi et al., 2001).

Por otra parte, las altas temperaturas del verano podrían estar determinando una reducción en el consumo voluntario y un incremento de los requerimientos de mantenimiento (NRC, 1996), afectando negativamente el balance energético animal.

Estrategias asociadas al manejo del pastoreo y el suministro de concentrados energéticos-proteico podrían ser combinadas en la procura de levantar estas restricciones al uso de pasturas mejoradas en el periodo estival.

El manejo del pastoreo que mejore el confort térmico del animal podría impactar positivamente sobre la performance durante el periodo estival. El encierro diurno en corrales con agua y sombra durante las horas de mayores temperaturas (11:00 – 16:00 hs) ha mostrado incrementar la tasa de ganancia de peso vivo respecto a animales en pastoreo libre con una asignación de forraje de 6% (Beretta et al., 2005).

La suplementación mejoraría el consumo total de energía y proteína, no sólo debido a un efecto directo de adición, sino potencialmente, a través del aporte proteico, mejorando la tasa de digestión ruminal de la pastura, y aumentando su consumo (Orskov, citado por Baldi et al., 2001).

Animales en pastoreo libre con una asignación de forraje de 6% han mostrado respuesta a la suplementación con maíz (Beretta, citado por Baldi et al., 2001).

Esta revisión fue organizada sobre la base de cuatro aspectos: i) factores determinantes del consumo voluntario en pastoreo especialmente los relativos a las características de las pasturas y estrés térmico y su incidencia sobre la performance animal; ii) elementos ambientales de potencial estresante y su incidencia sobre aspectos comportamentales, y requerimientos energéticos, entre otros; iii) estrategias para el manejo que permitan revertir los efectos del estrés térmico; iv) Respuesta a la suplementación energética estival.

2.2 FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL CONSUMO Y LA PERFORMANCE ANIMAL

La magnitud de la ganancia de peso esta determinada por factores propios del animal como son la raza, el sexo, estado fisiológico y edad; y por factores ajenos al animal como el nivel de nutrición que esta recibiendo (Di Marco, citado por Bartaburo et al., 2003).

El consumo animal tiene una importancia muy elevada sobre la performance animal, ya que el mismo explica el 70 % de la ganancia de peso, siendo el 30% restante atribuido a la eficiencia con que se digieren y metabolizan los nutrientes (Waldo, 1986).

Forbes (1987) en su estudio menciona que, a causa de que los animales gastan mucho tiempo en obtener su alimento, parece lógico asumir que el forraje pastoreado tenga una influencia considerable sobre el consumo si bien parece claro que en el largo plazo el consumo es controlado por el balance de energía del animal, en el corto plazo es probable que esté controlado por una combinación de factores estructurales de la planta que influyen sobre la tasa de ingestión; el efecto de la masticación de forraje sobre el llenado del tracto, las conductas sociales y factores ambientales que afectan el complejo apetito saciedad.

En dietas enteramente con forraje o con alta proporción de este, el consumo se ve limitado generalmente por el llenado del rumen, el cual depende del contenido de pared celular, de su grado de lignificación y de la resistencia a la rotura en partículas más pequeñas por digestión y rumia (Balch et al., 1962).

Forbes (1987) en una revisión sobre trabajos de la interacción planta animal y conducta ingestiva de animales en pastoreo concluye que el consumo puede ser definido como el producto del tamaño de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo.

El tamaño de bocado es el principal determinante del forraje consumido (Hodgson 1981, Cangiano y Gómez 1984, Forbes 1987, Cangiano et.al. 1997).

Cangiano y Gómez (1984), concluyen que la variación en el tamaño de bocado es generalmente mayor que las variaciones en el tiempo de pastoreo y tasa de bocado. En la medida que disminuye la cantidad de pasto, la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo son las variables compensatorias para intentar mantener el consumo diario de forraje; pero en etapas tardías de defoliación de la pastura ambas variables declinan (Chacon y Stobbs 1976, Forbes 1987).

2.2.1. Asignación de forraje

Hodgson (1981), Forbes (1988) afirman que un aumento en la asignación de forraje (AF) kg de MS cada 100 kg de peso vivo (PV) permite a los animales lograr un mayor consumo a través de mantener a lo largo del tiempo dedicado al tiempo de pastoreo un mayor tamaño de bocado.

Dalley et al. (1999) plantean que el descenso del consumo y por lo tanto en la performance animal cuando se manejan bajas AF se debe a una menor tasa de consumo y no tanto a un menor tiempo de pastoreo; esta disminución en la tasa de consumo estaría explicada por un menor tamaño de bocado y una menor tasa de bocado al manejar bajas AF.

El mayor consumo y la mayor capacidad de selección al aumentar la asignación de forraje explicarían el incremento en la ganancia de peso al aumentar la asignación de forraje (Wales et al., 1998). Sin embargo Spedding, Joyce y Brunswick, citados por Bianchi (1982) señalan que al aumentar la AF, el aumento en la ganancia diaria animal se debe a un mayor consumo y no a una mayor calidad de la dieta

Wales et al. (1998), Dalley et al. (1999) señalan que las diferencias a diferentes asignaciones sobre la calidad de lo consumido varía también con la estación, es así que existe un efecto más importante de la AF sobre la calidad de lo consumido en primavera que en verano, debido principalmente al importante descenso en las características nutritivas que ocurren en verano.

A medida que se asignan mayores cantidades de forraje por animal, si bien ocurre un incremento en el consumo, este va acompañado de un descenso en la utilización de dicho forraje. Wales et al. (1998), reportó descensos en el porcentaje de utilización de 54 a 37% cuando la asignación se incrementó de 15 a 40 Kg. MS/vaca/día.

Trigg y Marsh (1979), Dougherty et al (1989) observaron que al incrementar la asignación de forraje el consumo aumenta hasta un máximo de 2.5 % PV para una asignación de 5 % PV/día y 0.5% PV/hora para una asignación de 1%PV/hora, respectivamente. Dougherty et al (1992) nuevamente hallaron los mismos resultados, pero con una categoría adulta. Reardon (1977) encontró consumos de 2%PV con asignaciones de 3%PV en verano.

Bianchi (1980) trabajando en invierno con una pastura permanente sembrada, al pasar de 3 a 12 % PV de asignación de forraje las ganancias de peso aumentaron significativamente de 583 a 1032 g/ día, para invierno; concluyendo que la mínima asignación es insuficiente para observar la caída de la performance. Mientras que Risso et al. (1989) al pasar de 3.0 a 1.5 % PV de asignación de forraje, las ganancias de peso cayeron abruptamente de 904 a 173g/ día, en pasturas de similares características.

Por otro lado Rinaldi et al. (1995) utilizando una pastura natural mejorada con Lotus sembrado en cobertura, observaron que al incrementar la asignación de forraje desde 5 % a 12% /PV, la máxima ganancia de peso (720g/día) la obtuvieron con una asignación de forraje de 7.5%/ PV.

En el cuadro 1 se presentan resultados obtenidos en experimentos realizados en el país por el grupo de bovinos de carne de la EEMAC en un proyecto de 5 años en el que se busca ajustar la curva de respuesta al cambio en la AF para diferentes categorías animales pastoreando praderas o verdes en las diferentes estaciones. Presentándose datos de consumo de materia seca, utilización de forraje, tiempo de pastoreo y ganancia diaria media según categoría animal, estación del año, tipo de pastura y asignación de forraje.

Cuadro No.1: Efecto de la asignación de forraje sobre el consumo de materia seca, utilización de forraje, tiempo de pastoreo y performance animal

Categoría	Pastura	AF	CMS	UF	TP	GDM	Autor
Terneras (destete precoz, 129 Kg.) Invierno	Avena	2.5	1.61	63	59	0.209	Caorsi et al. (2001)
Terneras (destete precoz) Invierno	Pradera mezcla	4 8	2.08b 3.53a			0.409b 0.631a	Simeone (2005)
Vaquillonas (219 Kg.) Invierno	Avena	2.5	0.98	65	56	0.404	Caorsi et al. (2001)
Novillos (278Kg) Otoño-invierno	Raigrás	2.5 5	2.07b 3.16a	59b 35a	67a 62a	0.873b 1.348a	Bartaburu et al. (2003)
Terneros/novillos (195/275 Kg.) Primavera	Pradera mezcla	2 4 6		79 59 46		0.865c/ 1.147c 1.041b/ 1.506b 1.164a/ 1.603a	Simeone (2005)
Novillos(275 Kg)	Pradera	3		69 ^a		0.082c	Baldi et al.

Verano	mezcla	6		51b		0.370b	(2001)
		9		36c		0.482a	
Novillos (280 Kg.) Verano	Pradera mezcla	3		56		0.299	Simeone (2005)
		6		47		0.483	
		9		43		0.667	
Novillo (298Kg.) Verano	Pradera mezcla	6	2.83b	43.7 ^a	53	0.720a	Cortazzo et al. (2007)
		12	3.5a	27.6b	45	0.650a	

AF: Asignación de forraje (Kg. MS/ 100Kg. PV); CMS: Consumo de materia seca (% PV.); UF: Utilización de forraje (%); TP: Tiempo de pastoreo (%); GDM: Ganancia media diaria (Kg./animal/día).a,b difieren en la fila estadísticamente en $p < 0.05$.

Analizando el cuadro 1 podemos concluir que a mayor asignación de forraje menor es la utilización del mismo, pero se logra un mayor consumo de materia seca y por lo tanto una mejor performance animal.

En la grafica 1 se observan diferentes ganancias diarias según la estación del año elaborado por Simeone (2005) en base de los trabajos presentados en el cuadro. En invierno hay una respuesta importante en GD frente a incrementos en la AF, o sea existe una alta respuesta al incremento de forraje pero el problema es que este es escaso en esta estación del año. En primavera la respuesta al incremento de la AF es baja porque las ganancias ya son elevadas de por si a causa de la buena calidad y disponibilidad de las pasturas en esta estación. En verano la respuesta en GD frente a aumentos en la AF es también baja, pero a diferencia de la primavera las GD en esta estación son muy bajas debido a la baja calidad de las pasturas y al estrés térmico sobre los animales. Para el otoño la respuesta es intermedia entre el invierno y el verano donde las ganancias están muy influenciadas por el desbalance de proteína y energía de las pasturas lo que hace a que en esta estación no se obtengan altas ganancias de peso.

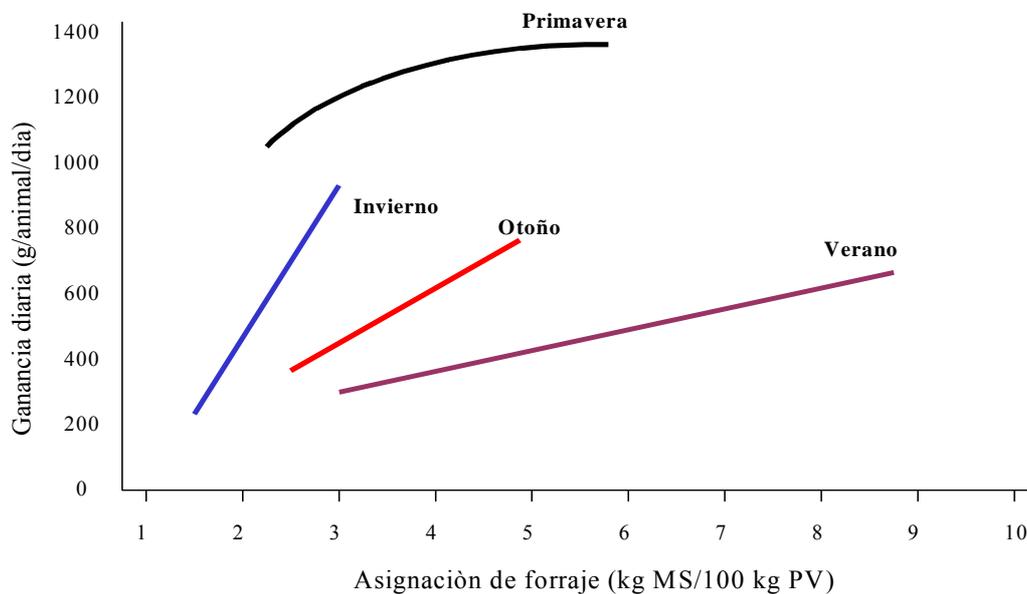


Grafico No. 1: Relación entre asignación de forraje y ganancia diaria animal para las diferentes estaciones del año (Simeone, 2005)

2.2.2. Disponibilidad y estructura de la pastura

Boom y Sheat (1998) encontraron menores ganancias diarias al comparar ganancias estivales, respecto a ganancias invernales y primaverales, a similares niveles de disponibilidad de forraje, pero de diferente calidad y estructura. Marshall et al. (1998) no encontraron una asociación consistente entre disponibilidad y consumo, por lo tanto el forraje disponible no puede ser utilizado como único predictor indirecto del consumo y/o performance, debido a las variaciones en la composición de las pasturas y a la calidad de las mismas.

Morris et al. (1993) observaron que las ganancias de peso se incrementan al aumentar la altura de una pastura sembrada, hasta un valor máximo que varía según la estación (8-10 cm. para primavera y 12-15 cm. para otoño).

Dougherty et al. (1989) encontraron que cuando los animales que se hallaban pastoreando una pastura de *Festuca arundinacea*, al llegar a la altura de los pseudotallos (9 cm) los animales dejaban de pastorear, constituyendo estos una verdadera barrera física para el pastoreo, incluso a bajas asignaciones.

Si bien la altura y la densidad están correlacionadas negativamente, a igual altura, con mas densidad menos área y profundidad de bocado, pero se logra un mayor peso de bocado (Laca et al., 1992).

2.2.3. Calidad de la pastura

A medida que las plantas avanzan en su ciclo y pasan del estado vegetativo a reproductivo, las hojas, principal componente de calidad contribuyen a una menor proporción al rendimiento de MS digestible. Mientras tanto los tallos y las inflorescencias aumentan su presencia en forma progresiva por lo que, dado su menor valor nutritivo, la calidad de la pastura desciende en un todo (Carámbula, 1997).

Dentro de los factores nutricionales que afectan el consumo, el más importante es la digestibilidad de forraje ofrecido, aumentando el consumo a medida que la misma aumenta por la mayor tasa de digestión. La digestibilidad del forraje estará condicionada no solo por su composición química, sino por factores inherentes al animal (Rearte, 2001).

Se ha encontrado una alta correlación negativa (-0.76) entre consumo de materia seca y contenido de fibra detergente neutro (FDN), o pared celular de los forrajes (Mertens, citado por Rearte y Santini, 1989). Johnson et al. (1988), Burns et al. (1997) obtuvieron similares resultados.

En pasturas de gramíneas y leguminosas, altos contenidos de fibra y bajos de proteína se encontraron en los meses estivales asociados a un ambiente con temperaturas altas, mientras que bajos contenidos de fibra y altos de proteínas se observaron en los meses de temperaturas bajas (Marshall et al., 1998). La elevación de la temperatura provoca un aumento en la transpiración,

incrementando por lo general el contenido de fibra, fundamentalmente (templadas y subtropicales), efecto no tan evidente en leguminosas de ambos climas (Carámbula, 1997).

Otro aspecto que se debe tener en cuenta es el balance cantidad vs. calidad, recordando que el máximo rendimiento en MS digestible se obtiene a menores valores que el máximo rendimiento en MS total (Carámbula, 1997). En este sentido Marshall et al. (1998) encontraron que la altura de la pastura se correlaciona negativamente con el contenido proteico y digestibilidad.

2.3. ESTRÉS POR CALOR Y BALANCE ENERGÉTICO

2.3.1. Balance de calor

Los animales homeotermos (mamíferos y aves), son los que tienen la capacidad de controlar dentro de un estrecho margen, la temperatura del cuerpo en un medio cuya temperatura puede cambiar dentro de un amplio margen. Así pues los homeotermos son reguladores de temperatura (Bianca, 1973).

Webster, citado por Hahn (1994) postuló que los animales que mantienen la homeotermia por regulación de las pérdidas evaporativas de calor (rumiantes) tienen una mayor eficiencia que aquellos que la mantienen primariamente por regulación de la producción de calor a través de la energía del alimento ingerido.

Sin embargo, la homeotermia también tiene limitaciones; en los climas extremos el consumo de alimento y agua constituyen las principales fuentes externas que limitan la homeotermia (Hahn, 1994).

La termorregulación, es el mecanismo por el cual un animal mantiene su temperatura corporal; mediante ella realiza el balance entre ganancia y pérdida de calor. La ganancia calórica tiene 2 fuentes: el ambiente y el metabolismo (Martín, 2002).

La homeotermia, para Johnson (1987) es el resultado de las mínimas fluctuaciones en el contenido del calor corporal del animal, y lo expresa en una ecuación de balance de calor:

$$\text{Producción de calor} = \text{Pérdida de calor} + \text{- calor almacenado.}$$

Según Bianca (1973) la ecuación es una forma simple de expresar el equilibrio dinámico que existe entre la producción y la pérdida de calor. En períodos cortos de tiempo hay excesos de pérdida o producción de calor, lo que lleva consigo un trastorno pasajero del equilibrio térmico.

De aquí se puede concluir que en un ambiente térmico en el cual la producción de calor del animal excede la pérdida de calor, una creciente cantidad de calor se acumula en el cuerpo del animal, resultando en un aumento de la temperatura corporal (Johnson, 1987).

El mismo autor agrega que cuando un mamífero tiene una ganancia neta de calor del metabolismo o del ambiente, comienza la hipertermia.

2.3.1.1. Producción de calor

La producción de calor es una medida de transformación de energía total que tiene lugar en el animal, por unidad de tiempo (Stull, citado por Cortazzo et al., 2007).

Los procesos metabólicos producen energía que se usa para síntesis de nuevas moléculas, para trabajo y/o es liberado como calor. En un organismo, la energía se transforma de una forma a otra en varias etapas bioquímicas y de acuerdo a sus necesidades (Johnson, 1987).

En condiciones de campo, el animal puede absorber calor de radiaciones solares directas o indirectas. Este calor se añade al que se produce metabolíticamente, y juntos forman la ganancia de calor del animal que ha de contrarrestarse con la pérdida del mismo (Bianca, 1973).

Durante el día, el calor se toma de la radiación solar y es ganado por convección o conducción, si la temperatura del aire es mayor que la de la piel o si el animal está descansando sobre una superficie más caliente que su piel (Martin, 2002).

La tasa de regulación de calor es regulada por el tamaño del animal, especies y razas, la temperatura del ambiente, comida y consumo de agua, el nivel de productividad, (carne, leche, reproducción) y el nivel de actividad física (Johnson,1987).

El calor metabólico deriva de una serie de actividades físicas y fisiológicas que hacen al mantenimiento y producción animal: ejercicio, alimentación, crecimiento, lactación, gestación, etc. Altos niveles de estas actividades, incrementan la ganancia calórica producto del metabolismo, puesto que el proceso de digestión de los alimentos, origina que parte de la energía contenida en ellos, se pierda en forma de “Incremento calórico” (producción de calor asociada a la digestión de un nutriente) y “Calor de fermentación” (producción de calor asociada a los procesos de fermentación en rumen, ciego e intestino, Martin, 2002).

Otro factor con efecto en la producción de calor es la ingestión de alimento que lleva a un aumento de la producción de calor, y su efecto difiere según la clase de nutriente que sea ingerido; la mayor cantidad de calor es producido por las proteínas (Bianca, 1973).

No hay que olvidar que la actividad microbiana en el rumen constituye una fuente extra de calor que puede llegar hasta un 10 % de la producción básica de calor de los animales (Swan, citado por Bartaburu et al., 2003).

En cuanto a la actividad física y muscular, esta constituye al aumento de la producción de calor, incluso el esfuerzo de mantenerse de pie (Johnson, 1987).

Por ultimo, Jonson (1987) postuló que el rango de producción de calor en mamíferos, es controlado por los sistemas nervioso y endocrino.

Estos dos sistemas regulan la producción de calor directamente (modificando el apetito y procesos digestivos) o indirectamente (por alteraciones en la actividad de enzima y síntesis de proteínas).

2.3.1.2. Pérdidas de calor

Los animales responden de diferentes formas frente al estrés térmico de manera de mantener la temperatura del cuerpo. Las perdidas de calor se producen principalmente por la eliminación del producto del metabolismo en heces, orina, etc. (Fuquay, 1981).

Las respuestas de los animales al clima sigue una secuencia mas o menos establecida, basada en el uso de la energía, iniciándose con aquellas que representan menor gasto energético seguidas de otras más complejas que representan un gasto energético mayor y que repercute en la producción animal (Alzina, citado por Cortazzo et al., 2007).

Las altas temperaturas y elevada radiación solar durante los meses de verano ocasionan un aumento de la producción de calor de los rumiantes. Para disipar dicho calor producido y mantener estable la temperatura corporal los animales presentan 4 mecanismos principales de pérdida de calor: radiación, conducción, convección y evaporación (Beede y Coller, 1986).

La eficiencia de los mecanismos sensibles (radiación, convección y conducción) depende de la existencia de un gradiente térmico entre el animal y su entorno, mientras que las perdidas insensibles (evaporación) dependen de la HA.

De aquí la importancia de mantener un ambiente físico que ofrezca al animal una diferencia térmica a favor de la disipación de calor sensible y mantener los promedios de HA dentro de los valores recomendados como aceptables para no entorpecer la disipación evaporativa, situación que es difícil de mantener en condiciones de trópico subhúmedo y húmedo (Alzina, citado por Cortazzo et al., 2007).

Según Bianca (1973) el animal tiene poco control sobre la pérdida de calor sensible.

En este caso el calor fluye desde los objetos calientes a los fríos. De esa manera, existe un gradiente térmico cuando dos superficies que interactúan están a distinta temperatura. El gradiente de calor que fluya entre un homeotermo y su ambiente dependerá de la temperatura de la superficie del animal y su ambiente (Johnson, 1987).

La radiación es una de las formas que permiten la disipación del calor, cuando los alrededores del animal, están más fríos que su cuerpo. En general, durante las horas nocturnas, este efecto es más notorio. Con alta humedad atmosférica, se reduce la posibilidad de enfriamiento por radiación. Las otras formas de pérdida de calor son por conducción y/o convección, pero éstas tienen poca magnitud en ambientes subtropicales y tropicales (Martin, 2002).

La transferencia de calor por radiación y conducción pueden también operar en sentido contrario, es decir del medio al cuerpo, la transferencia de calor por evaporación solo tiene lugar fuera del cuerpo (Yousef, 1985).

La evaporación (transpiración e incremento de la tasa respiratoria) es el principal mecanismo de la pérdida de calor durante el verano (Beede y Coller 1986, Blackshaw y Blackshaw 1994). Esto ocurre cuando la temperatura de punto de rocío del aire alrededor del animal, es menor que la temperatura de las superficies evaporativas de su piel y sus vías respiratorias. Una mayor velocidad del aire y una baja humedad atmosférica, son factores que facilitan estas pérdidas. A medida que la temperatura ambiente se eleva, la pérdida calórica por

evaporación se vuelve la vía principal, debido a que no depende del gradiente térmico como la conducción y la convección (Martin, 2002).

Bianca (1973) agrega que la evaporación disminuye al aumentar la humedad del aire, llegando a cero cuando la humedad relativa es del 100%.

Johnson (1987) cita que la evaporación de agua es un efectivo canal de pérdida de calor, a 25°C por cada gramo de agua evaporada se requiere 0,582 calorías de calor.

El animal tiene un marcado control sobre este tipo de pérdidas. Se pierde calor por evaporación del agua de la piel y de los conductos respiratorios (Bianca, 1973)

El descenso de la temperatura corporal se logra en parte mediante la evaporación a través de la piel y los pulmones; pero cuanto más cargada de humedad este la atmósfera, más difícilmente se producirá la evaporación del cuerpo y de esta forma no habrá descenso de la temperatura corporal. Los animales tienden a cambiar sus hábitos de pastoreo a fin de adaptarse a las horas más convenientes (McDowell, citado por Becoña et al., 1999).

Según Alzina, citado por Cortazzo et al. (2007) la secuencia de respuestas en los animales ante estímulo de la TA son, en primera instancia, las modificaciones en la conducta (aislamiento, cambio en la posición corporal, búsqueda de sombra, o búsqueda de superficie con temperaturas inferior a la corporal). Todas las respuestas antes indicadas tienen como finalidad incrementar la posibilidad de disipación de calor al ambiente por los mecanismos sensibles (conducción, convección y radiación) e insensibles (evaporación).

Si las repuestas conductuales no son suficientes para aminorar el efecto térmico ambiental, se activan los mecanismos fisiológicos como son la respuesta cardiovascular, y respiratoria, la baja en el consumo voluntario de alimentos, entre otras, y metabólicos que son consecuencia de la secreción hormonal, de las cuales la más reportada es la referida a glucocorticosteroides. Ambas respuestas tienen

como objetivo el mantener el balance calórico del animal. Si la respuesta fisiológicas y metabólicas no son suficientes, el animal llegará al fallo termorregulatorio que puede provocar la muerte del animal debido a la hipertermia, modificaciones en el balance -equilibrio hidromineral y ácido básico (Alzina, citado por Cortazzo et al., 2007).

2.3.2 Elementos de potencial estresante

El estrés durante el verano es el resultado de una combinación de varios factores ambientales, que causan una “temperatura efectiva ambiental”, que es mas alta que la “zona de confort” del animal. Esta “temperatura efectiva “esta influenciada por los siguientes factores ambientales: temperatura del aire, humedad relativa y radiación solar (Amstrong, 1994).

En sentido amplio, el ambiente puede ser descrito a partir de sus componentes abióticos (o factores físicos y químicos), y bióticos, (o todas las interacciones entre entidades biológicas tales como, comida, agua, predación, enfermedades e interacciones sociales y sexuales) (Yousef, 1985). Entre los factores abióticos que son importantes para la productividad del ganado se incluyen temperatura del aire, humedad, radiación solar y viento (Yousef, 1985)

2.3.2.1. Temperatura

La temperatura es una de las características mas usada para describir el ambiente térmico (Yousef, 1985).

La temperatura ambiental es un elemento que siempre está presente en la producción ganadera. Las condiciones ambientales pueden a menudo exceder el umbral de la capacidad compensatoria de los animales, afectando adversamente su performance, salud y bienestar (Hahan, 1994).

La temperatura del aire que rodea a un animal es sumamente importante para determinar el grado de confort que el mismo experimenta en un ambiente determinado y en muchos casos se utiliza como índice de estrés. En general, se estima que cuando la temperatura máxima supera los 27 °C el ambiente es estresante para los animales (Valtorta y Gallardo 1996, Martín 2002).

Hafez (1973) agrega que los efectos se vuelven progresivamente más severos, hasta que a temperaturas de 29 -32 °C cesa por completo el aumento de peso.

Otros como Strill, citado por Cortazzo et al. (2007) citan 29.5 °C como la temperatura máxima sin que existan efectos en los animales, Beretta, citado por Cortazzo et al. (2007) cita 22 °C.

Cuando la temperatura del aire supera el valor máximo del confort de un animal, comienza a tener importancia otros elementos del clima como es el caso de la humedad del aire. Si la temperatura del ambiente es elevada disminuyen en forma rápida las pérdidas de calor que dependen fundamentalmente del gradiente de temperatura entre el animal y el ambiente, en tanto que se elevan las pérdidas evaporativas, que se transforman en el único proceso importante de eliminación de calor. Si el aire se encuentra saturado o presenta un alto contenido de vapor de agua, esta vía de disipación se vera frenada y el ambiente se tornara más estresante para el animal (Valtorta y Gallardo, 1996). La radiación solar se adiciona al calor de los procesos metabólicos, que deben ser disipados por el animal para mantener la temperatura del cuerpo (Hahan, 1994).

2.3.2.2. Humedad

La intensidad del ambiente térmico depende tanto de la temperatura del aire como de la humedad relativa (Yousef, 1985).

La humedad es la cantidad de vapor de agua en el aire (Yousef, 1985). Según Bianca (1965) los aumentos de la humedad del aire deprimen la evaporación de la piel por reducción del gradiente de presión de vapor entre la piel y el aire, a partir del 70 % de humedad podría existir algún tipo de estrés.

Invernizzi y Marziotte (1998) evaluaron el efecto de diferentes confort térmico sobre la producción de leche en verano en donde se maneja un rango propuesto por Gorosito (1994) de baja humedad relativa, entre 50 y 60 %.

2.3.2.3. Radiación solar

La radiación solar normal para el ganado es aproximadamente 700 Langley/día (Ledesma et al., 1995). En condiciones de campo, el animal absorbe calor de las radiaciones solares directos e indirectos (Bianca, 1973), siendo esto un poderoso factor estresante, más aún cuando se trata de radiación directa (Bianca, 1965).

Según Bianca, citado por Flamenbaum (1994) en donde se encontró que la radiación directa en verano produce incrementos en la temperatura corporal, disminuciones en el consumo y en la performance productiva, encontrándose también además de efectos en la temperatura corporal, existen efectos mayores en las tasas respiratorias.

2.3.2.4. Viento

La velocidad del viento siempre se debe medir en el lomo del animal. Esto es importante ya que el calor se transmite por convección y evaporación entre el animal y el ambiente y es influenciado por la velocidad del viento (Yousef, 1985).

Para Bianca (1965) el viento solo actúa como un factor estresante parcial, en las ocasiones que la temperatura ambiente excede la temperatura corporal.

Según Asber (1999) la velocidad deseada del viento es de 0.25 metros por segundo y agrega que altas velocidades podrían incluso, afectar las vías respiratorias.

2.3.3. Medición del potencial estresante del ambiente

Para identificar diferentes condiciones ambientales que puede, generar estrés calórico al animal, se ha desarrollado un índice que considera la temperatura y la humedad del aire: Índice de temperatura y humedad (ITH) (Thom, 1959), sugiriéndose su uso para una caracterización general de los efectos climáticos en la performance animal (Johnson, 1987).

2.3.3.1. Índice de temperatura y humedad

El ITH, es un índice bioclimático que combina elementos del ambiente con temperatura y humedad con el fin de poder caracterizar un ambiente caluroso; siendo estos dos factores los que más afectan la producción del ganado.

A través de este índice se obtiene una aproximación en la sensación térmica del animal (Valtorta, 1995).

La forma de cálculo varia según lo propuesto por diferentes autores:

Berry et al., citados por Valtorta (1996):

$$ITH = T_a + 0.36T_{pd} + 41.2$$

T_a = temperatura del aire (°C)

T_{pd} = temperatura del punto de rocío (°C)

Jonson , citado por Valtorta (1996).

$$ITH = DBT - (0.55 - 0.55 HR / 100) (DBT - 58)$$

DBT = Temperatura del termómetro seco (°F)

HR = humedad relativa (%)

Valtorta (1996) Argentina

$$ITH = 1.8T + 32 - (0.55 - 0.55 HR) (1.8T - 26)$$

T = Temperatura del aire °C.

HR = Humedad relativa expresado en forma decimal.

Este índice combina efectos de temperatura y humedad en un único valor, estableciéndose tres categorías: (Wiersma, citado por Becoña et al., 1999) Alerta: ITH = 72-79, Peligro: ITH = 80-89, emergencia: ITH > 89 (Figura N°1). Berra et al. (1995), afirman que por encima del nivel de emergencia ya hay muerte de animales (a partir de 40°C y 70% de humedad relativa).

T°		Humedad relativa (%)																											
F	°C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100							
75	24	No estrés													72	72	73	73	74	74	75	75							
80	27	No estrés													72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80
85	29	72		72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85								
90	32	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90								
95	35	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95							
100	38	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	99									
105	41	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97													
110	43	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97																
115	46	84	85	87	88	90	91	93	95	96	97	muerte																	
120	49	86	88	89	91	93	94	96	98	muerte																			

Alerta: ITH = 72-79, Peligro ITH=80-89, Emergencia ITH >89

Figura No. 1: Índice ITH. Departamento of Agricultural Engineering, The University of Tucson, Arizona, modificado de Wiersma (1990).

Además del valor de ITH es importante considerar el número de horas diarias de estrés. Si el período diario con valores de ITH inferiores al límite aceptado para su confort (72), es corto, se ve limitada la capacidad del animal para eliminar calor durante el período nocturno (Flamenbaum 1994, Valtorta y Gallardo 1996).

Bartaburu, citado por Rovira (2002) hace referencia a una consultoría con énfasis en la producción lechera realizadas por técnicos extranjeros, en la que se concluye que en el Uruguay se dan las condiciones para que exista estrés calórico durante el periodo estival, pero que es de carácter moderado, donde el animal tiene la posibilidad de recuperar su temperatura corporal normal durante la noche, además de existir una variabilidad climática que hace que las condiciones no sean severas.

2.3.3.2. Globo negro

La temperatura del globo negro es el mejor indicador para estimar la carga calórica que sufre el animal debido a que representa interacción de temperatura del aire, radiación solar multidireccional y velocidad del viento (Bernan y Wolfenson, 1992).

Este aparato consta de una esfera de cobre de unos 15 cm. de diámetro, cuyo exterior está pintado de negro opaco y en su interior se introduce un termómetro que registra la temperatura interna de este cuerpo (Fernán, citado por Herting, 1973).

Para calcular la temperatura media efectiva de la superficie de un lugar, se coloca el citado globo cerca del lugar que ocupa el animal (Herting, 1973).

2.3.4. Determinación del estrés calórico en el animal

2.3.4.1. Temperatura rectal

La temperatura rectal es un buen indicador general de la temperatura, pero hay un retraso en la indicación de la temperatura, y los cambios pequeños y breves no se pueden registrar en su totalidad (Bianca, 1965). Se utiliza el recto debido a que, en ese lugar puede insertarse profundamente el termómetro en el cuerpo del animal.

Según Bianca (1973) la temperatura rectal es solo un dato de temperatura local, la temperatura del cerebro, hígado, corazón u otros músculos puede ser uno o dos ° C más altos.

Wilson et al. (1998) señalaron que animales sometidos a estrés calóricos presentan una temperatura rectal más alta que animales en condiciones normales, siendo 1.5 °C mayor en los animales sometidos a estrés.

Bernabucci et al. (1999) en un estudio llevado a cabo con novillos, señalaron que la exposición a ambientes cálidos produce un aumento de la temperatura rectal, disminuyendo cuando los animales permanecen largo tiempo bajo estas condiciones. La disminución de la temperatura puede ocurrir a causa de la aclimatación de los animales a ambientes cálidos. Hay una reducción de producción de calor endógeno (decrece el consumo, el metabolismo basal y las actividades digestivas y motoras) y aumentan la disipación del calor por un aumento en la tasa de respiración y la vaso dilatación periférica.

Invernizzi y Marziotte (1998) trabajando en el departamento de Salto con vacas Holando registraron las temperaturas rectales en animales con y sin acceso a sombra a las 7 y 17 hora, en donde los promedios de temperatura obtenidos fueron: animales al sol en la mañana 38.5°C y a la tarde 40 °C, los animales con acceso a sombra registraron 38.6 °C en la mañana y 39.4 °C en horas de la tarde.

Vacas Jersey con acceso a sombra tuvieron mas de 1°C de diferencias en la temperatura rectal con respecto a aquellas sin acceso a sombra (38.8 y 39.8 °C, respectivamente, Beede y Collier, 1986).

2.3.4.2. Tasa respiratoria

La tasa respiratoria reacciona de forma muy sensible al calor ambiental; muchas veces precede a la temperatura rectal y es fácil de determinar (Bianca, 1963).

Hasta temperaturas de aproximadamente de 15 °C, el ritmo respiratorio del ganado vacuno permanece estable, en un nivel aproximado de 20 respiraciones por minuto (Bianca, 1963).

En trabajos realizados en Salto, Uruguay, con vacas Holando en producción, se registraron los siguientes valores de tasas respiratorias: animales al sol a las 14:30 horas 95.5 respiraciones por minutos y animales a la sombra 68.7 respiraciones por minutos (Azanza y Machado, 1997). Invernizzi y Marziotte (1998) a la mañana (7 horas) los animales al sol registraron un promedio de 39 respiraciones por minuto y los de la sombra 40 respiraciones por minuto, mientras que en la tarde (17 horas) los promedios fueron de 94 y 70 respiraciones por minuto en los tratamientos sol y sombra respectivamente.

2.4. RESPUESTA ANIMAL AL ESTRÉS TERMICO

Cuando el medio ambiente que rodea al animal se caracteriza por presentar altas temperaturas y humedad alta, el flujo de calor de la vaca se invierte o reduce y el animal pasa de un estado de homeotermia a uno de hipertermia. Como respuesta a esto, el animal reduce una serie de actividades que generan calor (ingesta de alimento, producción y actividad física), de esta forma trata de alcanzar el estado de homeotermia (Giraudó, 2003).

Wagner, citado por Becoña y Casella (1999) establece que las respuestas fisiológicas al estrés calórico son: la alteración del comportamiento animal (búsqueda de sombra y corrientes de aire, búsqueda de agua, disminución de la actividad voluntaria, cambio en los parámetros de consumo de alimentos); vaso dilatación (permitiendo un mayor flujo de sangre a las zonas periféricas del organismo para aumentar la disipación del calor); aumento de la tasa respiratoria y jadeo; incremento de los requerimientos nutricionales de mantenimiento; incremento de la temperatura superficial; disminución en el consumo de alimentos (para reducir la producción de calor, el consumo cae en forma abrupta cuando la temperatura corporal aumenta llegando a cesar completamente cuando dicha temperatura alcanza niveles críticos); variación en los horarios de consumo de alimentos (tendiendo hacia las horas más frescas del día).

2.4.1. Efecto del estrés térmico en el consumo

El estrés provocado por las condiciones climáticas tropicales húmedas es el denominado estrés calórico provocado por las variables climáticas en las regiones cálidas y húmedas que en principio provocan la descarga simpático adrenal que se manifiesta en la baja producción de los animales en el trópico y que a diferencia de otras regiones es un estrés crónico y no agudo como en otras regiones del mundo (Alzina, citado por Cortazzo et al., 2007).

Según Alzina, citado por Cortazzo et al. (2007) el confort de los animales es parte del bienestar animal y se relaciona con las condiciones de microclima o ambiente físico donde se crían los animales. Dentro de este concepto se incluye lo que se conoce como zona termo neutra o zona de confort que representa los límites de temperatura ambiente (TA) dentro de las cuales los animales no tienen problema en la disipación térmica corporal, no interfiere con sus funciones fisiológicas, metabólicas y productivas por lo que manifiestan al máximo su potencial productivo genéticamente establecido.

Las principales causas de la merma en la producción ante una situación de estrés calórico sería una marcada disminución del consumo voluntario de materia seca y un aumento significativo de los requerimientos energéticos de mantenimientos. El consumo voluntario de materia seca es el principal factor determinante de la producción (Valtorta y Gallardo, 1996).

Según NRC (1981) la respuesta inmediata de los animales a un estrés por calor es reducir el consumo de alimento, para evitar una mayor producción de calor metabólico. El mismo autor agrega que las condiciones del ambiente no solo afectan el nivel de consumo de alimento voluntario sino también la utilización de la energía metabólica ingerida.

Muchas respuestas fisiológicas al estrés térmico son estrategias para mantener la temperatura corporal óptima. Reduciendo el consumo de materia seca se disminuye el calor generado por la fermentación ruminal (MC Dowwell, citado por Becoña et al., 1999), especialmente cuando la dieta contiene elementos que producen fermentaciones altas en acetato y bajas en propionato además de ser

deficitarias en proteínas, pudiera no existir suficiente glucosa para cubrir todas las necesidades, esta obligado a producir grandes cantidades de calor, y la respuesta inmediata es reducir el consumo (Preston y Leng, citados por Becoña et al., 1999). El solo hecho de suplir los nutrientes complementarios regulariza la fermentación y explica un aumento del consumo.

Existe una zona de confort térmico o térmica neutral entre los 5 y 20 °C donde las ganancias diarias de terneros y novillos no resultan afectadas por la temperatura (Josifovich, citado por Invernizze et al., 1998).

Por encima de dicho valor el consumo de alimento y por lo tanto la respuesta animal, puede comenzar a disminuir según cual sea la sensación térmica, concepto que además de la temperatura ambiente, incluye las precipitaciones, radiación, velocidad del viento y humedad (Gayo, 1998).

Por debajo de la temperatura crítica inferior, el consumo aumenta linealmente, dependiendo de las especies, hasta que lleguen a un punto letal. Por encima de la temperatura superior la alimentación voluntaria decrece hasta que la temperatura ambiental y de la superficie animal, tienen similares valores. A estas altas temperaturas la energía metabolizable que proviene de la alimentación voluntaria, se deprime tan rápidamente que no es suficiente para el mantenimiento y los costos extra de energía para los mecanismos de disipación (Johnson, 1987).

El incremento de calor se considera como una pérdida de energía que no es utilizada, este concepto cambia cuando se alimenta animales en ambientes calientes, ya que esto adiciona calorías al incremento calórico que debe ser disipado (NRC, citado por Yousef, 1985).

Según Jonson (1987) si un bioclima caliente coacciona con el mantenimiento de la temperatura del cuerpo, una reducción del consumo del alimento confiere un obvio beneficio a un animal estresado por calor, mediante una reducción de calor endógeno.

Yousef (1985) agrega que los requerimientos de energía y agua son los dos nutrientes más afectados por la temperatura fuera de la zona de termo neutralidad.

Un ensayo llevado a cabo por Warren et al., citados por Yousef (1985) con animales Holando alimentados con una pastura de alfalfa y festuca, a 32 °C consumieron menos alimentos y más agua que aquellos alimentados a 18 °C. Estos incrementos de temperatura también afectaron la calidad de la pastura, ya que se comprobó una menor digestibilidad de la materia seca con respecto a los resultados obtenidos en condición de menor temperatura ambiental. Además en las condiciones de mayor temperatura se detectó un aumento del tiempo medio de retención del alimento.

Para la NRC (1981) los niveles normales de consumo voluntario de alimento y agua para el ganado de carne, se esperan entre los 15 y 25 °C, las reducciones de consumo cuando las temperaturas son mayores a 25 °C son más acentuadas en animales con mucho alimento ingerido.

Fuquay (1981), Beede y Collier (1986), señalaron que el umbral de estrés de temperatura ambiente para la mayoría de los animales varía entre los 25 y 27 °C, lo cual es coincidente con la declinación del umbral de consumo (Hahan et al., 1994).

Según Baumgardt, citado por Invernizzi et al. (1998) en el ganado vacuno el consumo de alimento no se inhibe totalmente hasta que la temperatura ambiental alcanza los 41 °C, aunque disminuye apreciablemente a 37 °C.

Hahan (1994) agrega que la magnitud de la disminución del consumo está positivamente correlacionada con la temperatura y la humedad ambiental.

Ledesma et al. (1995) ejemplifican esto agregando que cuando se produce una combinación de alta temperatura y alta humedad el consumo de alimento puede llegar a deprimirse más allá del 30 %.

Igorno, citado por Invernizze et al. (1998) señalaron que las noches frescas permiten a los animales recuperar su homeostasis e ingerir parte del alimento que no han consumido durante el día.

También están muy interrelacionados y afectan el consumo de alimentos la velocidad del viento, la humedad relativa y la radiación (McDowell, citado por Becoña et al., 1999).

2.4.2. Efecto sobre los requerimientos

Según Gerloff, citado por Invernizze et al. (1998) cualquier temperatura ambiental por fuera del rango de la zona termo neutral del animal, incluyendo temperaturas muy altas, incrementa los requerimientos de energía por parte del animal. Esto es coincidente con lo expresado por Klusmann, citado por Caro y Olivares (1998) en el sentido de que aquellos animales que permanecen sometidos a un estrés calórico, tienen un costo energético mayor en termorregulación. Este gasto de energía adicional es por partida doble: primero por la mayor frecuencia cardíaca y respiratoria (jadeo) y segundo por el consumo de pasturas de mayor contenido de fibra, dado por la disminución en la calidad del forraje durante el verano que exige mayor gasto de energía para su digestión (Giraud 2003, Rosso 2004).

El NRC (1981) señala que además del peso vivo (PV) o del peso metabólico, hay otros factores que influyen sobre las necesidades de mantenimiento, tales como el estado corporal, el estado fisiológico, la calidad de la dieta, el clima y el nivel de actividad. Las altas temperaturas en verano podrían determinar una reducción en el consumo voluntario y un incremento de los requerimientos de mantenimiento, afectando negativamente el balance energético animal, y por lo tanto afectando negativamente la performance animal (NRC, 1996). Este efecto sobre el consumo y sobre los requerimientos de mantenimiento comenzaría cuando la temperatura ambiente supera los 25 °C (NRC, 1981), y produce además de efectos sobre el balance energético animal, efectos negativos sobre el balance de nitrógeno (Higginbotam et al., Kamal y Johnson, citados por Azanza y Machado, 1997).

Azanza y Machado (1997) señalan que el jadeo constituye uno de los mecanismos más efectivos para disipar el calor acumulado, pero como contrapartida se incrementan los requerimientos energéticos de mantenimiento. NRC (1996) estima que cuando el animal entra en un jadeo leve, los requerimientos de energía neta de mantenimiento se ven incrementados un 7%, mientras que si el jadeo se produce con boca abierta los requerimientos se incrementan un 18%. Datos similares son expuestos por Young, citado por Invernizzi et al. (1998), según este autor las necesidades de mantenimiento se incrementan un 7% en una primera fase de jadeo, y de 11 a 25% en una segunda fase con boca abierta. Gallardo et al., citados por Azanza y Machado (1997) señalan que los requerimientos de mantenimiento de vacas en producción podrían aumentar más del 30% cuando las temperaturas se incrementan de 26 a 40°C, por periodos de 6 o más horas al día.

2.4.3. Efectos sobre el consumo de agua

Según Beretta y Bruni (1998) la temperatura ambiente afecta directamente los requerimientos de agua; a medida que la temperatura ambiente se eleva los animales mantienen su temperatura corporal constante, disipando el calor en exceso a través de la transpiración y evaporación pulmonar. La tasa respiratoria aumenta, y junto con esta las necesidades de agua. Cuando la humedad relativa ambiente es elevada este mecanismo es ineficiente, y los efectos del estrés calórico son máximos. Sin embargo desde el punto de vista de los requerimientos de agua, estos disminuyen. Por lo tanto la demanda de agua será máxima en condiciones de elevada temperatura y clima seco.

La disponibilidad de agua, a su vez, determina el patrón de pastoreo, especialmente en regiones secas. Es así que en pasturas verdes y abundantes los bovinos no beben mucha agua, en tanto que, cuando el alimento es más seco, necesitan de agua regularmente. Los horarios de ingestión de agua están relacionados con los patrones diurnos de pastoreo y descanso, y la frecuencia de ingestión, esta en entorno a 5 veces al día, variando de una a seis veces. En el verano 30% de la ingestión de agua ocurre entre 6 y 12 horas, 53% entre 12 y 16 horas y 17% entre 16 y 20 horas, y los animales permanecen próximos al bebedero durante la mayor parte del día, principalmente si no existe sombreado en el pastoreo (Arnold y Dudzinski, citados por Ávila Pires et al., 2000).

2.4.4. Efecto sobre el comportamiento animal

Según Rosso (2004) en verano, la disminución de las horas de pastoreo esta ligada estrechamente a la temperatura (estrés calórico) determinado la búsqueda de sombra y agua; los animales presentan alteraciones en su comportamiento, buscando micro ambientes menos estresantes, siendo muy común observar a las vacas echadas bajo cualquier tipo de sombra (Valtorta y Gallardo, 1995). Cuando no hay sombra disponible cerca de los potreros, las vacas tienden a agruparse junto a las aguadas y bebederos observándose a los animales jadeando y con abundante salivación (Valtorta y Gallardo, 1995).

Ganado en pasturas sin sombra y con estrés calórico han demostrado caminar en exceso, concentrarse en las esquinas del potrero, acudir mas seguido al bebedero y disminuir su actividad de pastoreo (Arnold y Dudzinski, citados por Rovira, 2002).

Arnold, citado por Gallardo et al. (1994) encontró que en climas cálidos y húmedos el tiempo dedicado al pastoreo con temperaturas superiores a los 26°C, descendería a una tasa de 20 minutos por cada grado de aumento. La disminución del tiempo de pastoreo, seria una de las principales causa que explicaría la caída de consumo durante el verano

Al respecto Arnold y Dudzinski, citados por Rovira (2002) citan una larga lista de trabajos donde el rango entre 0 y 34 °C y en condiciones de baja humedad el tiempo de pastoreo de los animales no fue afectado. En cambio en climas húmedos y calurosos el tiempo de pastoreo comenzó a disminuir por encima de los 26 °C.

Blackshaw y Blackshaw (1994) sugieren que en los días calurosos el ganado pasa mas tiempo echado que parado, especialmente si hay poco viento.

Yousef (1985) sugiere que la reducción del tiempo de pastoreo durante el día, debe ser corregido en parte por pastoreo nocturno.

Muchos trabajos internacionales afirman la existencia de un periodo nocturno de pastoreo alrededor de la media noche (Gary et al., Ebersohn et al., Hodgson, Ruckebush y Bueno, citados por Cortazzo et al., 2007).

2.5. ESTRATEGIAS PARA MEJORAR EL BALANCE ENERGÉTICO ESTIVAL

Valtorta y Gallardo (2003) sugieren las siguientes medidas para minimizar el impacto negativo del estrés por calor:

- Suministrar dietas equilibradas y de mayor contenido energético.
- Abundante y constante suministro de agua de bebida de calidad.
- Mayor frecuencia del suministro de los alimentos.
- Suministro de sombra en lugares y horas claves.

2.5.1. Efecto de la dieta en la disminución del estrés calórico

Según Starr (1988) los efectos del clima en la pastura pueden imponer efectos importantes en la producción animal por lo que se debe apuntar a la planificación del manejo de la pastura.

Según Flamenbaum (1994) las mermas en calidad de las pasturas no deben ser un factor limitante, si se sabe manejarlas bien. El uso de pastoreo en praderas

con más alta frecuencia de rotación de pastoreo permitirá el consumo de pastura menos maduras y con alta digestibilidad.

Yousef (1985) dice que se espera una alta ganancia de peso en la elección de dietas en base a forrajes con alta concentración energética por Kg. de MS.

Gallo (1998) agrega que una dieta ideal para condiciones de calor debería ser rica en energía: con fibras de alta digestibilidad y proteínas de baja degradación ruminal. Dentro de los suplementos, el afrechillo por ejemplo tiene más fibra y menos energía que el maíz, lo cual trae más fermentación ruminal y produce mayor cantidad de calor.

Si bien la fibra es un constituyente fundamental, principalmente para un buen funcionamiento ruminal, cuando en la dieta se superan determinados rangos (mas del 35 % de FDN), afectara el consumo voluntario por llenado ruminal (Valtorta y Gallardo, 1996).

Es de esperar que los animales reduzcan en menor proporción el consumo de alimentos si se les ofrecen dietas de alta calidad, que si se les suministra dietas ricas en fibras (Stull, citado por Cortazzo et al., 2007).

Otro punto a tener en cuenta es que se deben dar los alimentos más groseros en los horarios de menor temperatura e inversamente con los alimentos más concentrados (Ledesma, citado por Invernizze et al., 1998).

En cuanto a la proteína no solo tiene importancia la cantidad en la dieta, sino también su calidad en términos de degradabilidad ruminal. Si en las dietas se suministran proteínas de alta degradabilidad ruminal se debe dar una fuente de carbohidratos fácilmente fermentecible (Valtorta y Gallardo, 1996).

Valtorta y Gallardo (1996) introducen el concepto de dieta fría, y la definen como aquella que genera una alta proporción de nutrientes neto para la síntesis y

disminuye el incremento calórico originado durante la fermentación y el metabolismo.

Las características más importantes son: un mayor contenido energético por unidad de volumen, fibra de alta fermentación, menor degradabilidad de proteínas en el rumen y un alto contenido de nutrientes de sobrepaso ruminal (by-pass), por ejemplo proteínas y lípidos.

Azanza y Machado (1997) concluyen que el nivel de suplementación minimiza el efecto del estrés térmico. Cuando se utiliza un concentrado que provoque una “dieta fría”, suministrado a razones elevadas por animal por día se pueden lograr niveles de producción elevados sin tener acceso a la sombra.

2.5.2. Efecto de la sombra en la disminución del estrés calórico

La sombra ha demostrado ser muy importante para reducir los efectos de la temperatura ya que disminuye la radiación solar directa, este efecto se basa en el principio de disminuir la carga radiactiva por interceptación de la radiación solar (Ledesma et al., 1995).

La disponibilidad de sombra en los potreros de pastoreo, ya sea natural (montes) o artificial (mallas), evita la excesiva radiación solar durante el verano (Rovira, 2002). Los árboles o cualquier otra alternativa que produce sombra pueden reducir el calor radiante sobre el animal tanto como un 40% (Hupp y Rathwell, 1998).

Según Vallentine, citado por Rovira (2002) siempre va a ser preferible la sombra natural que la artificial teniendo en cuenta que en la primera, al ser generalmente más amplia, hay suficiente espacio para que los animales puedan mantener una distancia mayor entre ellos y respetar su comportamiento social en pastoreo y a la vez mejorar la circulación del aire (Arnold y Dudzinski, citados por Rovira, 2002).

Los árboles o cualquier otra alternativa que produce sombra pueden reducir el calor radiante sobre el animal tanto como un 40% (Hupp y Rathwell, 1998).

2.5.2.1. Sombra natural

La sombra de los árboles es una de la más eficiente, ya que no solo disminuye la incidencia de la radiación, sino que también produce una disminución de la temperatura del aire por la evaporación desde las hojas (Valtorta y Gallardo, 1996).

La reducción de la temperatura que provocan los árboles, es mucho más importante cuando la temperatura ambiente sobrepasa el límite superior del “área de confort” o “zona de termo neutralidad” que poseen los animales “homeotermos”, debido a que en estos casos comienzan a ser más ineficientes los mecanismos de pérdida o disipación de calor de los herbívoros domésticos. Todo manejo que hagamos en el campo, tendiente a suministrar sombra, agua a voluntad y permitir la libre circulación del viento debajo de la copa de los árboles, contribuirá a favorecer la eliminación del calor corporal por evaporación. (Martin, 2002).

La sombra de los árboles es adecuada pero se debe cuidar que el monte no sea muy cerrado dificultando el movimiento del aire y evitar daños a los árboles por excesos de bostas y orina (Lesser, 1995).

Bianca (1965) coincide con lo expresado anteriormente y agrega que la sombra que proveen los árboles es un poco superior a la que proveen los techos de paja para proteger terneros del estrés calórico.

Collier, citado por Johnson (1987) reconoce que las sombras naturales son beneficiosas y se recomienda su uso en épocas de temperatura ambientales elevadas.

2.5.2.2. Sombra artificial

El uso de instalaciones es necesarias en zonas donde el índice de radiación solar es alto, siendo la superficie de sombra recomendada de 4 a 4.5 metros cuadrados por animal, buscando materiales aislantes, que absorban el calor y eviten una baja radiación calórica (Alzina, citado por Cortazzo et al., 2007).

Las estructuras basadas en la utilización de redes plásticas son más adecuadas para zonas donde hay una estación cálida definida (Valtorta y Gallardo, 1996). Según estos autores la red de 80 % de sombra es la más recomendada; la de 90 % es muy cerrada y presenta problemas de ventilación y las de 60 % dejan pasar mucha radiación.

Cuando la temperatura ambiente iguala a la temperatura corporal, la sombra deja de ser eficiente como método de enfriamiento de las vacas, siendo necesario recurrir a otro sistema de enfriamiento (Bidart, 1997).

2.5.3. Efecto de la sombra sobre el consumo de materia seca y el comportamiento animal

Según Martin (2002) el aporte benéfico de la sombra, se incrementa a medida que se eleva la temperatura ambiental. Este aporte se hace más significativo, en el caso de trabajar en zonas cálidas con animales de razas europeas como Holando, Jersey, Pardo Suizo, Aberdeen Angus o Hereford, cuya “zona de termo neutralidad” o “temperatura confort” está entre los 5 y los 20°C.

La disponibilidad adecuada de sombra, interviene también, produciendo cambios favorables en el comportamiento de pastoreo y la productividad del rodeo.

Entre los aspectos más sobresalientes podemos destacar:

- Los animales dedican más horas diarias al pastoreo y a la rumia, en un ambiente subtropical con sombra parcial, que sin ella.
- El consumo de alimentos se maximiza en un ambiente de confort térmico.
- Disminuyen los requerimientos de agua y permite hacer un mejor y más estratégico uso de los bebederos y/o fuentes naturales de agua. Como consecuencia indirecta de esto, permite a los animales en pastoreo continuo, explorar una mayor superficie de pastoreo.
- Se incrementa la conversión alimenticia, al usar el animal menos energía para la disipación del calor excesivo. Esto trae como consecuencia, una mejor productividad en Kg. carne o lts leche/ha.
- Se mejora el comportamiento reproductivo del rodeo, debido a una pubertad más temprana (consecuencia de mejores tasas de crecimiento en animales jóvenes); mayor fertilidad; más regularidad en los ciclos estrales; mayor longevidad reproductiva; reducción de pérdidas embrionarias; mejora de la libido, etc. (Martin, 2002).

En un estudio llevado a cabo en Estados Unidos durante cuatro años Mc. Daniel y Roark, citados por Becoña et al. (1999) con vacas y terneros Hereford y Aberdeen Angus, los animales con disponibilidad de sombra, ya sea natural o artificial, pasaron mas horas pastoreando durante el día comparado con aquellos sin acceso a sombra. Sin embargo la diferencia no fue significativa y la similitud en producción entre los diferentes tratamientos la atribuyeron a la influencia del pastoreo nocturno.

Daly, citado por Blackshaw et al. (1994) menciona que en áreas sin sombra el acceso al agua actúa parcialmente de forma sustitutiva a la sombra.

Resultados obtenidos por Rovira (2002) en un experimento con novillos en INIA Treinta y Tres analizando cuatro días de comportamiento animal existieron dos períodos bien definidos de pastoreo asociado a la salida y puesta del sol. En ellos la mayoría de los animales estaban realizando la misma actividad, fundamentalmente al atardecer. Los animales del tratamiento con sombra

tendieron a cesar mas temprano el pastoreo matutino (10.00 hs) y a reiniciar su actividad de la tarde mas temprano (15.30 hs) con respecto a los animales sin disponibilidad de sombra, los cuales extendieron el pastoreo de la mañana y retrasaron el comienzo del pastoreo de la tarde (11.15hs y 16.15hs, respectivamente). Esto determinó que del total de observaciones en un día (n = 56) los dos tratamientos obtuvieron un mismo número de observaciones (n = 34) donde la actividad principal era el pastoreo.

Este mismo autor, comparando dos días contrastantes (día caluroso 34.3°C vs. día templado 26.8°C) observó que los animales que tenían disponibilidad de sombra, en el día templado tuvieron una actividad de pastoreo mas constante durante el día, incluso durante el mediodía y primeras horas de la tarde. En cambio en el día caluroso, el pastoreo se concentro alrededor del amanecer y el atardecer, con un acceso temprano a la sombra (10.00 hs) y un retorno tardío al pastoreo (16.00 hs), con pastoreos intermitentes en el medio, y dos accesos al bebedero (al medio día y a las 18.00 hs). En el día templado hubo una menor utilización de la sombra, con un mayor porcentaje de animales descansando al sol.

Los animales del tratamiento sin sombra también presentaron un comportamiento distinto según la sensación térmica del día. En el día caluroso hubo una mayor concentración del pastoreo alrededor del amanecer y atardecer, con ausencia total de pastoreo en las horas más calurosas del mediodía y principio de la tarde pasando las horas más calurosas del día alrededor del bebedero. En el día templado el pastoreo fue mas constante a lo largo del día, incluso con porcentajes altos de animales pastoreando al mediodía.

A nivel nacional Azanza y Machado (1997) destacan que los animales al sol extienden durante más tiempo el pastoreo en la mañana, en tanto los animales con acceso voluntario a sombra reanudan antes el pastoreo en la tarde.

A resultados similares llegan Becoña y Casella (1999) en un experimento sobre el efecto de la sombra (con posibilidad de acceso permanente) sobre el comportamiento animal de terneros Holando y Hereford en el periodo estival. Estos autores encontraron que los animales permanecen más horas bajo la sombra los días de mayor temperatura, lo que determina que en días con menor estrés, los animales alarguen su pastoreo por la mañana y comiencen más temprano el de la tarde, teniendo a lo largo del día más horas de pastoreo que los animales al sol. Se

observó que los animales de los tratamientos sin acceso a sombra pastoreaban hasta las 10:30 horas a diferencia del tratamiento con sombra donde el pastoreo se interrumpía a las 9:30, para dirigirse al confort de la sombra. La actividad de pastoreo se retomaba a las 17:00 para los animales del tratamiento sin sombra y a las 16:30 para aquellos animales del tratamiento con sombra.

2.5.4. Efecto de la sombra sobre la ganancia de peso vivo

McDaniel y Roark, citados por Becoña et al. (1999) verificaron que durante el verano el uso de sombra en pastoreo llevaba al aumento de peso en animales Hereford y Angus.

En un ensayo en INIA Treinta y Tres llevado a cabo por Rovira (2002) en recría de novillos muestra que a lo largo del ensayo, los novillos con sombra lograron una ganancia diaria de peso vivo 56 % mayor con respecto a los novillos sin sombra, lo que determinó una diferencia de peso vivo agregado durante el periodo de casi 9 kg por animal en 68 días. Estos datos coinciden con los obtenidos por McIlvain y Shoop (1970) en una experiencia repetida durante cuatro veranos consecutivos en pasturas nativas de Oklahoma (Estados Unidos), donde obtuvieron una diferencia promedio de 8.5 kg de peso vivo a favor de los novillos con acceso a sombra. En experimentos realizados por McIlvain y Shoop, citados por Rovira (2002), llevaron a cabo en Estados Unidos un estudio del efecto de la sombra en la ganancia de peso en novillos Hereford de sobre año en pastoreo durante cuatro veranos consecutivos (1959-1962). Encontraron que la disponibilidad de sombra influyó en la producción de carne durante el verano, aumentando la producción en 8.6 Kg. /animal.

Según Rovira (2002) los resultados obtenidos en el experimento sugieren que la necesidad de contar con sombra se justifica en situaciones ganancias individuales altas. De esta manera al eliminar la problemática desde el punto de vista de la alimentación, se estaría intentando levantar otro factor limitante que podría estar influyendo negativamente en el comportamiento animal, como es el estrés calórico en el verano.

Se registro mas efecto adverso cuando la humedad era alta que con temperaturas altas. Los aumentos de peso fueron menores con mas de 45% de humedad relativa y 30 °C la temperatura.

2.5.5. Efecto del suministro de agua en la disminución del estrés

Dentro de las condiciones generales también se debe tener en cuenta que la provisión de agua sin limitaciones es la mejor forma de que el animal reduzca su temperatura ruminal, para ello es interesante diseñar bebederos de fácil y rápido llenado (Ledesma et al., citados por Invernizze et al., 1998).

El impacto principal de una restricción en la ingesta de agua se verá reflejado en un menor consumo de alimentos (Herrero et al., 1998).

Otro punto a tener en cuenta y en el que concuerdan todos los autores citados, es la colocación de las aguadas a la sombra, además de proveer un lugar placentero para los animales no permite que se eleve la temperatura del agua.

2.5.6. Efecto de la selección del biotipo animal en la disminución del estrés térmico

Para manejar las tasas de crecimientos en un ambiente estresante, el stock debe ser seleccionado bajo condiciones ambientales específicas, en el cual la progenie del stock va a ser criado (Frisch, citado por Johnson, 1987).

Según Yousef (1985) se debe seleccionar por adaptabilidad y crecimiento. En un ambiente tropical la diferencia en producción, pueden ser mostradas por la diferente adaptabilidad de las razas. A menudo se puede obtener mayor progreso en la performance seleccionando por adaptabilidad comparado con una selección directa por performance.

Esto según Jonson (1987) ocurre por las compensaciones fisiológicas del ganado que es seleccionado por el mayor crecimiento bajo condiciones no estresantes. Se debe seleccionar entonces, animales en un óptimo ambiente no estresante para el crecimiento pero también por la tolerancia al calor, basado en test de pequeños periodos de crecimiento y tolerancia al calor.

2.6. ENCIERRO DIURNO A LA SOMBRA DURANTE LAS HORAS DE MAYOR TEMPERATURA COMO ESTRATEGIA PARA DISMINUIR EL ESTRÉS CALÓRICO SOBRE EL ANIMAL

En los sistemas de producción más intensivos, donde se realiza pastoreo rotativo en franjas, es muy difícil contar con sombra natural en cada parcela, por lo que el encierro de los animales a la sombra ya sea natural o artificial permite proporcionarle a los animales sombra durante las hora de mayor temperatura. La interrogante que se plantea es que si bien esta medida de manejo, contribuiría a disminuir el estrés de los animales, el disminuir el tiempo de acceso a la pastura como podría afectar el consumo de materia seca de forraje.

El encierro generaría una situación de ayuno de 6 horas, según Wales et al. (1998), Patterson et al. (1998) señalan que animales en ayuno adaptan su comportamiento de consumo incrementando su tasa de bocado, profundidad de bocado y peso de bocado. Según Chilibroste et al. (2005) estos cambios han sido asociados con tendencias o mejoras significativas en la performance animal.

Dougherty et al. (1989), Greenwood y Demment (1998), Patterson et al. (1998), Iason et al. (1999) encuentran que el ayuno o la restricción en el tiempo de pastoreo conduce a incrementos de la tasa de consumo a través de un aumento de la tasa de bocado sin modificar el peso del bocado. Sin embargo Patterson et al. (1998), señalan diferentes estrategias según el largo del ayuno. Con ayunos superiores a las seis horas se produce un incremento en la tasa y tamaño de bocado, mientras que con ayunos menores ocurre un aumento en la tasa de bocado manteniendo relativamente constante el tamaño de los mismos.

Dougherty et al. (1989) señala que el ayuno también afecta el tiempo de pastoreo total, produciendo una menor cantidad de sesiones de pastoreo pero de

mayor duración. A su vez Ayantunde et al. (2001) encontraron que a medida que los animales disminuyeron el tiempo total de acceso al pastoreo se detectó un aumento en el porcentaje del tiempo pastoreando a medida que los tiempos de ayunos aumentaban. Chilibroste et al. (1997), Greenwood y Demment (1998), Chilibroste et al. (1999) marcan que esta mayor proporción del tiempo dedicado al pastoreo se da principalmente a través de un aumento en el largo de la primera sesión de pastoreo, y esto se logra a través de una disminución en el tiempo dedicado a rumia y descanso (Chilibroste et al. 1997, Soca 2000). Igualmente Stakelum y Dillon (1989) establecen que si bien existe compensación al restringir el tiempo de pastoreo, difícilmente pueda superar las 10 a 11 horas, por lo cual por encima de esto el consumo se vería reducido.

Cuadro No. 2: Resumen de resultados de experimentos sobre efectos del ayuno sobre la performance y comportamiento animal

Raza categoría	Pasturas *	Tratamientos	Ayuno (hs)	GMD o PL (kg/ani/día)	TP, TD, TR	Tb o Pb	TC	A
H*AA novillos 15 meses	CN rees. (6428 +/-1028 Enero-Abril	T1: testigo	0	0.456 ^b	%P=65.5 %D=10 %R=24.5	Tboc=35		1
		T2: restricción 7-17hrs.	10	0.559 ^a	%P=100 %D=0 %R=0	Tboc=45		
Azawak Terneros destetados	Pasturas anuales 58% FDN 19.5% PC Julio-Mayo	T1:6 D,o,N	18	-0.291	TP=239min		3.67% PV/h	2
		T2: 6 D,oN	15	-0.220	TP=359min		3.46% PV/h	
		T3:6 D,oN	12	-0.204	TP=466min		1.92% PV/h	
		T4:9 D,oN	15	-0.269	TP=318min		2.67% PV/h	
		T5:9 D,oN	12	-0.193	TP=429 min		1.80% PV/h	
		T6:9D, o N	9	-0.174	TP= 536min		2.17% PV/h	
		T7:D , o, N	12	-0.162	TP=423 min		2.26% PV/h	
		T8:D o N	9	-0.088	TP=533 min		2.11% PV/h	

Holando Vacas	TB, G; Ach (2750)otoño- invierno	T1: acceso 16 hs AF 11%	8	25.3 ^a	TP=70-80%	Tboc: Sin diferencia entre tratamientos	Ayuno corto mayor TC	3
		T2: acceso 16 hs AF5%	8	21.5 ^b	Ayuno largo menor TP	TB=44 PB=0.067% PV		
		T3: acceso 8 hs AF 11%	16	21.5 ^b				
		T4: acceso 8 hs AF 5%	16	19.7 ^c			Ayuno largo menor TC	
Vacas	Festuca Alfalfa Primavera	T1: Festuca 27 cm	1			TB=44 PB=0.067% PV	3.72%PV/h	5
		T2: Festuca 27 cm	2			TB=44 PB=0.072% PV	3.91%PV/h	
		T3: Festuca 27 cm	3			TB=47 PB=0.059% PV	3.57%PV/h	
		T4: Festuca 46 cm	1			TB=25 PB=0.130% PV	4.53%PV/h	
		T5: Festuca 46 cm	2			TB=27 PB=0.149% PV	5.07% PV/h	
		T6: Festuca 46				TB=30		

		cm	3			PB=0.156% PV	5.97% PV/h	
Vacas Holan do	Avena (1600) Otoño-invierno	T1:acceso 8hs (6:30-14:30) T2:acceso 6hs (8:30-12:30) y 16:30-18:30) T3: acceso 6 hrs (12:30-14:30 y 16:30-20:30)		17.7ab 18.2 ab 20.0a	TP=274 min TP=283 min TP=292min	Sin diferencias estadísticas entre ayuno y PB		6
Vacas Holan do	TB, L, F (1600) Otoño-invierno	T1:acceso 8hs (7:00-15:00)AF 16kg MS/vaca T2:acceso 4hs (7:00-11:00) AF 16kg MS/vaca T3: acceso 4 hrs (11:00-15:00) AF 16kg MS/vaca	16 20 20	25.2 ^a 23.1 ^b 23.5 ^b	 TP=229 ^a min TR=393min TP=193 ^b min TR=418min		TC=28.8min TC=33.7min	7 8
Vacas Holan do	TB, L, F (1600) otoño	T1: pastoreo libre, 3kg de suplemento T2:pastoreo libre,6kg de suplemento T3:ayuno 4h,3kg de suplemento T4: ayuno 4h,6kg de suplemento	0 0 4		TP=486min TP=486min TP=486min			9

		T5: ayuno 8.5h, 3kg de suplemento	4		TP=486min			
		T6: ayuno 8.5h, 6kg de sup.	8.5		TP=486min			
			8.5		TP=486min			

Referencias: CN: campo natural; TB: trébol blanco; G: gramíneas; L: lotus; F: festuca; Ach: achicoria; GDM: ganancia diaria media; PL: producción de leche; TC: tasa de consumo; TB: tasa de bocado; TP: tiempo de pastoreo; TR: tiempo de rumia; TD: tiempo de descanso; PB: peso de bocado; D: pastoreo diurno; N: pastoreo nocturno; PV: peso vivo; h: hora; min: minutos; boc: bocados; %P: porcentaje de pastoreo; %D: porcentaje de descanso; %R: porcentaje de rumia.

A: autores: 1- Carrau et al. (2003), 2- Ayantunde et al. (2001), 3- Chilibroste et al. (1997), 4- Iason et al. (1999), 5- Dougherty et al. (1989), 6- Chilibroste et al. (1999), 7- Mattiauda et al. (2003), 8-Mattiauda et al. (2004), 9- Soca et al. (1999).

Observando el cuadro 2 puede decirse que cuando los animales son sometidos a un ayuno, compensan el menor tiempo que tienen de acceso a la pastura, con una mayor proporción del tiempo dedicado al pastoreo y disminuyen el tiempo dedicado a la rumia y al descanso. También presentan una mayor tasa de consumo como resultado de un aumento en la tasa de bocado y en menor medida por un aumento en el peso de bocado que estaría mas relacionado a la pastura (calidad y cantidad).

También se puede apreciar que luego de 8 a 10 horas de ayuno, que el animal no compensaría su consumo en relación a animales sin ayuno a pesar de estar mas proporción de tiempo pastoreando. Esto llevaría a decir que encierros de más de 8 a 10 horas de ayuno podrían no tener el efecto deseado en verano y quizás perjudicar más que si los animales permanecían en pastoreo libre.

2.7. RESPUESTA ANIMAL A LA SUPLEMENTACION CON CONCENTRADOS

La suplementación de forrajes con concentrados mejora, por lo general la producción animal, tanto a través de una mejora individual o una mejora en la productividad, pero el valor de ese aumento va a depender tanto de la cantidad como de la calidad del forraje que el ganado este consumiendo (Gómez, 1989).

A su vez al alimentar animales en condiciones de pastoreo se manifiestan por lo general dos problemas simultáneos, uno de ellos esta relacionado con la sustitución y el otro con la digestibilidad de la dieta. Ambos aspecto son fundamentales de la suplementación, (Gómez 1989).

Según Dixon et al. (1999) los efectos de la sustitución son usualmente mayores que los cambios en la digestibilidad del forraje, sin embargo la depresión en el consumo de forraje (sustitución) por el uso de suplementos es menor en forrajes de baja calidad.

Dixon et al. (1999) concluyen que la tasa de sustitución de forraje por grano esta relacionada con el nivel de consumo de forraje, digestibilidad del mismo, porcentaje de grano en la dieta y madurez del animal.

2.7.1. Efecto del nivel de suplementación, cantidad y calidad del forraje sobre la sustitución

Cuando se suplementa un forraje de alta calidad y en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento de consumo total de materia seca provocado por la suplementación. Este efecto se denomina sustitución. Normalmente los efectos de sustitución son mayores cuando mayor es la calidad del forraje. Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían entre 0.5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, 1972).

El nivel de sustitución tiene una relación directa con la cantidad de forraje disponible, y se sabe que por debajo de niveles de consumo de forraje del 1.5% del PV., el efecto de sustitución es mínimo (Vaz Martins, 1996), pero la reducción en el consumo de forraje a causa de la suplementación energética, depende también en cierto grado de la calidad de la dieta base (Caton y Dhuyvetter, 1997).

En condiciones de sustitución, cuanto mas calidad tenga el forraje base, menor será la respuesta a la suplementación en términos de ganancia de peso (Horn y Mc. Collum, citados por Elizalde, 1999).

En términos generales, en la medida que se restrinja la oferta de pastura severamente y se empleen niveles de grano moderados, generalmente menores al 1% de PV, se puede esperar un aumento en el consumo total de nutrientes sin sustituciones importantes de forrajes.

Para el caso de forraje de buena calidad se da que con alta asignación de forraje por animal, los niveles de sustitución aumentan y disminuye la respuesta directa a la suplementación. Es entonces la disponibilidad de forraje el principal factor que determina la respuesta a la suplementación (Cronjé, citado por Dumestre y Rodríguez, 1995).

En pastura de alta calidad las ganancias de PV aumentan hasta niveles de 0.5% de PV, y se mantienen prácticamente iguales al pasar al 1% de PV debido al efecto de sustitución. En cambio en pasturas de baja calidad hay un efecto aditivo en todos los niveles de suplementación (Vaz Martins, 1996).

2.7.2. Efecto de la suplementación sobre la digestibilidad de la dieta

Otro aspecto íntimamente relacionado con la suplementación energética es el que se manifiesta con la digestibilidad de la dieta, dentro del tracto digestivo del animal. Los efectos de la depresión en la digestión del forraje al suplementar con energéticos, son mayores con forrajes de baja calidad (Elizalde, 1999).

En los forrajes de baja calidad los suplementos energéticos en general causan una depresión de la digestión de la fibra en mayor proporción que en los forrajes de alta calidad. Sin embargo, la depresión en el consumo de forraje por el uso de suplementos es menor en los forrajes de baja calidad que en los de alta calidad. En condiciones de forraje de baja calidad el proceso digestivo es más lento porque la estructura compleja de la fibra obliga a una secuencia de eventos gobernados por diferentes especies de bacterias en el rumen (Galyean y Goetsch, 1993).

Según Caton y Dhuyvetter (1997) las bacterias que digieren la fibra prefieren el almidón, por lo que tendrá un efecto depresivo sobre el proceso de digestión de la fibra (incluso para suplementaciones del orden del 1% de peso vivo) (Cochran, 1998).

En forraje de baja calidad el agregado de grano ha sido más perjudicial sobre la digestión de la fibra que sobre la reducción en el consumo de forraje (Jones et al., 1988).

Para forraje de alta calidad con los niveles de suplementación normalmente utilizados (1% del peso vivo), es bastante difícil que ocurra una depresión de la digestión de la fibra por el agregado de grano (Sanson y Clanton, 1989).

En estos forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo (Bowman y Sanson 1996, Elizalde et al. 1999).

Caton y Dhuyvetter (1997) concluyen que al aumentar el nivel de suplementación energética disminuye la digestibilidad de la materia seca del forraje, explicado por un descenso en la digestibilidad de la fracción pared celular. Sanson et al. (1989), atribuyen el descenso en la digestibilidad del forraje por el consumo de grano, al incremento de la deficiencia de proteína a nivel ruminal, reduciendo el consumo y la preformase animal.

Sin embargo en algunas situaciones, con bajos niveles de suplementación energética, la digestibilidad puede incrementarse (Caton y Dhuyvetter, 1997).

Pordomingo, citado por Bartaburu et al. (2003) encontraron aumentos en la tasa de pasaje de fluidos y partícula por aumento de la digestibilidad cuando el nivel de suplemento pasa de 0 a 0.2% del PV., incrementándose el consumo de forraje a este nivel (adicción con estímulo).

En este sentido Boeckle y Torres, citados por Bartaburu et al. (2003) encontraron un consumo máximo de MS cuando el nivel de grano era de 20-30% en el total de la ración, y uno mínimo con 55-65% de grano en el total de la ración; también concluyeron que el valor nutritivo de la dieta no se incrementa cuando el porcentaje de grano supera el 25%, salvo que se alcance niveles mayores al 75%.

Caton y Dhuyvetter (1997) concluyen que en algunos casos, a bajos niveles de grano el consumo podría verse incrementado, pero al aumentar los niveles de suplementación el consumo de forraje tiene un marcado descenso.

2.7.3. Efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso en verano

La suplementación estival permite corregir deficiencias generadas por el menor consumo, el aumento de la transpiración y las limitantes de disponibilidad forrajera. La alimentación a utilizar debe estar compuesta por concentrados, en base a cereales, en combinación con minerales y proteínas (Rosso, 2004).

Frente al estrés calórico los animales tienden a disminuir el consumo de forraje debido a que la digestión de la fibra produce un mayor incremento calórico. En animales suplementados con fibra y concentrado, en condiciones de estrés calórico se pudo apreciar un incremento en el consumo de concentrado, el cual al ser digerido provoca menor incremento de la temperatura que la fibra.

A continuación se presenta resultados experimentales obtenidos por Beretta (2005) de novillos Hereford suplementados con concentrado pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas en verano.

Cuadro No. 3: Respuesta a la suplementación y al manejo de la intensidad de pastoreo (Kg. MS/100Kg.PV) en novillos hereford (280 Kg.) pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas en verano

Asignación de forraje (Kg. MS/100Kg.PV)	Ganancia individual de peso vivo (Kg./día)		Respuesta a la suplementación (Kg./día)	Eficiencia de conversión del suplemento*
	Sin suplementación	Suplementación (1% PV)		
3	0.299aB	0.761aA	0.462	6:1
6	0.483bB	0.804aA	0.321	9:1
9	0.667cB	0.733aA	0.066	45:1

*Kg. de suplemento por cada Kg. De ganancia de peso vivo adicional. a, b, c: Medias seguidas de diferente letra en la columna difieren ($P < 0.05$). A, B: Medias seguidas de diferente letra en la fila difieren ($P < 0.05$).

Las ganancias de peso individuales sin suplementación están muy condicionadas por la asignación de forraje existiendo diferencia significativa para asignaciones de 3; 6 y 9%, al incluir la suplementación al 1% de peso vivo estas diferencias se hacen nulas no existiendo diferencia significativa para las diferentes asignaciones. Cuanto menor es la asignación de forraje mayor es la respuesta a la suplementación por lo que se obtiene una alta eficiencia de conversión, cuando se trabaja con asignaciones altas (9%) la respuesta a la suplementación es muy baja dado que las ganancias de peso son altas de por si solas.

Cuando el forraje y el concentrado son suministrado en forma separada, los animales sometidos a estrés de calor reducen el consumo de fibra, lo que produce cambios en las proporciones de forraje y concentrado en la dieta. Esto es considerado como una respuesta adaptativa para reducir la producción de calor en el rumen producida por la fermentación (Bernabucci et al., 1999). Esto podría generar una respuesta diferencial al manejo del encierro diurno cuando los animales son suplementados.

En el verano 2002/03, se planteo un experimento con el objetivo de evaluar el impacto que tendría una reducción en el tiempo de permanencia de los animales en la pastura, sumado a la suplementación energética. Novillos Hereford de 280 Kg. de PV sobre pasturas mezclas de gramíneas y leguminosas, fueron evaluados 4 tratamientos: 1) pastoreo libre con acceso a agua y sombra, 2) pastoreo restringido (PR) entre las 10:30 y las 16:30 horas los animales eran retirados de las parcelas y trasladados a un encierro con agua y sombra, 3) PR + suplementación con sorgo 1% de PV, 4) PR + suplementación con afrechillo de arroz (cantidad equivalente energéticamente a la oferta de sorgo). En todos los tratamientos los animales pastorearon en franjas diarias, con una asignación de forraje fija de 6%.

La restricción del tiempo de acceso a la pastura incrementó la ganancia diaria en 269 gramos (0.664 vs. 0.933 Kg. /día, $P= 0.0870$), (Simeone, 2004). No se obtuvo respuesta a la suplementación, sin embargo se observó un mejor comportamiento de los animales suplementados con afrechillo de arroz respecto a aquellos suplementados con sorgo. La restricción del tiempo de pastoreo sin suplemento permitió alcanzar tasa de ganancia similares a las obtenidas en los experimentos de los años previos cuando se suplemento y no se controló el tiempo de acceso a la pastura (Beretta, 2005).

2.8. HIPOTESIS

- Durante el periodo estival el encierro diurno con acceso a sombra mejora la ganancia de peso vivo y la eficiencia de conversión de novillos pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas al 6 % de asignación de forraje. Esta respuesta, sin embargo podría estar condicionada por la suplementación energética en comparación con el pastoreo libre.
- La respuesta al encierro diurno esta mediada por cambios de compensación en el comportamiento ingestivo de los animales, no afectando el consumo total de MS. y mejorando el balance energético a partir de una mejora en el termo confort del animal y reducción en el gasto de mantenimiento. No obstante podría afectar la selectividad y la calidad de la dieta consumida.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. LOCALIZACION

El experimento se realizo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni “(EEMAC) Facultad de Agronomía, Paysandú; durante el periodo comprendido entre el 17/01/06 y el 14/03/06.

3.2. SUELO

El área experimental estuvo localizada sobre la formación Fray Bentos, suelos de la unidad San Manuel, donde dominan Brunosoles eútricos típicos (háplicos), asociados se encuentran Brunosoles eútricos lúvicos y Solonetz Solodizado Melanico, según Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1:1.000.000.

3.3. PASTURAS Y SUPLEMENTOS

El experimento se llevo a cabo en los potreros 2 y 3 de la UPIC. Se pastoreo la mitad del periodo experimental en el potrero 2 y el resto del periodo experimental se hizo en el potrero 3 El potrero 2 era una pradera de primer año sembrada en abril del 2005 bajo la forma de siembra directa con *Festuca arundinacea* (10 kg / ha), *Lotus corniculatus* (10 kg / ha) y *Trifolium repens* (2 kg / ha). Se fertilizó a la siembra con 100 Kg. / ha de 18-46-46-0. Al momento del experimento el estado de la pastura era muy bueno y el enmalezamiento muy bajo, presentando una disponibilidad adecuada.

El potrero 3 era una pradera de tercer año sembrada en abril del 2002 bajo la forma de siembra directa con *Cichorium intibus* (5 kg / ha) y *Trifolium pratense* (8 Kg. / ha). Se fertilizó a la siembra con 100 kg / ha de 18-46-46-0. Al momento del experimento el estado de la pastura era regular con enmalezamiento alto,

registrándose fundamentalmente *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Sorghum halepense*, etc.

El suplemento utilizado fue grano de cebada sometido a un quebrado leve, cuya composición química es: 90.9 % MS; 2.27 % C; 10 % PC; 16.0 % FDNcc; 3.35 % FDAcc.

3.4. ANIMALES

Se utilizaron 31 novillos Hereford, medios hermanos provenientes del rodeo de cría de la EEMAC, de aproximadamente 20 meses de edad y un peso promedio de 317 kg +/-34.59 kg, que habían sido manejados en forma conjunta durante los 90 días previos al inicio del experimento.

3.4.1. Manejo sanitario

El manejo sanitario que se les realizó a los animales durante el periodo experimental se describe a continuación.

El 17/01/06 se dio un saguaypicida (Closantel al 10%), el 24/01/06 se dio un antiparasitario que consistió en una ivermectina al 1 %.

El 7/02/06 se vacunó contra aftosa a todo el rodeo, tratamiento correspondiente al periodo obligatorio de vacunación contra aftosa.

El 14/02/06 se dio un baño de inmersión para control de garrapata y el producto utilizado fue Alfametrina.

3.5. TRATAMIENTOS

Fueron evaluados dos manejos del pastoreo (pastoreo libre y pastoreo con encierro diurno) y dos niveles de suplementación con grano de cebada (0 y 1 Kg. / 100 Kg. de peso vivo) en un arreglo factorial de tratamientos, dando lugar a las siguientes combinaciones:

1) Pastoreo libre, sin suplementación (PLSS): los animales permanecían todo el día en la pastura sin acceso a sombra ni a suplemento.

2) Pastoreo libre, con suplementación (PLCS): los animales permanecían todo el día en la pastura sin acceso a sombra y eran suplementados con grano de cebada a razón del 1% del peso vivo.

3) Pastoreo restringido con encierro diurno, sin suplementación (PRSS): los animales eran retirados de la pastura entre las 11:00 y 17:00 horas, permaneciendo en un corral con sombra.

4) Pastoreo restringido con encierro diurno, con suplemento (PRCS): los animales eran retirados de la pastura entre las 11:00 y 17:00 hs, permaneciendo en un corral con sombra y a su vez se les proporcionaba el suplemento a razón del 1 % de PV.

Los animales, fueron asignados al azar a cada tratamiento, previa estratificación por peso vivo.

El período de acostumbramiento al suplementación y al encierro fue de 7 días en donde los animales pastoreaban una pastura similar a la del experimento.

La ración se comenzó a suministrar desde el primer día de acostumbramiento incrementando gradualmente la cantidad por animal por día, de manera de llegar a ofrecerle el 1 % del peso vivo al final del periodo de acostumbramiento.

3.6. MANEJO ALIMENTICIO

3.6.1. Manejo del pastoreo

Se realizó pastoreo rotativo en franjas diarias ingresando a la nueva franja a la hora 17:00 los animales. La asignación de forraje utilizada fue de 6 kg/MS/100 kg PV ajustando semanalmente la superficie de la parcela en base al peso vivo de los animales y a la disponibilidad de la materia seca de la pastura. La asignación de los tratamientos a cada franja fue sorteada diariamente como forma de eliminar los efectos asociados a la heterogeneidad natural de la pastura.

3.6.2. Manejo de la suplementación

El suplemento fue suministrado diariamente en comederos grupales, por la mañana (a las 11:00 hs). El tratamiento con encierro diurno recibía el suplemento en el corral, en tanto el otro era suplementado en la parcela de pastura. La cantidad de materia seca del suplemento fue ajustada semanalmente de acuerdo a la variación de peso vivo registrada.

3.6.3. Manejo del agua de bebida

El agua se ofreció, para todos los animales, en dos tomas diarias de aproximadamente 10 minutos por tratamiento, una antes de la suplementación (10:30 hs) y la otra toma al salir de la sombra y antes del cambio de parcela.

3.7. REGISTRO Y MEDICIONES

3.7.1. En la pastura

3.7.1.1. Forraje disponible

La disponibilidad de forraje se determinó semanalmente en el área que se estimaba que sería utilizada en los 7 días siguientes, a los efectos de realizar el ajuste de la asignación del forraje. La técnica utilizada fue la de doble muestreo (Haydock y Show, 1975), en base a una escala de tres puntos, con dos repeticiones de cada uno, muestreando el área de pastura en base a la misma tirando 300 cuadrados de 30 x 30 cm. al azar. Las muestras de la escala se cortaron al ras del suelo con tijera de aro, con cuadrados de 0.09m²), y fueron secadas en estufa de aire forzado a 60 °C hasta peso constante y registrado el peso seco.

3.7.1.2. Altura del forraje disponible

La altura del forraje se registró en 5 puntos de la diagonal del cuadro en cada punto de la escala. La altura se determinó con regla registrando el punto más alto de la hoja viva más alta que toca la regla sin extender dicha hoja.

3.7.1.3. Consumo de forraje

En las semanas 2-5-6-7 del período experimental fue estimado el consumo de forraje en cada tratamiento por el método agronómico (Moliterno, 1997) como la diferencia entre la materia seca disponible a la entrada a la parcela previo al pastoreo y la materia seca residual (El consumo se midió en estas semanas debido a precipitaciones y a problemas sanitario en uno de los animales). Ambas variables fueron determinadas durante dos días consecutivos en cada semana en los cuatro tratamientos y la técnica utilizada en ambos casos fue el doble muestreo, utilizando una escala común de tres puntos con dos repeticiones para los cuatro

tratamientos, y muestreando el área de cada parcela con en 100 puntos, tanto para la disponibilidad como para el rechazo de forraje.

3.7.1.4. Calidad del forraje ofrecido y residual

En uno de los días que se realizaron los cortes para consumo, y en los cuatros tratamientos uno de los veinte cuadros tirados al azar fueron conservados para las determinaciones de calidad de la pastura ofrecida y del rechazo. Las muestras frescas fueron separadas según sus componentes botánicos (gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos), Estas muestras individuales fueron secadas en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante, y registrado el peso seco para caracterizar la contribución relativa de cada componente. Las muestras fueron molidas combinadas en una única muestra compuesta por tratamiento y fecha, y almacenadas hasta la realización del análisis químico. Fue determinado el contenido de MS, PC, Cenizas, FDN y FDA mediante la técnica AOAC (1990).

3.7.1.5. Dinámica de defoliación de la pastura

En los dos días en los que se midió el consumo, se determino la altura del forraje a la entrada en cada parcela, y cada tres horas durante el periodo de horas luz (7:00 a 20:00 hs), siendo la ultima altura registrada la del rechazo al día siguiente. En cada oportunidad, se midieron 50 puntos de altura por tratamiento.

3.8. DETERMINACIONES REALIZADAS EN EL ANIMAL

3.8.1. Peso vivo

Los animales fueron pesados al inicio del experimento y cada siete días, por la mañana, luego de un ayuno de 12 horas.

Los animales de todos los tratamientos ingresaban a la balanza sin ningún orden de ingreso predeterminado. Para todas las pesadas se utilizó la misma balanza electrónica.

3.8.2. Consumo de grano de cebada

El consumo de suplemento se determinó diariamente en cada tratamiento a partir de la diferencia entre la cantidad de MS de grano ofrecida y el rechazo, el grano rechazado se secaba, se pesaba y luego se desechaba.

Semanalmente se tomaron muestras del suplemento ofrecido para la determinación de porcentaje de humedad y composición química, las que se agruparon en una única muestra compuesta.

3.8.3. Comportamiento ingestivo

Durante los mismos días de medición de consumo, en cuatro animales elegidos al azar se registró mediante apreciación visual, las actividades de pastoreo, rumia, descanso y jadeo, cada 10 minutos en el periodo de horas luz en pastoreo (de 07:00 a 20:00 horas).

La tasa de bocado se midió en los mismos animales cada 2 horas; registrándose el número de bocados de prehensión realizados en un minuto.

3.8.4. Indicadores de estrés por calor

La tasa respiratoria se registró en los cuatros animales tomados al azar sobre los cuales se realizaron las observaciones de comportamiento dos veces por semana. Estas observaciones se realizaron a las 11:00 hs antes de entrar al encierro y a las 14:00 hs.

La tasa respiratoria se determinó como el número de movimientos del flanco registrados en 60 segundos, según técnica descripta por Bianca (1963).

Otro indicador de estrés utilizado fue el score de jadeo el cual se asignó conjuntamente con las evaluaciones de la tasa respiratoria. Este score es un índice de estrés térmico que se obtuvo por apreciación visual, observando los movimientos del flanco del animal y el patrón respiratorio individual, y que varía entre cero y tres, según se describe a continuación (adaptado de Mader et al., 2002).

Escala del Score de jadeo

0-No se registra jadeo

1-Leve aumento de la tasa respiratoria

2-Moderado aumento de la tasa respiratoria y salivación y/o boca abierta

3-Elevado aumento de la tasa respiratoria y salivación y/o boca abierta y/o lengua afuera.

3.9. CONDICIONES CLIMATICAS

La estación experimental (EEMAC) esta ubicada en la zona climática norteña, con características de subhúmedo a húmedo mesotermal; donde la temperatura media del mes más cálido (enero) es de 26°C con una máxima para el departamento de Paysandú de 31,7°C (Pintos Días, citado por Durán, 1991).

Los registros diarios de temperatura media, máxima y mínima diaria, precipitaciones y humedad relativa durante el periodo experimental fueron tomados de la estación meteorológica de Paysandú.

A partir de estos registros se estimó el índice de temperatura y humedad (ITH), utilizando la fórmula $ITH = (1.8T + 32) - (0.55 - 0.55HR) (1.8T - 26)$, (Valtorta, 1994), donde T es la temperatura del aire (°C), y HR la humedad relativa (fracción decimal). Para la estimación de este índice se consideró la temperatura y humedad promedio de cada día.

3.10. ANALISIS ESTADISTICOS

3.10.1. Modelo estadístico

El peso vivo fue analizado según un modelo lineal mixto de heterogeneidad de pendientes del peso vivo en función del tiempo, de la forma general:

$$PV_{ijkl} = \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \beta_1 D_{ijkl} + \beta_{1i} \alpha_i D_{ijkl} + \beta_{1j} \tau_j D_{ijkl} + \beta_{1ij} (\alpha\tau)_{ij} D_{ijkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

PV_{ijkl} es el peso vivo de cada animal en cada día

β_0 es el intercepto general

α_i es el efecto del i-ésimo nivel de suplementación

τ_j es el efecto del j-ésimo nivel de restricción del pastoreo

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

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

β_1 es el coeficiente de regresión (ganancia diaria) del peso en relación al día D_{ijkl}

$\beta_{1i} \alpha_i$ es el coeficiente de regresión para nivel de suplementación

$\beta_{1j} \tau_j$ es el coeficiente de regresión para cada restricción del pastoreo

$\beta_{1ij} (\alpha\tau)_{ij}$ es el coeficiente de regresión para cada combinación suplementación-restricción del pastoreo

ε_{ijkl} es el error experimental de la medida repetida (dentro de animales)

La autocorrelación entre medidas repetidas se modeló según un esquema autoregresivo de orden 1. Las pendientes, representando la ganancia media diaria fueron comparadas utilizando el test de Tukey.

Consumo de pastura

El efecto de los tratamientos sobre las variables medidas en la pastura (rechazo, porcentaje de utilización, y altura del rechazo y consumo), fue estudiado mediante un modelo lineal con la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \psi_k + (\alpha\psi)_{ik} + (\tau\psi)_{jk} + (\alpha\tau\psi)_{ijk} + \delta_l(\psi_k) + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} es la variable de respuesta

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo nivel de suplementación

τ_j es el efecto del j-ésimo nivel de restricción del pastoreo

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

ψ_k es el efecto del k-ésimo período (semana)

$(\alpha\psi)_{ik}$ es la interacción entre suplementación y período

$(\tau\psi)_{jk}$ es la interacción entre restricción y período

$(\alpha\tau\psi)_{ijk}$ es la interacción entre suplementación, restricción del pastoreo y período

$\delta_l(\psi_k)$ es el efecto del l-ésimo día dentro de cada semana

ε_{ijkl} es el error experimental

Las medias de los efectos significativos fueron comparadas usando pruebas Tukey.

Comportamiento ingestivo

El efecto de los tratamientos de suplementación y restricción del pastoreo sobre las variables relacionadas al comportamiento ingestivo (probabilidad individual de pastoreo, rumia, descanso), fue estudiada mediante un modelo lineal generalizado mixto de medidas repetidas en el tiempo con la siguiente forma general:

$$\text{Ln}(p_{ijkl} / (1 - p_{ijkl})) = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \psi_k + (\alpha\psi)_{ik} + (\tau\psi)_{jk} + (\alpha\tau\psi)_{ijk} + \delta_l(\psi_k)$$

Donde:

p_{ijkl} es la probabilidad de pastoreo, rumia o descanso

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo nivel de suplementación

τ_j es el efecto del j-ésimo nivel de restricción del pastoreo

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

ψ_k es el efecto del k-ésima semana

$(\alpha\psi)_{ik}$ es la interacción entre suplementación y semana

$(\tau\psi)_{jk}$ es la interacción entre restricción del pastoreo y semana

$(\alpha\tau\psi)_{ijk}$ es la interacción entre suplementación, restricción del pastoreo y semana

$\delta_l(\psi_k)$ es el efecto del l-ésimo día dentro de cada semana

Se adoptó el supuesto de que el número de veces que un animal realiza una actividad en relación al número de veces observado, tiene distribución binomial.

Patrón de pastoreo

Fue caracterizado agrupando las observaciones de pastoreo en intervalos de tres horas. Entre las 10 y 13 hs y de 13 a 17 hs. la probabilidad de pastoreo que fue estudiada para los tratamientos de PL, se evaluó mediante un modelo lineal generalizado mixto de medidas repetidas en el tiempo con la siguiente forma general:

$$\text{Ln}(p_{ijk} / (1 - p_{ijk})) = \mu + \alpha_i + \psi_j + (\alpha\psi)_{ij} + \delta_k(\psi_j)$$

Donde:

p_{ijk} es la probabilidad de pastoreo

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo tratamiento suplementación

ψ_j es el efecto del j-ésima semana

$(\alpha\psi)_{ij}$ es la interacción entre suplementación y semana

$\delta_k(\psi_j)$ es el efecto del k-ésimo día dentro de cada semana

Se adoptó el supuesto de que el número de veces que un animal pastorea en relación al número de veces observado, tiene distribución binomial

Para estudiar el patrón de pastoreo de 17 a 20 hs, de 7 a 10 hs, se usó un modelo similar al de comportamiento ingestivo, y fueron estudiados los tratamientos de PL y CE.

El efecto de la suplementación en la tasa de bocado fue caracterizado agrupando las observaciones de pastoreo en intervalos de tres horas. Entre las 10 y 13 hs y de 13 a 17 hs estudiada para los tratamientos de pastoreo libre, mediante

un modelo lineal mixto de medidas repetidas en el tiempo con la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + \psi_k + (\alpha\psi)_{ik} + \varepsilon_{ijk} + \delta_l(\psi_k) + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta (tasa de bocado)

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo tratamiento suplementación

ε_{ij} es el error experimental

ψ_k es el efecto del j-ésima semana

$(\alpha\psi)_{ik}$ es la interacción entre suplementación y semana

ε_{ijk} es el error de la medida repetida (entre semanas)

$\delta_l(\psi_k)$ es el efecto del k-ésimo día dentro de cada semana

ε_{ijkl} es el error de la medida repetida (entre días dentro de semanas)

El efecto de los tratamientos de suplementación y de restricción en la tasa de bocado promedio, horas 17:00, 19:00, 7:00, 9:00, 11:00, y 15:00 horas, fue estudiada para los tratamientos de pastoreo libre y con encierro, mediante un modelo lineal mixto de medidas repetidas en el tiempo con la siguiente forma general:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \psi_l + (\alpha\psi)_{il} + (\tau\psi)_{jl} + (\alpha\tau\psi)_{ijl} + \varepsilon_{ijkl} + \delta_m(\psi_l) + \varepsilon_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta (tasa de bocado)

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo tratamiento suplementación

τ_j es el efecto del j-ésimo tratamiento de restricción del pastoreo
 $(\alpha\tau)_{ij}$ es la interacción entre suplementación y restricción del pastoreo
 ε_{ijk} es el error experimental
 ψ_l es el efecto del l-ésima semana
 $(\alpha\psi)_{il}$ es la interacción entre suplementación y período
 $(\tau\psi)_{jl}$ es la interacción entre restricción del pastoreo y período
 $(\alpha\tau\psi)_{ijl}$ es la interacción entre suplementación, restricción del pastoreo y período
 ε_{ijkl} es el error de la medida repetida (entre semanas)
 $\delta_m(\psi_l)$ es el efecto del m-ésimo día dentro de cada semana
 ε_{ijklm} es el error de la medida repetida (entre días dentro de semanas)

Composición botánica

El efecto de los tratamientos de suplementación y restricción sobre las variables relacionadas a la composición botánica (disponibles y rechazos de leguminosas, gramíneas, malezas y restos secos), fue estudiada mediante un modelo lineal general con la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \psi_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} es la variable de respuesta

μ es la media general

α_i es el efecto del i-ésimo tratamiento de suplementación

τ_j es el efecto del j-ésimo tratamiento de restricción del pastoreo

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

ψ_k es el efecto de la k-ésima semana

ε_{ijk} es el error experimental

La autocorrelación entre medidas repetidas se modeló según un esquema autorregresivo de orden 1.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. REGISTROS CLIMÁTICOS

En el cuadro 5 se presenta las temperaturas máximas, mínimas, promedio y la humedad relativa promedio mensual para el periodo experimental.

Cuadro No. 4: Temperaturas (T) máximas, mínimas promedio y humedad relativa (HR) promedio del periodo experimental, verano de 2006

	Enero	Febrero	Marzo
T. Máxima. °C	32.6	30.69	28.26
T. Mínima. °C	19.65	17.82	16.10
T. Media °C	26.13	24.25	22.18
HR promedio. (%)	61.68	67	70.8
Precipitaciones (mm)	125	158	158

Fuente: Dirección Nacional de Meteorología (Paysandú).

Comparando estos datos con los registros de temperatura y HR obtenidos de una serie de treinta años para la región (Dirección nacional de meteorología, ANEXO N° 1) se puede observar que la temperatura promedio para el mes de enero fue mayor a la media histórica en 1.33 °C. Para los meses de febrero y marzo se supero en 0.55 y 0.58 °C respectivamente. La temperatura mínima fue superior (1.35; 0,22; 0,4) °C para los meses de enero, febrero y marzo. La temperatura máxima para el mes de enero fue 0.1 °C mayor que la media histórica, febrero fue 0.69 °C mayor y marzo fue 0.4 °C superior. La humedad relativa, en cambio estuvo 3.32, 2 y 1.2 unidades porcentuales por debajo de la serie histórica para los meses del experimento. En cuanto a las precipitaciones para los tres meses se

registraron lluvias superiores a la serie histórica, por lo que estamos en condiciones de decir que fue un verano lluvioso.

Con la T máxima y HR registradas durante el periodo de ensayo se puede inferir que el ambiente generó un estrés térmico importante en algún momento del día sobre los animales. Según Valtorta y Gallardo (2003), temperaturas superiores a los 25 °C hacen que el ambiente sea estresante para los animales. Es así que en enero se registraron 8 días (53%) con temperaturas promedio por encima de los 25°C a partir del 17 de enero, en febrero 10 días (35 %) y en marzo 1 día (7.1%), pero si consideramos los días con temperaturas máximas superiores a 25°C, se registraron en enero 15 días (100%), en febrero 27 días (96.4%) y en marzo 12 días (85.7%).

El índice de nivel de estrés calórico o ITH calculado en base a las temperaturas medias y humedad relativa promedio de cada día, mostró que en promedio el nivel fue de alerta para los meses de enero (ITH= 72.6) y febrero (ITH= 72.4), y sin estrés para marzo (ITH= 69.6) Según rango de ITH de Wiersma (1990).

Enero presentó 40% de los días sin estrés (ITH<72), 60% de los días con estrés en nivel de alerta (ITH 72 – 79), en febrero un 54% de los días sin estrés y 46% de los días con estrés en nivel de alerta; y en marzo un 78.5% de los días sin estrés y un 21.5% de los días en nivel de alerta. Con estos valores promedios puede afirmarse que no se habrían registrado niveles importantes de estrés, pero se puede destacar niveles potenciales importantes al considerar el ITH máximo (estimado a partir de los valores de t max.) que llegarían a niveles de peligro (ITH 80-89) para cualquiera de los tres meses (Wiersma, 1990).

Con la T máxima y HR registradas durante el periodo de ensayo se puede inferir que el ambiente generó un estrés térmico importante en algún momento del día sobre los animales. Según Valtorta y Gallardo (2003), temperaturas superiores a los 25 °C hacen que el ambiente sea estresante para los animales. Es así que en enero se registraron 8 días (53%) con temperaturas promedio por encima de los 25°C a partir del 17 de enero, en febrero 10 días (35 %) y en marzo 1 día (7.1%), pero si consideramos los días con temperaturas máximas superiores a 25°C, se registraron en enero 15 días (100%), en febrero 27 días (96.4%) y en marzo 12 días (85.7%)

4.2. CARACTERISTICAS DE LA BASE FORRAJERA

4.2.1. Caracterización del forraje disponible

En el cuadro 5 se presenta la disponibilidad y altura promedio de la pastura para el periodo experimental, su composición botánica y química.

Cuadro No. 5: Disponibilidad, altura, composición botánica y química del material ofrecido

Manejo	Pastoreo libre		Con encierro	
	0%	1%	0%	1%
Suplementación (% PV)				
Disponibilidad (kg MS/ha)	4571 ^a	4303 ^a	4175 ^a	4338 ^a
Altura (cm)	17.9 ^a	16.9 ^a	16.3 ^a	16.6 ^a
Composición botánica (% MS)				
Leguminosas	49.14 ^a	50.31 ^a	51.45 ^a	49.7 ^a
Gramíneas	20.38 ^a	19.61 ^a	18.36 ^a	12.35 ^a
Achicoria	4.16 ^a	4.18 ^a	1.89 ^a	9.66 ^a
Restos secos	26.29 ^a	25.23 ^a	28.18 ^a	24.65 ^a
Composición química (%)				
C	13.26	14.83	16.12	14.38
PC	13.08	13.36	11.35	11.71
FDNcc	47.45	47.29	48.82	42.33
FDAcc	30.94	28.71	32.02	26.11

C: cenizas; PC: proteína cruda; FDNcc: fibra detergente neutro con cenizas; FDAcc: fibra detergente ácido con cenizas.

La biomasa de forraje ofrecido promedio para todo el periodo fue de 4347 Kg. de MS/ha., no existiendo diferencias significativas entre tratamientos ($P>0.05$), pero variando significativamente entre semanas de muestreo ($P<0.001$) y también en las diferentes franjas ($P=0.0379$)

El forraje ofrecido presentó niveles de disponibilidad superiores a los encontrados en otros trabajos para el periodo estival y con pasturas similares: 2272 kg MS/ha (Becoña et al., 1999), 4077 kg MS/ha (Baldi et al., 2001), 4063 kg MS/ha (Rovira, 2002), 3730 kg MS/ha, (Simeone y Beretta, 2005), 2869 kg.MS/ha (Cortazzo et al., 2007), Vaz Martins (2000) resalta que esto esta marcando la variabilidad existente entre años para esta estación en la producción de las pasturas sembradas, debido principalmente al régimen hídrico que es muy variable para la estación de verano, y manejo previo.

Según Hodgson (1981), Cangiano y Gómez (1985) la disponibilidad no habría sido limitante para el consumo ya que los valores obtenidos están por encima de 2000 Kg. de MS/ha. Si tomamos en cuenta la disponibilidad de materia verde de la pradera esta es de 3216 kg MS/ha la cual tampoco habría sido limitante para el consumo adecuado de los animales.

La altura promedio fue de 16.9 cm, sin diferencias estadísticas entre tratamientos ($P>0.05$), pero vario significativamente entre semanas de muestreo ($P<0.0001$) y también en los días dentro de semana ($P= 0.0134$).

La composición química de la pastura se asemeja a los resultados presentados por Baldi et al. (2001) (PC 14.04 %, FDNcc 55.37%, FDAcc 39.23%) y Cortazzo et al. (2007) (PC 12 %, FDNcc 57.2%, FDAcc 32.4%), para una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas para el periodo estival.

4.2.2. Caracterización del forraje rechazado

En el cuadro 6 se presenta la caracterización del forraje rechazado en cuanto a su calidad y disponibilidad según tratamiento.

Cuadro No. 6: Disponibilidad, altura, composición botánica y química del material rechazado

Manejo	Pastoreo libre		Con encierro		
	Suplementación (% PV)	0%	1 %	0%	1%
Disponibilidad (Kg. MS/ha).		1871 ^a	2172 ^b	710 ^a	2160 ^b
Altura (cm).		7.47 ^a	9.77 ^b	7.98 ^a	8.7 ^{ab}
Composición botánica (% MS)					
Leguminosa		24.91 ^a	34.55 ^a	28.18 ^a	31.33 ^a
Gramíneas		12.51 ^a	17.58 ^a	21.07 ^a	13.55 ^a
Achicoria		0.62 ^a	3.51 ^a	1.95 ^a	4.34 ^a
Malezas		0 ^a	0 ^a	0 ^a	0.95 ^a
Restos secos		61.93 ^a	44.35 ^a	48.77 ^a	49.81 ^a
Composición química (%)					
C		24.39	18.66	16.03	27.17
PC		8.65	10.68	9.25	9.07
FDNcc		50.23	53.26	55.22	46.61
FDAcc		33.17	35.7	38.6	31.01

C: cenizas; PC: proteína cruda; FDNcc: fibra detergente neutro con cenizas; FDAcc: fibra detergente ácido corregido por cenizas.

La cantidad de material rechazado promedio fue de 1978 kg de MS/ha y una altura promedio de 8.5 cm.

La biomasa de forraje residual fue afectado por la suplementación ($P < 0.0001$) y la semana de muestreo ($P < 0.0001$) pero no por el manejo del pastoreo ($P = 0.1657$) ni por la interacción suplementación x manejo del pastoreo ($P = 0.0622$).

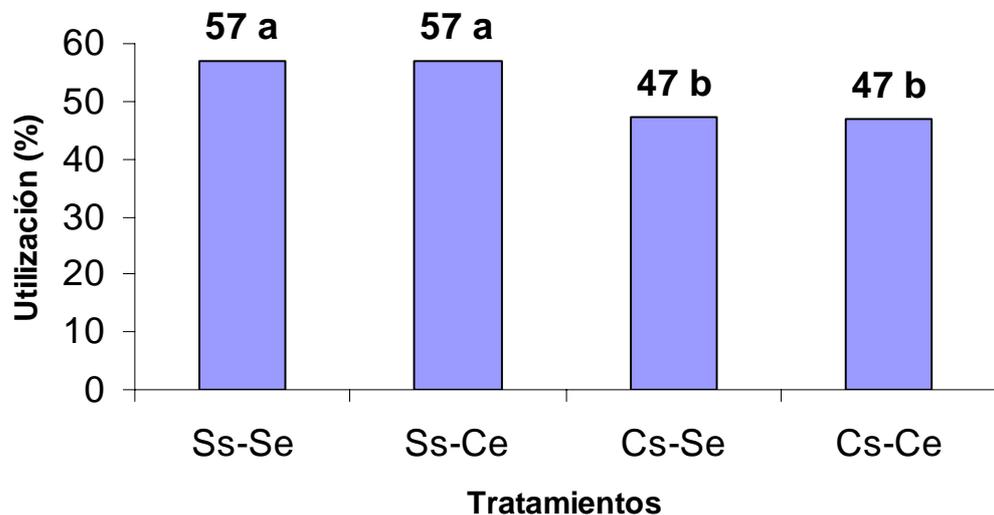
La altura del rechazo fue significativamente afectada por la suplementación ($P = 0.0016$) pero no por el manejo del pastoreo ($P = 0.4473$). También existió efecto significativo entre la interacción de ambos factores ($P = 0.0492$) y también por el efecto de la semana de muestreo ($P = 0.0001$).

La composición botánica de los rechazos no difirió significativamente entre tratamientos ($P > 0.05$), observándose para todos los casos cambios en la proporción relativa de las diferentes fracciones, mostrando una fuerte selección a favor del material verde, y dentro de este una selección fuerte a favor de las leguminosas, seguida por la achicoria y gramíneas.

El forraje rechazado por el animal fue de inferior calidad en comparación con el ofrecido, observándose un aumento del contenido de FDN y una disminución de la PC. Esto indicaría una selección por parte del animal hacia las fracciones de mayor calidad siendo esto mucho más marcado en el tratamiento de pastoreo libre sin suplementación.

4.2.3. Utilización de forraje

La utilización del forraje fue afectada significativamente por la suplementación ($P= 0.0003$), y por las semanas de muestreo ($P<0.0001$), pero no por el manejo del pastoreo ($P=0.9606$) ni la interacción entre ambos factores ($P=0.9606$).



a,b medias seguidas de diferente letra difieren ($P< 0.05$)

Ss-Se: Sin suplementación, sin encierro. Ss-Ce: Sin suplementación, con encierro. Cs-Se: Con suplementación, sin encierro. Cs-Ce: Con suplemento, con encierro.

Grafico No. 2: Utilización de pasturas para los diferentes tratamientos

Beretta et al. (2005) con AF de 6 % sobre pasturas sembradas en verano, encontraron porcentajes de utilización de 24.3% para pastoreo libre y 23.9% para pastoreo restringido. Estos valores son inferiores a los encontrados pero concuerdan en el hecho de que no existieron diferencias entre pastoreo libre y restringido. Chilibroste et al. (2005) afirma también que la restricción del tiempo de acceso a la pastura no afectó la utilización de la misma ($P>0.05$), y lo explica por que existiría una compensación por parte del animal en el aprovechamiento de esa pastura.

Cortazzo et al. (2007) para una asignación de 6 % sobre una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas en el periodo estival no encontraron diferencias significativas entre el tratamiento con pastoreo libre y pastoreo restringido (45.9% y 41.5% de utilización, respectivamente).

Rovira (2002) en un experimento sobre un verdeo y otro sobre una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas en verano tampoco encontró diferencias en la utilización pero en estos experimentos uno de los tratamientos permanecía en la parcela sin acceso a sombra y el otro tenía acceso a sombra dentro de la parcela por lo que no hubo restricción en el tiempo de acceso, sino que este fue regulado por el propio animal.

4.3. CONSUMO

4.3.1. Consumo de forraje

El análisis estadístico del consumo muestra que hubo efecto de la suplementación ($P = 0.0003$) y de la semana de medición ($P < 0.0001$), pero no del manejo del pastoreo ($P = 0.9588$), ni de la interacción entre suplementación y manejo ($P = 0.9588$).

En el cuadro 7 se presentan las medias de consumo para cada tratamiento. Se puede observar que el tiempo de acceso a la pastura no fue determinante del consumo total diario de materia seca de forraje y que el animal pondría en marcha algún mecanismo como forma de compensar ese menor tiempo de acceso a la pastura y lograr similares niveles de consumo en comparación a aquellos en que el tiempo de acceso no es restringido.

Dougherty et al. (1989), Greenwood y Demment (1998), Patterson et al. (1998), Iason et al. (1999) encuentran que el ayuno o la restricción en el tiempo de pastoreo conducen a incrementos de la tasa de consumo a través de un aumento de la tasa de bocado sin modificar el peso del bocado.

Cuadro No. 7: Consumo de forraje promedio por tratamiento en % PV

	Manejo del pastoreo ¹		
	Pastoreo libre	Encierro diurno	PROMEDIO
Suplementación			
0%	3.42 ^{Aa}	3.42 ^{Aa}	3.42 ^A
1%	2.83 ^{Bb}	2.82 ^{Bb}	2.83 ^B
PROMEDIO	3.13 ^a	3.12 ^a	

¹ Libre: los animales permanecen en la parcela todo el día. Con encierro: los animales se encierran entre las 11:00 y las 17:00 horas en corral con sombra.

a,b Medias en la misma fila seguidas de diferente letra difieren (P<0.05)

A, B Medias en la misma columna seguidas de diferente letra difieren (P<0.05)

El menor consumo de forraje registrado en los tratamientos suplementados se debe al efecto que se conoce como sustitución, que es la cantidad de MS de forraje que el animal deja de consumir por unidad de consumo de concentrado (Vaz Martins, 1997).

La reducción en el consumo de forraje a causa de la suplementación energética, depende también en cierto grado de la calidad de la dieta base (Caton y Dhuyvetter, 1996).

La tasa de sustitución de forraje por grano en este experimento fue de 53 % lo que quiere decir que por cada kg de suplemento consumido los animales dejaron de consumir 0.53 kg de forraje.

Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían entre 0.5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, 1972) lo que concuerda con lo obtenido en este experimento.

4.3.2. Consumo de suplemento

El suplemento fue ofrecido a razón del 1% de PV y no existió rechazo de este en todo el periodo experimental, la eficiencia de conversión en cada tratamiento se reporto en el cuadro 8.

Cuadro No. 8: Eficiencia de conversión de suplemento y consumo de concentrado para los animales suplementados

Tratamientos	Consumo concentrado (kgMS/ani./día)	Eficiencia de conversión.*	Ganancia media diaria (kg./ani./día)
Pastoreo libre	3.4a	16.4a	0.98a
Pastoreo restringido	3.5a	27.7b	1.04a

* kg de suplemento por cada kg de ganancia de peso vivo adicional

a,b medias en la misma columna seguidas de diferente letras difieren ($p < 0.05$)

Beretta (2005) cita para una asignación de forraje de 6 % en verano para novillos de 280 kg de peso vivo sobre pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas una eficiencia de conversión de 9:1. La eficiencia de conversión obtenida en este experimento es mucho menor y la causa de esta baja eficiencia de conversión se debe principalmente a las altas ganancias individuales que se tuvieron sin la suplementación.

Para asignaciones de 9 % la eficiencia de conversión es más baja aún (45:1); y para 3% de asignación de forraje la eficiencia de conversión es buena (6:1), (Beretta, 2005); por lo que en verano para obtener buena eficiencia de conversión del concentrado hay que trabajar a bajas asignaciones.

Aun a bajas asignaciones de forraje, la respuesta a la suplementación fue menor en el verano sobre praderas que en el otoño-invierno, afectando a la eficiencia de conversión del grano (Simeone et al. 2003, Beretta 2004). La peor calidad de las pasturas estival, sumado a condiciones ambientales de mayor estrés para el animal, probablemente expliquen en parte esta respuesta diferencial. Las altas temperaturas del verano podrían estar afectando negativamente el consumo de alimento e incrementando los costos de mantenimiento del animal (NRC, 1996).

4.3.3. Consumo total de MS y energía

Se presenta el cuadro N° 9 en donde se puede observar el consumo de materia seca de la pastura y de suplemento así como el consumo total de energía metabolizable por parte de los animales.

Cuadro No. 9: Consumo total de materia seca y energía

Suplementación*	<u>Pastoreo libre</u>		<u>Con encierro</u>	
	0%	1%	0%	1%
CMSF kg/día	11.72	9.86	11.82	9.96
CMSC kg/día	0	3.48	0	3.52
CMST kg/día	11.72	13.35	11.82	13.49
CEM Mcal/día.	28.75	36.12	28.63	37.25

* Suplementación como % de peso vivo.

CMSF: Consumo de materia seca de forraje en kg por animal por día.

CMSC: Consumo de materia seca de concentrado en kg por animal por día.

CMST: Consumo de materia seca total en kg por animal por día.

CEM: Consumo de Energía metabólica en megacalorías por animal por día.

$$\text{CEM (Mcal/día)} = \text{CMS (kg/día)} * \text{EM (Mcal/kg)}$$

$$\text{EM} = \text{DMS} * 4.409 * 0.82$$

$$\text{DMS(\%)} = 92.51 - (\text{FDA\%} * 0.7965) \text{ Grant et al. (1997)}$$

Observando el cuadro anterior podemos decir que el suplemento causó un efecto de sustitución con adición. Los animales suplementados consumieron menor cantidad de forraje pero el consumo total de materia seca fue superior.

4.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL

4.4.1. Tiempo de pastoreo, rumia, descanso y jadeo

La suplementación redujo el tiempo de pastoreo ($P= 0.0048$), sin afectar significativamente al tiempo de rumia ($P= 0.3866$) o descanso ($P=0.0925$); en tanto el manejo del pastoreo determinó que, animales con encierro, tuvieran durante el tiempo de acceso a la pastura una mayor proporción de éste dedicada a la actividad de pastoreo ($P<0.0001$) en detrimento de una menor actividad de rumia ($P=0.0030$) y de descanso ($P=0.001$). La interacción entre ambos factores fue significativa para tiempo de pastoreo ($P=0.0192$) y rumia ($P=0.0026$). El análisis estadístico para la probabilidad de hallar animales jadeando, no convergió, por lo cual se reportan las medias aritméticas.

En el cuadro 10 se presentan las medias ajustadas agrupadas por efecto principal.

Cuadro No. 10: Efecto de la suplementación y del manejo del pastoreo sobre la proporción de horas de luz dedicada a las actividades de pastoreo, rumia, descanso y jadeo en novillos en pastoreo

Manejo	Pastoreo libre		Con encierro	
	Suplementacion (% PV) 0	1	0	1
Pastoreo*	45.0 ^b	37.8 ^b	67.9 ^a	60.2 ^a
Rumia *	18.6 ^a	14.1 ^{ab}	8.9 ^b	14.2 ^{ab}
Descanso*	33.6 ^a	38.8 ^a	21.4 ^b	23.0 ^b
Jadeo*	2.8	9.3	1.8	2.53

a,b Medias en la misma fila seguidas de diferente letra difieren (P<0.05)

* % del tiempo en estudio dedicado a la actividad

Ayantunde et al. (2001) encontraron que a medida que los animales disminuyeron el tiempo total de acceso al pastoreo hubo un aumento en el porcentaje del tiempo pastoreando a medida que los tiempos de ayunos aumentaban. Según Chilbroste et al. (1997), Soca (2000) esto se logra a través de una disminución en el tiempo dedicado a rumia y descanso como fuera observado en este trabajo.

4.4.2. Patrón diurno de pastoreo

El patrón diurno de pastoreo fue afectado significativamente por la suplementación ($P=0.0048$), por el manejo del pastoreo ($P<0.001$) y por la semana del muestreo ($P < 0.0001$).

La interacción entre manejo del pastoreo y la suplementación no tuvo efecto significativo entre las 17 a 20 horas, pero sí entre la 7 a 10 horas; entre 10 a 13 y de 13 a 17 horas no hubo efecto significativo entre el tratamiento suplementado y no suplementado que permanecía en la pastura entre estos horarios.

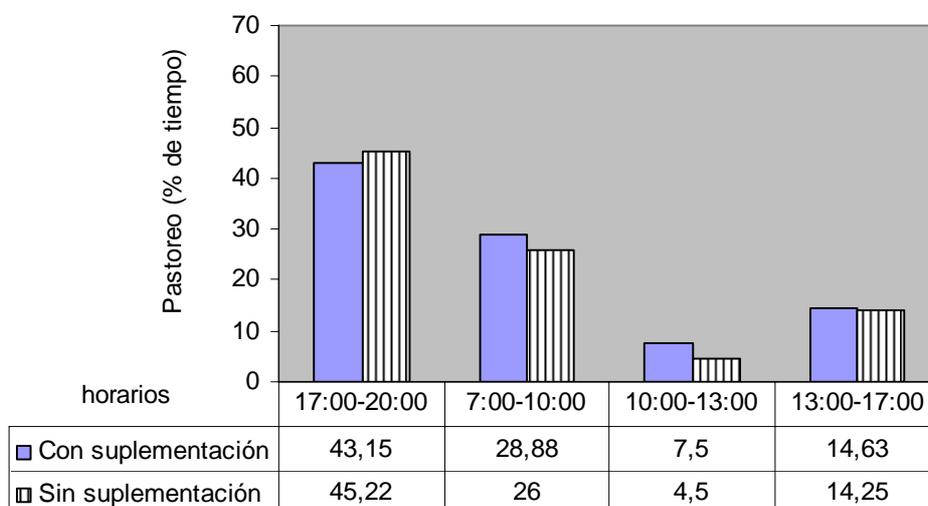


Gráfico No. 3: Porcentaje del tiempo dedicado a pastoreo a diferentes horas del día para los animales en pastoreo libre

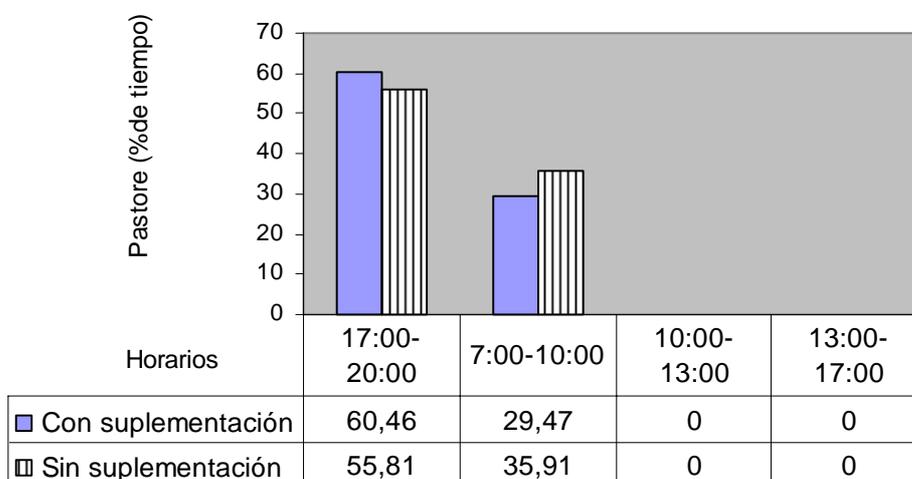


Gráfico No. 4: Porcentaje del tiempo dedicado a pastoreo a diferentes horas del día para los animales con encierro diurno entre las 11:00 y 17:00 hs

Observando ambas gráficas podemos concluir que los animales con encierro diurno dedican mayor proporción de tiempo que están sobre la parcela a la actividad de pastoreo, siendo esta una forma de compensar las horas de encierro que no tuvieron acceso al forraje.

Dougherty et al. (1989) señala que el ayuno también afecta el tiempo de pastoreo total, produciendo una menor cantidad de sesiones de pastoreo pero de mayor duración. Chilibroste et al. (1997), Greenwood y Demment (1998), Soca et al. (2000) marcan que esta mayor proporción del tiempo dedicada al pastoreo se da principalmente a través de un aumento en el largo de la primera sesión de pastoreo, lo cual se verificó en el presente trabajo 60,46 vs 43.15 % para los suplementados y 55.81 vs 45.22 % para los no suplementados.

Si bien el efecto del ambiente o del estrés térmico sobre el % de animales pastoreando a las diferentes horas del día no puede evaluarse directamente por no disponerse de registros horarios de temperatura y humedad, este puede inferirse observando los cambios en el tiempo de pastoreo en los diferentes días a lo largo del periodo experimental en referencia al ITH (Gráficos 5 y 6).

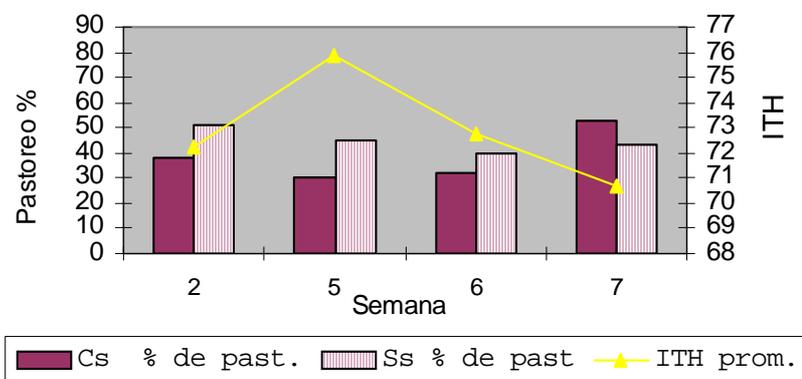


Gráfico No. 5: Porcentaje del tiempo dedicado a la actividad de pastoreo e índice de temperatura y humedad medio (ITH) para los animales en pastoreo libre, suplementados (Cs) o no suplementados (Ss)

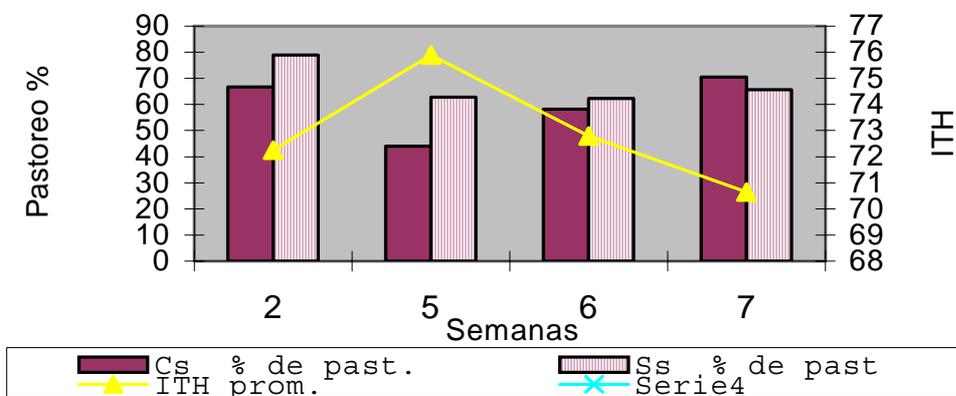


Gráfico No. 6: Porcentaje del tiempo dedicado a la actividad de pastoreo e índice de temperatura y humedad medio (ITH) para los animales con encierro, suplementados (Cs) o no suplementados (Ss)

En los gráficos No.5 y 6 se observa que el tiempo de pastoreo mostró una tendencia inversa con los valores de evolución del ITH, por lo que al aumentar el ITH disminuye el tiempo de pastoreo para todos los tratamientos pero fue mas fuerte la caída en aquellos sin encierro. La suplementación también podrá estar disminuyendo los costos energéticos de los animales al disminuir la actividad de pastoreo.

Según Rosso (2004) en verano, la disminución de las horas de pastoreo esta ligada estrechamente a la temperatura (estrés calórico) determinado la búsqueda de sombra y agua y mayor gasto de energía para compensar el calor.

Ganado en pasturas sin sombra y con estrés calórico han demostrado caminar en exceso, concentrarse en las esquinas del potrero, acudir mas seguido al bebedero y disminuir su actividad de pastoreo (Arnold y Dudzinski, 1978).

Arnold, citado por Gallardo et al. (1994), encontró que en climas cálidos y húmedos el tiempo dedicado al pastoreo con temperaturas superiores a los 26°C, descendería a una tasa de 20 minutos por cada grado de aumento. La disminución del tiempo de pastoreo, sería una de las principales causa que explicaría la caída de consumo durante el verano.

Al respecto Arnold y Dudzinski (1978) citan una larga lista de trabajos donde en el rango entre 0 y 34 °C y en condiciones de baja humedad el tiempo de pastoreo de los animales no fue afectado. En cambio en climas húmedos y calurosos el tiempo de pastoreo comenzó a disminuir por encima de los 26 °C.

Yousef (1985) sugiere que la reducción del tiempo de pastoreo durante el día, debe ser corregido en parte por pastoreo nocturno.

4.4.3. Tasa de bocado

La tasa de bocado promedio no fue afectada por la suplementación ($p = 0.6247$), ni tampoco por el manejo del pastoreo ($p = 0.1725$) ni por la interacción entre ambos factores ($p = 0.9142$) pero si hubo efecto de la semana de muestreo ($p = 0.0043$).

En el cuadro 11 se presenta la tasa de bocado promedio y por hora según los distintos tratamientos.

Cuadro No. 11: Tasa de bocado promedio y para diferentes horarios en cada tratamiento

Manejo Suplementación (%PV)	Pastoreo libre		Con encierro	
	0	1	0	1
TB prom	38.03 a	37.46 a	39.29a	38.92a
TB 17 hs	42.59 a	44.26 a	42.75 a	41.41a
TB 19 hs	37.43 a	37.57 a	40.1a	35.6a
TB 7 hs	34.35 a	37.41 a	37.76a	38.66a
TB 9 hs	36.73 a	40.47 a	38.69a	36.85 a
TB 11 hs	32.11 a	34.21 a	-	-
TB 15 hs	37.36 a	28.36 a	-	-

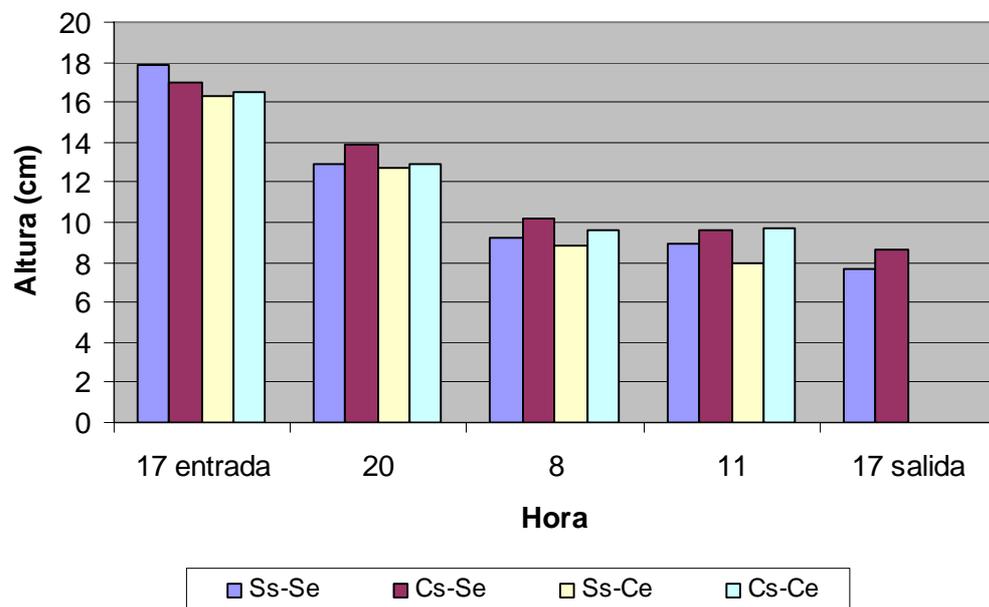
Observando el cuadro se puede decir que no existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tasa de bocado de los diferentes tratamientos. El consumo en las horas previas al cambio de franja de los tratamientos en pastoreo libre se veía muy disminuido (ver gráfica 5) por las altas temperaturas y por la calidad del forraje residual, lo que habría hecho que estos animales ingresaran a la nueva franja (17 horas) con el mismo apetito que los animales que estaban en el

encierro. En un manejo normal se esperaría que los animales con encierro ingresaran a la nueva franja con más apetito y con tasas de bocado superiores que los animales que permanecían en la pastura, hecho que no se comprobó en este trabajo.

4.4.4. Defoliación de la pastura

No hubo efecto significativo de la Suplementacion, del manejo del pastoreo ni de la interacción entre ambos ($p > 0.05$) sobre el patrón de defoliación de la pastura medido a través de la altura en diferentes horarios, pero si existió efecto de la semana de muestreo ($p < 0.05$).

En la gráfica 7 se presenta la defoliación de la pastura para diferentes momentos del día.



Tratamientos: Ss-Se Sin suplementacion sin encierro; Cs-Se Con suplemento sin encierro; Ss-Ce Sin suplemento con encierro; Cs-Ce Con suplemento sin encierro.

Gráfico No. 7: Altura promedio de la pastura en diferentes momentos del día para los diferentes tratamientos

No se observaron diferencias en cuanto a la velocidad de defoliación entre los diferentes tratamientos. La altura de rechazo tanto para los tratamientos con pastoreo libre como con pastoreo restringido no presentó diferencia significativa (ver anexo 35). Se obtuvieron rechazos de igual altura a lo largo de las diferentes horas del día, lo que demuestra que los animales que permanecían en la pastura lo hacían pero sin pastorear ya sea por el estrés calórico o por la altura y calidad del forraje que ya en ese momento se veía bastante afectado por el pisoteo.

4.4.5. Indicadores de estrés térmico

La tasa respiratoria a las 11:00 hs, previo al ingreso de los animales a los corrales de encierro no difirió entre tratamientos, en tanto a las 14:00 hs los animales con encierro presentaron una tasa respiratoria inferior a la de aquellos en pastoreo libre ($P<0,001$). No se registró efecto de la suplementación ni de la interacción entre ambos factores ($P>0,05$).

En cuanto al score de jadeo no se tiene análisis estadístico por lo cual se reportaran las medias aritméticas.

Cuadro No. 12: Tasa respiratoria (respiración por minuto) y score de jadeo por tratamiento según horario

Tratamientos	<u>Pastoreo libre</u>				<u>Pastoreo restringido</u>			
	0%		1%		0%		1%	
Suplementacion								
Hora	11	14	11	14	11	14	11	14
Tasa Respiratoria	40.1a	69.8a	41.1a	68.7a	38.4a	50.8b	39.6a	54.1b
Score de jadeo	0	1	0	1	0	0	0	0

a,b Medias en la misma fila seguidas de diferente letra difieren ($P<0.05$)

Resultados similares fueron obtenidos por Azanza y Machado (1997) en Salto, Uruguay, con vacas Holando en producción: animales al sol a las 14 y 30 horas registraron 95.5 respiraciones por minutos, mientras que registraron animales a la sombra 68.7 respiraciones por minutos. Invernizzi y Marziotte (1998), a la mañana (7 horas) registraron en animales al sol un promedio de 39 respiraciones por minuto y los de la sombra 40 respiraciones por minuto, mientras que en la tarde (17 horas) los promedios fueron de 94 y 70 respiraciones por minuto en los tratamientos sol y sombra respectivamente.

Según relatan los respectivos autores, para ambos experimentos las tasas respiratorias fueron mayores en los tratamientos que permanecían al sol durante las horas de sol más intenso, en donde se podía visualizar el estrés provocado por las altas temperaturas.

La tasa respiratoria reacciona de forma muy sensible al calor ambiental; muchas veces precede a la temperatura rectal y es fácil de determinar (Bianca, 1963).

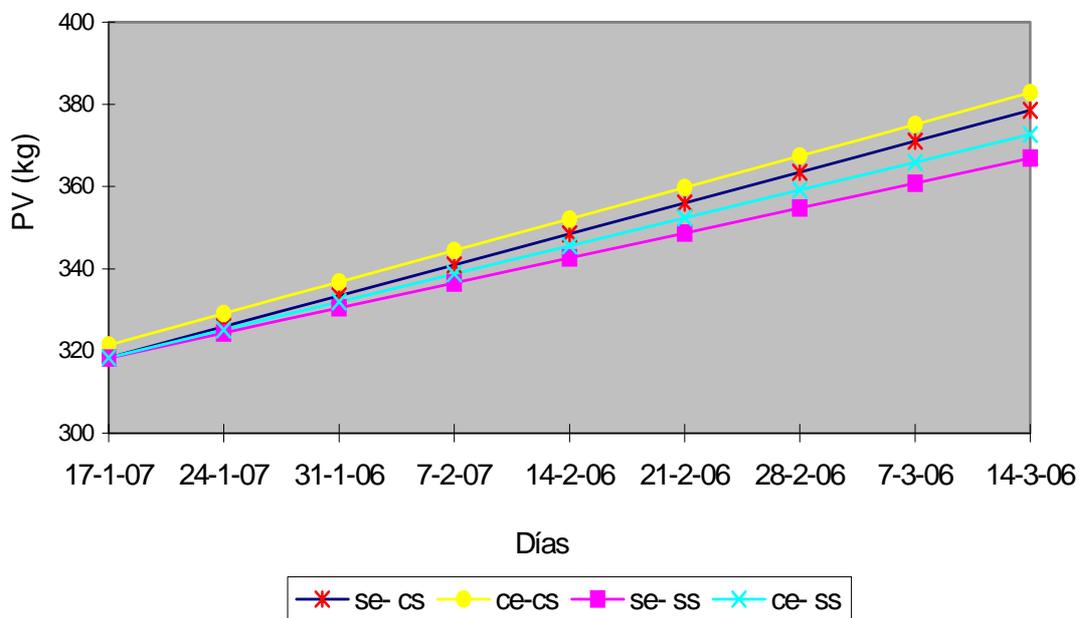
Hasta temperaturas de aproximadamente de 15 °C, el ritmo respiratorio del ganado vacuno permanece estable, en un nivel aproximado de 20 respiraciones por minuto (Bianca, 1963).

Estos resultados resaltan el hecho de que el animal responde al estrés aumentando la tasa respiratoria (Wagner, citado por Becoña y Casella, 1999) y este es uno de los pocos mecanismos para identificar a simple vista que el estrés esta presente.

El score de jadeo a las 11 horas no tuvo diferencias entre tratamientos no observándose signo de estrés en los animales, en cambio a las 14 horas se pudo observar signos de estrés en los animales que permanecían en la parcela como era de esperar. A lo largo del experimento se pudo constatar que el estrés se hacia mas notorio en la medida que avanzaban las horas de la tarde para luego disminuir en las ultimas horas de la tarde.

4.5. EVOLUCION DEL PESO VIVO

El peso vivo mostró una tendencia de evolución lineal a lo largo del periodo experimental ($P < 0,01$) En el gráfico N° 7 se presentan las curvas ajustadas de evolución de peso para cada tratamiento.



Tratamientos: Ss-Se Sin suplementacion sin encierro; Cs-Se Con suplemento sin encierro; Ss-Ce Sin suplemento con encierro; Cs-Se Con suplemento sin encierro.

Gráfico No. 8: Evolución del peso vivo ajustado para el período experimental.

Las pendientes de la curvas equivalentes a la ganancia media diaria fueron afectadas por la suplementación ($P=0.0364$), pero no se observó efecto significativo del encierro ($P=0.4329$) ni de la interacción entre ambos factores ($P=0.6109$). En el cuadro 15 se presentan las medias ajustadas para cada tratamiento y efecto principal.

Cuadro No. 13: Ganancias de peso promedio por tratamiento en kg/día/animal

	Manejo del pastoreo ¹		PROMEDIO
	Pastoreo libre	Encierro diurno	
Suplementación			
0%	0.87Aa	0.97Aa	0.92 A
1%	1.08Ba	1.10Ba	1.09B
PROMEDIO	0.98a	1.04a	

¹ Libre: los animales permanecen en la parcela todo el día. Con encierro: los animales se encierran entre las 11:00 y las 17:00 horas en corral con sombra.

a,b Medias en la misma fila seguidas de diferente letra difieren (P<0.05)

A,B Medias en la misma columna seguidas de diferente letra difieren (P<0.05)

Baldí et al. (2001) encontró en un experimento sobre el efecto de la suplementación energética y distintos niveles de AF sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes en verano, ganancias diarias de peso de 0.082, 0.370, 0.482 kg/ animal/día para asignaciones de 3, 6, 9 % de peso vivo sin suplementación. En cambio para los tratamientos suplementados a razón del 1 % del PV con grano de maíz obtuvo ganancias del orden de 0.589, 0.653, 0.587 kg/ animal/día para 3, 6, y 9 % de asignación de forraje.

A su vez, Beretta et al. (2005) en un experimento con animales manejados al 6 % de asignación de forraje con pastoreo libre y restringido (encierro con agua y sombra entre las 10:00 y 16:00 horas, sin suplemento y suplementados con granos y afrechillo de arroz integral) obtuvieron ganancias diarias de 0.746 kg /animal/día para pastoreo libre y 1.005 kg/animal/día para pastoreo restringido, siendo diferentes estadísticamente (P=0.0160).

Cortazo et al. (2007) en un experimento con animales manejados al 6 y 12 % de asignación de forraje con pastoreo libre y restringido (encierro con agua y sombra entre las 10:00 y 17:00 horas, sin suplemento) obtuvieron ganancias

diarias de 0.65 y 0.72 kg /animal/día para pastoreo libre y 0.87 y 0.86 kg/animal/día para pastoreo restringido, respectivamente.

Invernizzi y Marziotte (1998) trabajando con vacas Holando en producción obtuvieron mayor ganancia diaria de los animales con sombra frente al grupo de los animales con sol de 0.27 Kg. por día. Becoña y Casella (1999) obtuvieron diferencias de 0.14 kg /día KG para lotes de animales con disponibilidad de sombra respecto a los que no tenían acceso a la sombra; también Rovira (2002) en un ensayo llevado a cabo en Treinta y Tres en recría de novillos muestra que los novillos con sombra lograron una ganancia diaria de 56% mayor a los novillos sin sombra.

Numerosos autores Boelcke y Torres (1975), Steffan et al. (1978), Giraudo et al. (1980), Boom y Sheath (1998,1999), reportan aumentos en la ganancia de peso al suplementar con concentrado (grano de maíz) sobre pasturas de mediana a baja calidad en verano lo cual coincide con los datos obtenidos en donde los tratamientos suplementados obtuvieron mayores ganancia que los no suplementados.

Contrariamente a lo esperado, la restricción en el tiempo de acceso a la pastura no mejoro significativamente la ganancia diaria (1.034 vs. 0.971 kg/día) sin haber diferencias significativas $P= 0.4329$ lo que indica que el encierro a la sombra no tuvo efecto en las ganancias diarias.

4. 6. DISCUSION GENERAL

El uso de encierro con sombra entre las 11:00 y 17:00 horas no generó una mejora en la performance animal lo que no condice con antecedentes para Uruguay y la región que marcan una mejora en la performance animal por el uso de sombra.

Existió respuesta a la suplementación para una asignación de forraje fija de 6 % y no existió respuesta del encierro a la sombra, lo que marcaría un efecto año importante para esta serie de experimentos. Los efectos de ambos factores sobre la ganancia media diaria, se manifiestan en forma aditiva, registrándose una diferencia de 0,23 Kg. /día entre el tratamiento en pastoreo libre sin suplementación (0.87 Kg. /día) y aquel suplementado y con encierro (1.10 Kg. /día). Si bien la interacción no fue significativa, la respuesta a la suplementación en animales sin encierro diurno fue numéricamente superior (0.138 Kg./día) que en los animales con pastoreo restringido (0.130 Kg./día), así como la respuesta al encierro fue mayor en los animales sin suplementación (100gr vs 20gr). Esto probablemente refleja una mayor demanda energética por parte de los primeros (Valtorta y Gallardo, 1996).

Este resultado obtenido de no respuesta a la sombra en nuestra opinión se debe al muy buen estado de la pastura que hizo que se logaran ganancias muy cercanas a 1 kg para los tratamientos sin suplementación y superiores a 1 kg para los tratamientos suplementados. Estas ganancias son muy superiores a las obtenidas en otros trabajos realizados en verano con 6 % de asignación de forraje: 0.483 y 0.804 kg. /animal/día para animales sin suplemento y suplementados al 1% respectivamente, Beretta (2004); 0.690 kg. Cortazzo et al. (2007); 0.653 y 0.370 kg. /animal/día para animales sin suplemento y suplementado al 1% Baldi et al. (2001). Otra razón que explicaría esta buena performance y la ausencia del efecto del encierro pudo haber sido que este verano en particular presentara condiciones estresantes más moderadas que otros y pudiendo los animales recuperarse del estrés. En el verano anterior a este experimento Cortazzo et al. (2007) obtuvieron respuesta significativa ($P= 0.0031$) al encierro diurno con sombra, las ganancias obtenidas fueron: 0.72 y 0.65 kg/animal/día para 6 y 12% de asignación de forraje sin encierro respectivamente y de 0.87 y 0.86 kg/animal/día para 6 y 12% de asignación de forraje con encierro respectivamente.

El encierro diurno no causo una disminución en el consumo, ya que el animal compensó su menor tiempo de acceso a la pastura con una mayor proporción del tiempo dedicado al pastoreo mientras permanecía en la pastura, lo que condice con la bibliografía citada pero sin registrarse un aumento en la tasa de bocado lo que difiere con lo esperado.

Los animales que permanecían en la pastura entre las 11:00 – 17:00 horas disminuían casi por completo la actividad de pastoreo y esto se pudo deber a la mala calidad y altura de la pastura en ese horario, al efecto del calor y a la ansiedad del animal por entrar a la nueva franja que lo hacían a la hora 17:00. Concluimos que no se registro diferencias en la tasa de bocado entre los distintos tratamientos debido a lo anteriormente descrito.

Si bien el consumo de grano le permitió a los animales suplementados obtener un mayor consumo de materia seca y nutrientes, y por lo tanto mejores ganancias, la respuesta a la suplementación tuvo muy bajas eficiencias de conversión (16:1; 27:1 para el tratamiento con pastoreo libre y con pastoreo restringido respectivamente. Para asignaciones de 6% en verano la suplementación con grano de cebada es una práctica anti económica manejando los valores históricos de carne y grano.

Habría que investigar el uso de verdes de verano con diferentes asignaciones de forraje, tratamientos con pastoreo libre sin acceso a sombra, tratamientos restringidos con acceso a sombra y suplemento y tratamientos sin suplemento ya que los verdes de verano no solo dan gran volumen de forraje sino que también son de buena calidad como estrategia para levantar alguna de las limitantes que posee esta estación (baja producción y mala calidad de forraje).

5. CONCLUSIONES

La ganancia media diaria de novillos pastoreando praderas mezclas de gramíneas y leguminosas puede ser incrementada a través de la suplementación con grano a razón del 1% del peso vivo. Esta respuesta no se ve afectada por cambios en la estrategia del manejo del pastoreo que busquen mejorar las condiciones de termo confort para el animal, retirando al animal de la pasturas, hacia corrales con sombra, durante las horas de mayor radiación solar.

Novillos restringidos durante el día en el tiempo de acceso a la pastura no ven afectado su consumo respecto a los que permanecen en pastoreo libre. Los animales restringidos compensaron en menor tiempo de acceso dedicando una mayor proporción del mismo al pastoreo, sin aumentar la tasa de bocado.

Los animales sin acceso a sombra mostraron estrés térmico en las horas de mayor calor observándose jadeo y un aumento de la tasa respiratoria con respecto a los animales con acceso a sombra, pero sin afectar la performance animal.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación, del manejo del pastoreo (libre y restringido) y de la sombra durante el período estival, sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas con 6% de asignación de forraje. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, en Paysandú, Uruguay en el período comprendido entre 10/01/2006 y el 14/03/2006. Treinta y dos novillos Hereford, de aproximadamente 18 meses de edad con un peso vivo promedio de 317 con un desvío de 34.6 kg fueron asignados al azar en cuatro tratamientos: pastoreo restringido con acceso a sombra entre las 11:00 y 17:00 horas, con y sin suplementación (1% PV) y pastoreo libre sin acceso a sombra con y sin suplementación (1% PV). Los animales pastorearon una pastura mezcla compuesta por *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Cichorium intibus* de forma rotativa, en franjas diarias. El encierro diurno con sombra no afectó las ganancias medias obtenidas ($P=0.4329$), habiendo efecto de la suplementación ($P=0.0364$), y no habiendo efecto de la interacción entre ambos factores ($P=0.6109$). Las ganancias medias ajustadas por tratamientos fueron: 0.87 y 0.97 kg/ animal/día para los tratamientos sin suplemento sin encierro y con encierro respectivamente y 1.08 y 1.10 kg/animal/día para los tratamientos suplementados sin encierro y con encierro respectivamente. La restricción provocada por el encierro no tuvo efecto sobre el consumo de materia seca, explicado por una mayor proporción del tiempo que estuvieron en la pastura dedicados a la actividad de pastoreo.

Palabras clave: Suplementación; Manejo del pastoreo; Sombra; Periodo estival; Novillo Hereford.

7. SUMMARY

The aim of this thesis is to study the effect of supplementation, type of grazing (unrestricted and restricted) and the use of shade during the summer season on the performance of Hereford young bulls in meadows with a forage allowance of 6%. The experiment was carried out in the Experimental Station Mario A. Cassinoni, in Paysandú, Uruguay from 10th January 2006 to 14th March 2006. Thirty-two Hereford young bulls that were approximately 18 months old and of an average alive weight of 317 with a deviation of 34.6 kg were randomly assigned to one of four treatments: restricted grazing with access to shade between 11.00 am and 5.00 pm, with and without supplementation (1% PV) and unrestricted grazing without access to shade with and without supplementation (1% PV). The young bulls grazed a mixed pasture that consisted of *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* and *Cichorium intibus* in a rotational way and in strip grazing. The daytime fenced grazing with access to shade did not have effect on the average gain ($W=0.4329$), the supplementation had an effect ($W=0.0364$), and the interaction of both factors did not have an effect ($W=0.6109$). The average gain was: 0.87 kg/ animal/day in treatments without supplement and not in a corral, 0.97 kg/ animal/day in treatments without supplement and in a corral, 1.08 kg/ animal/day in treatments with supplement and not in a corral and 1.10 kg/animal/day in treatments with supplement and in a corral. The restriction caused by being in a corral did not have effect on the consumption of dry matter because the animals spent a longer space of time in the grazing activity.

Keywords: Supplementation; Type of grazing; Shade; Summer season; Young Hereford.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ARMTRONG, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and colling. *Journal of Dairy Science*. 77: 2044-2050.
2. ASBER, A.B. 1999. Manual de cría de becerros. Zaragoza, España, Acribia. pp. 81-84.
3. AYANTUNDE, A. A.; FERNANDEZ-RIVERA, S.; HIERNAUX, P. H. Y.; VAN KEULEN, H.; UDQ, H. M. J.; CHANONO, M. 2001. Effect of timing and duration of grazing of growing cattle in the best African. *Journal Animal Science*. 72: 117-128.
4. AZANZA, J.; MACHADO, E. 1997. Efectos de la disponibilidad de sombra en verano en vacas lecheras con distintos niveles de producción. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 121 p.
5. BALCH, C.C. Y CAMPLING, R. C. 1962. Regulation of voluntary food intake in ruminants. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 32: 669-686.
6. BALDI, F.; FERNANDEZ, J.; GÓMEZ, F. 2001. Efecto de la suplementación energética y distintos niveles de asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes durante el verano. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 55 p.
7. BARTABURU, S.; COOPER, P.; LANFRANCONI, M.; OLIVERA, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación

de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.

8. BECOÑA, G.; CASELLA, M. P. 1999. Efecto de la sombra sobre el comportamiento animal de terneros Holando y Hereford en el período estival. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
9. BEEDE; COLLIER, 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal Animal Science*.62: 543-554.
10. BERMAN, A., WOLFENSON,D. 1992. Environmental modifications to improve production and fertility. In: Van Horn, H. H.; Wilcox, C. J. eds. Large dairy herd management. American Dairy Science Association. 15: 126-134.
11. BERNABUCCI, U; BANI, P.; LACETERA, N.; NARDONE, A.; RONCHI, B. 1999. Influence of short and long term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. *Journal of Dairy Science*.82. 967-973.
12. BERETTA, V.; BRUNI, M. 1998. Manejo de agua de bebida en sistemas lecheros y ganaderos. Plan Agropecuario. Cartilla UEDY. no.12. 8 p.
13. _____.; SIMEONE, A.; ELIZALDE, J. C.; BALDI, F., 2005. Pastoreo restringido y suplementación; dos alternativas para el manejo estival de novillos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 13 (4): 161 - 190.

14. BERRA, G.; CARRILLO, J.; MATE, A. 1995. Prevención al estrés calórico en terneras. *Super Campo*. 2 (15): 24-28.
15. BIANCA, W. 1963. Rectal temperature and respiratory rate as indicators of heat tolerance in cattle. *Journal of Agriculture Science* 60:113-120.
16. _____. 1965. Cattle in a hot environment. *Reviews of the Progress of Dairy Science*. 32:291-338.
17. _____. 1973. Termorregulación. In: Hafez, E.S.E. ed. *Adaptación de los animales domésticos*. Barcelona, Labor. pp. 135-161.
18. BIANCHI, J.L. 1980. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia en peso de novillos en pastoreo. Tesis de Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
19. _____. 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. 112 p.
20. BIDART, D. 1997. Tambo; como combatir el calor. *Chacra (Argentina)*. 67 (794): 38-40.
21. BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour; a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 34(2): 285 – 295.

22. BOOM, C. J.; SHEAT, G. W. 1998. Grain supplementation of finishing beef cattle. Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production. 58: 239-242.

23. BOWMAN, J.P.; SANSON, D.W. 1996. Starch or fiber-based supplements for grazing ruminants. Journal Animal Science. 47: 118.

24. BURNS, J.C.; POND, K.R.; FISHER, D.S.; LUGINBUHL, J.M. 1997. Changes in forages quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. Journal of Animal Science. 75 (5): 1368-1379.

25. CANGIANO, C. A.; GOMEZ, P. O. 1984. Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 5 (9-10): 573-579.

26. _____, GALLI, J. R.; DICHIO, L.; ROZYPALEK, S. H.; PECE, M. A. 1997. Dimensiones del bocado de vacas lecheras pastoreando verdes de verano. Revista Argentina de Producción Animal. 17 (1): 92-93.

27. CAORSI, C.; MUSSIO, G.; NIN, J. 2001. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la evolución de peso vivo de terneras y vaquillonas Hereford pastoreando Avena. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.

28. CARAMBULA, M. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 114-117.

29. CARO, W.; OLIVARES, A. 1998. Efecto de la presencia de sombra en el consumo de agua y ganancia de peso de ovinos en pastoreo. (en línea). Valdivia, Chile, AgroSur Consultado 12 abr. 2006. Disponible en http://www.mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88021998000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
30. CARRAU, I.; FERNANADEZ R.; SCREMINI, R. 2003. Efecto del control del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre la performance y conducta de vacunos en pastoreo de campo natural diferido. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
31. CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V.1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants. Requeriments and responses. Journal Animal Science. 75: 533-542.
32. CORTAZZO, D.; MARCHELLI, J.; VIERA, G.; ZABALA, A. 2007. Efecto del encierro diurno durante el período estival sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas mezclas en dos asignaciones de forraje. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 134 p.
33. CHACON, E.; STOBBS, T. H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. Australian Journal of Agriculture Research. 27 (5): 709-727.
34. CHILIBROSTE, P.; TAMMINGA, S.; BOER, H. 1997. Effect of lenght of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behavior and dry matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. Grass and Forages Science. 52: 249-257.

35. _____.; SOCA, P ; MATIAUDA, D.A. 1999 Efecto of moments and length of the grazing session on : milk production and pasture depletion dynamics. In: International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing (5^{to}, 1999, Curitiba, Brasil). Proceedings. Curitiba, Brasil, s.e. pp. 292 – 295.
36. DALLEY, D. E.; ROCHE, J. R.; GRAINGER, C.; MOATE, P..J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowance in spring. Australian Journal of Experimental Agriculture. 39: 923-931.
37. DIXON, R. M.; STOCKDALE, C.R. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. Australian Journal of Agricultural Research no. 50: 757-773.
38. DOUGHERTY, C.; BRADLEY, N.; CORNELIUS, P.; LAURIAULT, L. 1989. Short-term fasts and the ingestivo behavior of grazing cattle. Grass and Forage Science. 44: 295-302.
39. _____.; _____.; LAURIAULT, L.M.; ARIAS, J. E.; CORNELIUS, P. L. 1992. Allowance- intake relations of cattle grazing vegetative tall fescue. Grass and Forage Science. 47(3): 211-219.
40. DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N. 1995. Efecto de niveles de suplementación con grano y frecuencia en el cambio de parcela de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.

41. ELIZALDE, J.C; MERCHEN, N.R.; FAULHNER, D.B.1999. Supplemental cracked corn for steers feed fresh alfalfa; I effects on digestion of organic matter, fiber, and starch. *Journal Animal Science*. 77: 457.

42. FLAMENBAUM, I.1994. Factores que afectan la producción lechera en la zona norte; informe de consultoría. Montevideo, Comisión Honoraria de Plan Agropecuario.s.p.

43. FORBES, T. D. A. 1987. Researching the plant – animal interface; the investigate of ingestive behavior in grassing animals. *Journal of Animal Science*. 66 (9): 2269-2379.

44. _____.1988. Researching the plant – animal interface; the investigate of ingestive behavior in grassing animals. *Journal of Animal Science*. 66 (9): 2269-2279.

45. FUQUAY, J. W. 1981. Heat stress as it affects animal production. *Journal Animal Science*. 52: 164-174.

46. GALLARDO, M.; CASTRO, H.; CASTILLO, A.1994 Estrategia de alimentación y manejo de las pastura en verano. Curso de Actualización sobre Alimentación de Ganado Lechero (3º., 1994, Salto). Trabajos presentados. Salto, Facultad de Agronomía. s.p.

47. GALYEAN, M.L; McGLONE, J. J.; MITLOHNER, F. M.; NINNUERY G, A.; PATTERSON, J.B.; SAYER,G.B.2001. Effects of shade on heat-stressed heifers housed under feedlot conditions. (en línea).s.l., Burneo Center Internet. Consultado 14 de jun. 2006. Disponible en http://www.depts.ttu.edu/liru_afs/pdf/bc11.pdf
48. GAYO, J.C.1998. El ambiente y la producción animal. Revista Plan Agropecuario (Uruguay).78:17-20.
49. GIRAUDO, M. 2003. Estrés térmico. (en línea). Córdoba, Argentina, s.e. Consultado 11 abr. 2006. Disponible en http://www.produccionbovina.com/clima_y_ambientacion/09-stres.htm.
50. GÓMEZ, P. O. 1989. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación II. Boletín de CREA. no. 148: 29-44.
51. GOROSITO, R.1994. Estrés por calor en el tambo. Super Campo (Argentina). 1(3):10-12.
52. GREENWOOD, G. B.; DEMMENT, M. W. 1998. The effect of fasting on short-term cattle grazing behaviour. Grass and Forage Science. 43: 377-386.
53. HAFEZ, E.1973. Efectos del medio en la productividad animal. In: Hafez, E.S.E. ed. Adaptación de los animales domesticos. Barcelona, Labor. pp 107-132.

54. HAHN, G. 1994. Environmental requirements of farm animales. In: Griffiths, J.F. ed. Handbook of agricultural meteorology. Nueva York Oxford, University Press. pp. 220-235.
55. HERRERO, M.A.; MALDONADO, V.; POL, M. 1998. Nunca digas de esta agua no he de beber. Infotambo. no.60: 88-90.
56. HERTIG, B. 1973 Medición del medio ambiente físico. In: Hafez, E.S.E. ed. Adaptación de los animales domésticos Barcelona, Labor. pp. 57-79.
57. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. Grass and Forage Science. 36 (1): 49-57.
58. HUPP, H. D.; RATHWELL, P. 1998. Protecting livestock from heat stress. (en línea). Clemson, USA, Management Marketing. Consultado 11 abr. 2006. Disponible en <http://cherokee.agecon.clemson.edu/mmm371.htm>
59. IASON, G. R.; MANTECON, A. R.; SIM, A. D.; GONZALEZ, J.; FOREMAN, E.; BERMUDEZ, F. F.; ELSTON, D. A. 1999. Can grazing sheep compensate for a daily foraging time constraint?. Journal of Animal Ecology. 68: 87-93.
60. INVERNIZZI, G. ; MARZIOTTE, G. 1998. Efecto de diferentes confort térmico sobre la producción de leche en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.

61. JOHNSON,H.D. 1987a. Bioclimate and livestock. In: Johnson, H.D. Bioclimatology and adaptation of livestock. Columbia, USA, Elsevier. pp. 3-16.
62. _____., 1987b. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production. In: Johnson, H.D. Bioclimatology and adaptation of livestock. Columbia, USA, Elsevier. pp. 35-57.
63. JOHNSON, J. A.; CATON, J. S.; POLAND, W.; KIRBY, D. R.; DHUYLETTER, D. V. 1988. Influence of season on dietary composition, intake and digestion by beef steers grazing mixed-grass prairie in the northern great plains. *Journal Animal Science*. 76 (6): 1682-1690.
64. JONES,A.L.;GOETSCH,A.L.;STOKE,S.R.;COLBERG,M.1988. Intake and digestion in kattle feed warm-or cool- season garss hay with or without supplemental grain. *Journal Animal Science*. 66: 194-203 .
65. LACA, E.A., UNGAR, E.D., SELIGMAN, N. y DEMMENT, M. W. 1992. Effects of sward heigh and bula density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous sward. *Grass and Forage Science*. 47 (1): 91-102.
66. LEDESMA, M.; VIDART, D.; CARRILLO, P.1995. Producción ganadera durante los meses calurosos. s.n.t. s.p.
67. LESSER, A. 1995. Alternativas para atenuar los inconvenientes que provocan las altas temperaturas del verano en las vacas lecheras. *Infotambo (Argentina)*. 72: 52-54.

68. MARSHALL, S. A., CAMPBELL, C. P. y BUCHANAN-SMITH, J. G. 1998. Herbage biomass and intake of beef cows with calves grazing a grass-legume pasture in Southern Ontario. *Canadian Journal of Animal Science*. 78(2): 211-218.
69. MARTIN, G. 2002. Mantenga la sombra en sus potreros y reduzca el estrés animal. (en línea). Córdoba, Argentina, s.e. Consultado 11 abr. 2006. Disponible en http://www.produccionbovina.com/clima_y_ambientación/16-sombra_en_potreros_y_reduzca_estres.htm
70. MATTIAUDA, D. A.; TAMMINGA, S.; ELIZONDO, F.; GIBB, M. J.; CHILIBROSTE, P. 2003. Effect of timing of a restricted grazing session on the ingestive behaviour by lactating dairy cows. *World Congress on Animal Production (5^{to}, 2003, Lima, Perú)*. Proceedings. s.n.t pp. 93-95.
71. _____. 2004. Effect of the length and moment of the grazing session on milk production and composition of grazing dairy cows. *International Symposium on the Nutrition of Herbivores (6th., 2004, Mérida, México)*. Proceedings. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 3 (1-3): 87-90.
72. _____. ; MATTIAUDA, D.; SOCA, P. 2005. ¿Genera el ayuno, señales que modifiquen el comportamiento ingestivo y la performance productiva en vacunos? *Jornadas de Buiatría (33as., 2005, Paysandú)*. Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía/Centro de Medicina Veterinaria de Paysandú. pp. 111 – 120.
73. McILVAIN, E. H.; SHOP, M. C. 1970. Shade for improving cattle gains and rangeland use. (en línea). s.n.t. Consultado 11 abr. 2006. Disponible en <http://jrm.library.arizona.edu/data/1971/243/4mcil.pdf>

74. MORRIS, S. T.,HIRSHBERG, S. W., MICHEL, A., PARQUER, W. J. Y Mc CUTCHEON. 1993. Herbage intake and liveweight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. Grass and Forage Science. 48 (2):109-117.
75. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, D.C, National Academy Press. s.p.
76. _____. 1996. Nutrient requirements of dairy cattle. Washington, D.C., National Academy Press. s.p.
77. PATTERSON, D. M.; MCGILLOWAY, D. A.; CUSHNAHAN, A.; MAYNE, C. S.; LAIDLAWW, A. S. 1998. Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. Journal Animal Science. 66: 299-305.
78. REARDON, T. F. 1977. Effect of herbage per unit area and herbage allowance on dry matter intake by steers. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 37: 58-61.
79. REARTE, D. H.; SANTINI, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 9(2): 93-105.
80. _____. 2001. Sistemas pastoriles intensivos de producción de carne de la región templada. s.n.t. s.p.

81. 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*. 15 (1): 282-284.
82. ROSSO, A. 2004. Suplementación estival. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 112: 21-25.
83. ROVIRA, P. 2002. Efecto de la sombra artificial en el engorde de novillos durante los meses de verano. *Jornada anual de Producción Animal (2002, Treinta y Tres)*. Resultados experimentales. Treinta y Tres, INIA. pp. 87-103 (Actividades de Difusión no. 294).
84. SANSON, D.W.; CLANTON, D.C. 1989. Intake and digestibility of low-quality meadow hay by cattle receiving various levels of whole shelled corn. *Journal Animal Science*. 67:2854 .
85. SIMEONE, A. 2000. Producción intensiva de carne. Convenio INIA-FUCREA. *Revista de FUCREA*, Montevideo no. 205: 16-19.
86. _____. 2005. Bases nutricionales para el manejo de la alimentación en sistemas pastoriles y en confinamiento destinados al engorde de vacunos. *Curso de Actualización Profesional para Egresados Universitarios (2005, Montevideo)*. Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 50-57.
87. SOCA, P. 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Tesis de Postgrado. Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 110 p.

88. STAKELUM, G.; DILLON, P. 1989. The effect of herbage mass on the herbage intake and grazing behaviour of dairy cows. In: International Grassland Congress (14th., 1989, Nice, France). Proceedings. s.n.t. pp. 1157-1158.
89. STARR, J.R. 1988. Weather, climate and animal performance. Secretary of the World Meteorological Organization. Technical note no. 190. 111 p.
90. TRIGG, T.E. Y MARSH, R. 1979. Effect of herbage allowance on intake and utilization of pasture by cattle of different ages. Proceeding of the New Zeland Society of Animal Production. 94: 34-36.
91. TYLER, J.C.; WILKINSON, J.M. 1972. The influence of level of concentrate feeding on voluntary intake of grass on live weight gain by cattle. Animal Production. 14: 85.
92. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIVISIÒN DE SUELOS Y FERTILIDAD. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1000000. Montevideo. 103 p.
93. VALTORTA, S.; GALLARDO, M. 1995. Ambiente estival: su impacto y modificaciones. In: Jornadas Tecnicas sobre el Estrés por Calor y su Impacto en Rodeos de Alta Producción Lechera (46as. 1995, Rafaela, Santa Fe, Argentina). Conferencias presentadas. s.l , INTA/ Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Agronomía y Veterinaria. pp. 1-10.
94. _____.; _____. 1996 El estrés por calor en producción lechera. INTA Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Temas de producción lechera. Rafaela, INTA. pp. 173-185 (publicación micelanea no.81).

95. _____.; _____. 2003. Estrategias para mejorar la producción de leche en verano. (en línea). s.n.t. Consultado 15 nov. 2006. Disponible en <http://www.veterinariosursf.com.ar/muestropublicacion.php?numreg=43>.
96. VAZ MARTINS, D. 1994. Bovinos para carne. Avances en suplementación de la recría e invernada intensiva. Montevideo, INIA. 31 p. (Actividades de Difusión no. 34).
97. _____.1996. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Jornada Técnica sobre Suplementación Estratégica para Engorde de Ganado (5^{to},1996, Montevideo, Uruguay). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 15-21 (Serie Técnica no. 96).
98. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate inateraction. Jorunal Daily Science. 69: 47-63.
99. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures. At pastures at different pasture allowance in summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38: 451-460.
- 100.WILSON, S. J.; MARION, J. N.; SPIERS D. E.; KEISLER, D. H.; LUCY, M. C. 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. Lactating cows. Journal Dairy Science. 81: 2124-213.
- 101.YOUSEF,M.K.1985. Stress physiology in livestock; basic principles. Boca Ratón, Florida. CRC. v. 1, p. 32.

9. ANEXOS

Anexo 1: Temperatura y humedad promedio e histórico.

Temperatura máxima, mínima, media y humedad relativa.

Fecha	T. Máx. ° C	T. Min °C	T.Promedio	HR %	PP (mm)
01-ene	33	16,5	24,75	63,8	
02-ene	35,3	18	26,65	48,5	
03-ene	33,7	20	26,85	51	
04-ene	30	14,8	22,4	52	
05-ene	34,7	17	25,85	42,3	
06-ene	38,1	19	28,55	44	
07-ene	40,2	22,2	31,2	42	
08-ene	40,3	26,5	33,4	46	
09-ene	40,7	24	32,35	53	
10-ene	36,6	26,6	31,6	61	10.3
11-ene	31,7	18,2	24,95	64	3.1
12-ene	39	23,2	31,1	69	11
13-ene	24	20	22	86	13.1
14-ene	35,4	22,9	29,15	70,5	10
15-ene	36	24,2	30,1	80	44
16-ene	23	19,4	21,2	87,5	13.1
17-ene	25,6	12	18,8	61,5	
18-ene	27	13,2	20,1	59,5	
19-ene	29,6	16,9	23,25	62,25	

20-ene	33	21	27	70,5	1.6
21-ene	30,7	21	25,85	70,25	
22-ene	28,2	18,2	23,2	69,75	
23-ene	31	20,8	25,9	69	
24-ene	32	20	26	64	18.9
25-ene	29,4	20	24,7	86	
26-ene	29,2	16,7	22,95	61	
27-ene	32	21,6	26,8	53	
28-ene	35	19,4	27,2	51	
29-ene	36,6	21	28,8	52,8	
30-ene	31	21,8	26,4	56,5	
31-ene	31,4	13,4	22,4	64,3	
01-feb	35,2	20	27,6	61	
02-feb	25,6	20,4	23	55	7.1
03-feb	26,2	19,6	22,9	76	7
04-feb	30	18	24	84	17.6
05-feb	31,6	21,4	26,5	84	
06-feb	29	18	23,5	62	
07-feb	27,6	15	21,3	69	
08-feb	29,1	17	23,05	82	
09-feb	28,2	14	21,1	65	
10-feb	27,6	14,2	20,9	63,5	
11-feb	29,1	11,2	20,15	65,5	
12-feb	30	15,4	22,7	77,4	
13-feb	30,5	15	22,75	52,5	
14-feb	33	15,9	24,45	64	

15-feb	35,2	20	27,6	53	
16-feb	35	21	28	54	
17-feb	36	18,8	27,4	65	
18-feb	38,1	21	29,55	58	
19-feb	35	20,9	27,95	57	
20-feb	35,4	22	28,7	63,5	
21-feb	36	21	28,5	56,5	
22-feb	35	20	27,5	55	
23-feb	27	18	22,5	67	28.4
24-feb	23	16	19,5	87	62
25-feb	27	17,8	22,4	79	
26-feb	29	16,15	22,575	72	
27-feb	29	15,4	22,2	59,7	
28-feb	26	16	21	82,5	36
01-mar	28,2	15	21,6	84	
02-mar	28,1	18	23,05	78	20
03-mar	28	20	24	85	1.1
04-mar	24,6	15,7	20,15	74	
05-mar	27	13,6	20,3	68	
06-mar	29	17	23	66	
07-mar	32,2	15,8	24	57	
08-mar	29,2	20	24,6	65	1.5
09-mar	29,9	16,2	23,05	68	
10-mar	27	11,2	19,1	55	
11-mar	26,8	11,3	19,05	57,8	0.5
12-mar	31,4	14,9	23,15	71	

13-mar	35	16,8	25,9	55	38
14-mar	25	19	22	70	2.5
15-mar	30,4	17,8	24,1	84	
16-mar	32	20,2	26,1	82	16
17-mar	33	19,2	26,1	99	16.9
18-mar	26,9	15,2	21,05	83	
19-mar	29,1	13,8	21,45	73	
20-mar	29,8	17,1	23,45	73	
21-mar	28,8	17,2	23	72	
22-mar	29	17	23	64,5	
23-mar	30,6	19	24,8	77	
24-mar	30	18,1	24,05	77	61
25-mar	22,4	14,8	18,6	66,5	
26-mar	24,8	24	24,4	53	0.4
27-mar	29	15,2	22,1	57	
28-mar	24	14,7	19,35	70	
29-mar	22,7	8	15,35	66,5	
30-mar	26,4	9,2	17,8	59,3	
31-mar	25,9	14	19,95	58	

Anexo 2: anava para disponibilidad de forraje

Source	DF	Type III SS	Mean Square	Value	Pr>F
SUPL	1	22260.50	22260.50	0.07	0.8004
RE	1	259560.12	259560.12	0.78	0.3947
SUPL * RE	1	373248.00	373248.00	1.12	0.3106
SEMANA	3	26353755.63	8784585.21	26.38	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	869151.25	289717.08	0.87	0.4835
RE*SEMANA	3	973929.62	324643.21	0.97	0.4367
SUPL*RE*SEMANA	3	320028.75	106676.25	0.32	0.8106
DIA DENTROSEMA	4	4785064.25	1196266.06	3.59	0.0379

Anexo 3: anava para altura del forraje ofrecido

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	0.98	0.98	0.25	0.6262
RE	1	7.8845	7.8845	2.01	0.1818
SUPL * RE	1	2.645	2.645	0.67	0.4276
SEMANA	3	349.09225	116.3640833	29.67	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	16.2351	5.4117	1.38	0.2963
RE*SEMANA	3	8.68725	2.89575	0.74	0.5493
SUPL*RE*SEMANA	3	3.6663	1.2221	0.31	0.8167
DIA DENTROSEMA	4	78.1177	19.5294250	4.98	0.0134

Anexo 4: anava para composición botánica del forraje ofrecido

Leguminosas					
Source	DF	Tipe III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	0.33350625	0.33350625	0.00	0.9830
RE	1	2.88150625	2.88150625	0.00	0.9501
SUPL * RE	1	8.45355625	8.45355625	0.01	0.9146

Gramíneas					
Source	DF	Tipe III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	46.00230625	46.00230625	0.07	0.7955
RE	1	86.16480625	86.14680625	0.13	0.7231
SUPL * RE	1	27.43140625	27.43140625	0.04	0.8413

Achicoria					
Source	DF	Tipe III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	60.60622500	60.60622500	1.34	0.2688
RE	1	10.27202500	10.27202500	0.23	0.6417
SUPL* RE	1	59.98502500	59.98502500	1.33	0.2712

Malezas

Source	DF	TipeIII SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	7.68202500	7.68202500	1.32	0.2736
RE	1	9.4864	9.4864	0.71	0.4172
SUP* RE	1	8.41	8.41	0.63	0.4442

Restos secos

Source	DF	Tipe III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	21.20602500	21.20602500	0.22	0.6440
RE	1	1.7161	1.7161	0.02	0.8950
SUPL*RE	1	6.1009	6.1009	0.06	0.8036

Anexo 5: anava para disponibilidad de forraje residual

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	1126875.781	1126875.781	41.20	<0.0001
RE	1	59598.781	59598.781	2.18	0.1657
SUPL * RE	1	44925.031	44925.031	1.64	0.2242
SEMANA	3	5479917.344	1826639.115	66.78	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	54626.094	18208.698	0.67	0.5890
RE*SEMANA	3	262754.094	87584.698	3.20	0.0622
SUPL*RE*SEMANA	3	250415.844	83471.948	3.05	0.0699
DIA DENTROSEMA	4	7033825.375	1758456.344	64.29	<0.0001

Anexo 6: anava para altura del forraje residual

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	17.82045	17.82045	16.35	0.0016
RE	1	0.6728	0.6728	0.62	0.4473
SUPL * RE	1	5.21645	5.21645	4.79	0.0492
SEMANA	3	301.6235	100.5411667	92.26	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	12.45105	4.15035	3.81	0.0396
RE*SEMANA	3	5.7145	1.9048333	1.75	0.2105
SUPL*RE*SEMANA	3	14.07605	4.6920167	4.31	0.028
DIA DENTROSEMA	4	26.2799	6.569975	6.03	0.0067

Anexo 7: anava para composición botánica del forraje residual

Leguminosas

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	163.3284	163.3284	0.60	0.454
RE	1	0.0025	0.0025	0.00	0.9976
SUP*RE	1	42.1201	42.1201	0.15	0.7012

Gramíneas

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	6.0147563	6.0147563	0.01	0.9143
RE	1	20.4982562	20.4982562	0.04	0.8426
SUPL*RE	1	158.4451563	158.4451563	0.32	0.5831

Achicoria

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	27.79925625	27.79925625	1.31	0.2752
RE	1	4.63325625	4.63325625	0.22	0.6490
SUP*RE	1	0.25250625	0.25250625	0.01	0.9150

Malezas

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	0.912025	0.912025	2.78	0.1213
RE	1	0.912025	0.912025	2.78	0.1213
SUPL * RE	1	0.912025	0.912025	2.78	0.1213

Restos secos

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	273.9025	273.9025	1.05	0.3266
RE	1	59.2130250	59.2130250	0.23	0.6429
SUPL * RE	1	346.5182250	346.5182250	1.32	0.2724

Anexo 8: anava para utilización de forraje

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	778.151250	778.151250	24.72	0.0003
RE	1	0.08	0.08	0.00	0.9606
SUPL * RE	1	0.08	0.08	0.00	0.9606
SEMANA	3	8467.416250	2822.47283	89.67	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	33.176250	11.058750	0.35	0.7890
RE*SEMANA	3	253.4225	84.474167	2.68	0.0938
SUPL*RE*SEMANA	3	149.2225	49.740833	1.58	0.2456
DIA DENTROSEMA	4	1239.252500	309.813125	9.84	0.0009

Anexo 9: anava para consumo animal

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	2.80845	2.80845	24.99	0.0003
RE	1	0.0003125	0.0003125	0.00	0.9588
SUPL * RE	1	0.0003125	0.0003125	0.00	0.9588
SEMANA	3	30.517725	10.172575	90.52	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	0.117575	0.03919167	0.35	0.7908
RE*SEMANA	3	0.9027625	0.30092083	2.68	0.0942
SUPL*RE*SEMANA	3	0.53711250	0.1790375	1.59	0.2426
DIA DENTROSEMA	4	4.454725	1.11368125	9.91	0.0009

Anexo 10: anava para % de pastoreo

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	12	11.90	0.0048
RE	1	12	103.23	<0.0001
SUPL * RE	1	12	0.05	0.8311
SEMANA	3	36	16.18	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	36	7.91	0.0004
RE*SEMANA	3	36	3.38	0.0285
SUPL*RE*SEMANA	3	36	0.38	0.7713
DIA DENTROSEMA	4	60	6.69	0.0002

Anexo 11: anava para % de rumia

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	12	0.81	0.3866
RE	1	12	13.70	0.0030
SUPL * RE	1	12	14.27	0.0026
SEMANA	3	36	4.21	0.0119
SUPL*SEMANA	3	36	2.82	0.0525
RE*SEMANA	3	36	2.30	0.0934
SUPL*RE*SEMANA	3	36	2.92	0.0470
DIA DENTROSEMA	4	60	2.72	0.0376

Anexo 12: anava para % de descanso

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	12	3.34	0.0925
RE	1	12	60.88	<0.0001
SUPL * RE	1	12	0.54	0.4783
SEMANA	3	36	20.28	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	36	4.57	0.0082
RE*SEMANA	3	36	2.55	0.0712
SUPL*RE*SEMANA	3	36	0.01	0.9982
DIA DENTROSEMA	4	60	6.17	0.0003

Anexo 13: anava para patrón de pastoreo 17-20 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	0.37	0.5515
RE	1	13	40.73	<0.0001
SUPL * RE	1	13	2.43	0.1428
SEMANA	3	36	2.91	0.0478
SUPL*SEMANA	3	36	3.72	0.02
RE*SEMANA	3	36	0.64	0.5946
SUPL*RE*SEMANA	3	36	0.27	0.8482
DIA DENTROSEMA	4	59	9.15	<0.0001

Anexo 14: anava para patrón de pastoreo 7-10 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	0.60	0.4543
RE	1	13	6.59	0.0234
SUPL * RE	1	13	5.17	0.0405
SEMANA	3	36	8.82	0.0002
SUPL*SEMANA	3	36	1.13	0.3485
RE*SEMANA	3	36	3.55	0.0237
SUPL*RE*SEMANA	3	36	0.42	0.7408
DIA DENTROSEMA	4	59	6.63	0.0002

Anexo 15: anava para patrón de pastoreo 10-13 horas

	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	7	1.94	0.2060
SEMANA	3	18	6.07	0.0049
SUPL*SEMANA	3	18	1.02	0.4067
DIA DENTROSEMA	3	21	4.87	0.0101

Anexo 16: anava para patrón de pastoreo 13-17 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	15	0.03	0.8659
SEMANA	3	42	3.42	0.0257
SUPL*SEMANA	3	42	0.39	0.7618
DIA DENTROSEMA	4	58	1.55	0.1988

Anexo 17: anava para altura de entrada a la parcela

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	0.9316125	0.9316125	0.12	0.7337
RE	1	7.9401125	7.9401125	1.02	0.3271
SUPL * RE	3	347.3778375	115.7926125	14.90	<0.0001
SEMANA	1	2.6106125	2.6106125	0.34	0.5703
SUPL*SEMANA	3	16.4983375	5.4994458	0.71	0.5614
RE*SEMANA	3	8.9708375	2.9902792	0.38	0.7654
SUPL*RE*SEMANA	3	3.4773375	1.1591125	0.15	0.9287

Anexo 18: anava para defoliación a las 20:00 horas

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	2.25390166	2.25390166	0.40	0.5358
RE	1	2.64562559	2.64562559	0.47	0.5028
SUPL * RE	3	53.75189701	17.917299	3.19	0.0541
SEMANA	1	1.1426652	1.1426652	0.20	0.6583
SUPL*SEMANA	3	17.75174164	5.91724721	1.05	3.3975
RE*SEMANA	3	4.49993071	1.49997690	0.27	0.8479
SUPL*RE*SEMANA	3	0.30084042	0.10028014	0.02	0.9966

Anexo 19: anava para defoliación a las 8:00 horas

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	6.2688542	6.2688542	2.56	0.1302
RE	1	1.8312369	1.8312369	0.75	0.4005
SUPL * RE	3	127.9269178	42.6423059	17.44	<0.0001
SEMANA	1	0.0740740	0.0740740	0.03	0.8642
SUPL*SEMANA	3	1.2275047	0.4091682	0.17	0.9168
RE*SEMANA	3	1.9433799	0.6477933	0.26	0.8496
SUPL*RE*SEMANA	3	5.5339175	1.8446392	0.75	0.5369

Anexo 20: anava para defoliación a las 11:00 horas

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	11.53114832	1153114832	2.62	0.1266
RE	1	1.49031663	1.49031663	0.34	0.5695
SUPL * RE	3	84.96523426	28.32174475	6.43	0.0052
SEMANA	1	2.59128673	2.59128673	0.59	0.4551
SUPL*SEMANA	3	13.06052640	4.35350880	0.99	0.4249
RE*SEMANA	3	3.80929105	1.26976368	0.29	0.8332
SUPL*RE*SEMANA	3	13.18482171	4.39495057	1.00	4.4209

Anexo 21: anava para altura de rechazo

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr>F
SUPL	1	15.3157998	15.3157998	3.35	0.0872
RE	1	3.1468037	3.1468037	0.69	0.4199
SUPL * RE	3	115.3412568	38.4470856	8.40	0.0016
SEMANA	1	1.3764483	1.3764483	0.30	0.5914
SUPL*SEMANA	3	13.8464940	4.6154980	1.01	0.4161
RE*SEMANA	3	4.5923436	1.5307812	0.33	0.8005
SUPL*RE*SEMANA	3	13.3145846	4.4381949	0.97	0.4326

Anexo 22: anava para TB promedio

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	0.25	0.6247
RE	1	13	2.08	0.1725
SEMANA	3	39	5.14	0.0043
SUPL * RE	1	13	0.01	0.9142
RE*SEMANA	3	39	3.04	0.0403
SUPL*SEMANA	3	39	3.21	0.0334
DIA DENTROSEMA	4	59	3.05	0.0237

Anexo 23: anava para TB 17:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	0.01	0.9128
RE	1	13	0.88	0.3652
SEMANA	3	39	1.30	0.2869
SUPL * RE	1	13	1.10	0.3133
RE*SEMANA	3	39	0.58	0.6299
SUPL*SEMANA	3	39	1.29	0.2909
DIA DENTROSEMA	4	59	2.30	0.0694

Anexo 24: anava para TB 19:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	1.32	0.2705
RE	1	13	0.05	0.8335
SEMANA	3	39	10.41	<0.0001
SUPL * RE	1	13	1.52	0.2393
RE*SEMANA	3	39	2.70	0.0589
SUPL*SEMANA	3	39	1.15	0.3394
DIADENTROSEMA	4	46	1.23	0.3108

Anexo 25: anava para TB 7:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	1.51	0.2411
RE	1	13	2.10	0.1712
SEMANA	3	39	1.52	0.2252
SUPL * RE	1	13	0.45	0.5139
RE*SEMANA	3	39	0.81	0.4964
SUPL*SEMANA	3	39	3.79	0.0178
DIADENTROSEMA	4	55	2.27	0.0731

Anexo 26: anava para TB 9:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	13	0.26	0.6173
RE	1	13	0.16	0.6998
SEMANA	3	24	0.92	0.4480
SUPL * RE	1	13	2.46	0.1410
RE*SEMANA	3	24	3.36	0.0354
SUPL*SEMANA	3	24	1.61	0.2127
DIA DENTROSEMA	4	16	2.36	0.0974

Anexo 27: anava para TB 11:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	15	0.42	0.5246
SEMANA	3	15	16.01	<0.0001
SUPL*SEMANA	3	15	1.03	0.4058
DIA DENTROSEMA	2	8	0.25	0.7811

Anexo 28: anava para TB 13:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	5	0.76	0.4236
SEMANA	3	8	7.06	0.0123
SUPL*SEMANA	2	8	0.09	0.9192
DIA DENTROSEMA	3	2	9.33	0.0984

Anexo 29: anava para TB 15:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	7	1.68	0.2360
SEMANA	2	1	0.54	0.6922
SUPL*SEMANA	2	1	0.01	0.9875
DIADENTROSEMA	3	0	0.12	-

Anexo 30: anava para tasa respiratoria a las 11:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	12	0.13	0.7222
RE	1	12	1.22	0.2909
DIA	1	287	0.04	0.8337
SUPL.*RE	1	12	0.08	0.7843

Anexo 31: anava para tasa respiratoria a las 14:00 horas

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	12	0.22	0.6498
RE	1	12	48.78	<0.0001
DIA	1	287	3.40	0.0662
SUPL*RE	1	12	0.85	0.3733

Anexo 32: anava para peso vivo

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
SUPL	1	26	0.48	0.4947
RE	1	26	0.18	0.6787
SUPL * RE	1	26	0.44	0.5139
PINIC	1	26	1767.44	<0.0001
Días	1	244	642.39	<0.0001
Dias*SUPL	1	244	4.43	0.0364
Días * re	1	244	0.62	0.4329
Dias*SUPL*RE	1	244	0.26	0.6109

Anexo 33: anava para ganancia media de peso

Label	Estimate	St. Error	DF	tValue	Pr>(t)
Int prom	318.93	1.4071	26	226.65	<0.0001
Int SUPL SS	317.95	1.9554	26	162.61	<0.0001
Int SUPL CS	319.90	2.0240	26	158.05	<0.0001
Int s/e	318.34	2.0241	26	157.27	<0.0001
Int c/e	319.52	1.9554	26	163.40	<0.0001
Int SS se	318.30	2.7656	26	115.09	<0.0001
Int SS ce	317.61	2.7655	26	114.85	<0.0001
Int CS se	318.38	2.9574	26	107.65	<0.0001
Int CS ce	321.42	2.7660	26	116.21	<0.0001

Dias prom	1.0024	0.03955	244	25.35	<0.0001
Dias SUPL SS	0.9192	0.05496	244	16.72	<0.0001
Dias SUPL CS	1.0856	0.05689	244	19.08	<0.0001
Dias s/e	0.9713	0.05689	244	17.07	<0.0001
Dias c/e	1.0335	0.05496	244	18.80	<0.0001
Dias SS se	0.8680	0.07772	244	11.17	<0.0001
Dias SS ce	0.9704	0.07772	244	12.49	<0.0001
Dias CS se	1.0747	0.08309	244	12.93	<0.0001
Dias CS ce	1.0965	0.07772	244	14.11	<0.0001
Dias SUPL SS-CS	-0.1664	0.07910	244	-2.10	0.0364
Dias re s-c	-0.06214	0.07910	244	-0.79	0.4329
Dias SS-CS se	-0.2067	0.1138	244	-1.82	0.0704
Dias SS-CS ce	-0.1261	0.1099	244	-1.11	0.2523
Dias re s-c SUPL=SS	-0.1024	0.1099	244	-1.93	0.3523
Dias re s-c SUPL=CS	-0.02184	0.1138	244	-0.19	0.8480

Anexo 34: Niveles de ITH promedio, máximo y mínimo para los días de experimento.

FECHA	ITH prom.	ITH Max.	ITH Min
17-ene	64,2	73,8	54,5
18-ene	65,9	75,6	56,3
19-ene	70,6	79,6	61,5
20-ene	76,9	86,0	67,9
21-ene	75,2	82,5	67,9
22-ene	71,1	78,6	63,6
23-ene	75,1	82,7	67,5
24-ene	74,7	83,3	66,0
25-ene	75,0	82,8	67,2
26-ene	70,0	78,9	61,2
27-ene	74,5	81,4	67,6
28-ene	74,8	85,0	64,5
29-ene	77,1	87,5	66,7
30-ene	74,4	80,7	68,1
31-ene	69,5	82,5	56,5
01-feb	76,6	87,3	65,9
02-feb	69,6	73,1	66,1
03-feb	71,2	76,4	66,1
04-feb	73,7	83,5	63,8
05-feb	77,8	86,2	69,4
06-feb	70,9	78,7	63,1
07-feb	68,2	77,6	58,8

08-feb	72,0	81,8	62,1
09-feb	67,7	78,0	57,4
10-feb	67,3	76,9	57,6
11-feb	66,3	79,4	53,3
12-feb	71,0	82,5	59,5
13-feb	69,0	79,3	58,7
14-feb	72,4	84,8	60,1
15-feb	75,6	85,7	65,4
16-feb	76,2	85,6	66,8
17-feb	76,8	89,3	64,3
18-feb	78,9	90,7	67,1
19-feb	76,6	86,2	66,9
20-feb	78,5	88,1	68,9
21-feb	77,2	87,5	67,0
22-feb	75,7	85,8	65,5
23-feb	69,9	76,5	63,2
24-feb	66,4	72,3	60,6
25-feb	70,7	78,0	63,3
26-feb	70,4	80,2	60,6
27-feb	68,9	78,4	59,3
28-feb	68,7	76,8	60,5
01-mar	69,7	80,6	58,9
02-mar	71,6	79,6	63,6
03-mar	73,8	80,4	67,2
04-mar	66,8	73,7	59,9
05-mar	66,7	76,6	56,7

06-mar	70,5	79,3	61,7
07-mar	71,1	82,4	59,9
08-mar	72,8	79,4	66,1
09-mar	70,8	80,9	60,6
10-mar	64,3	75,0	53,6
11-mar	64,4	75,1	53,7
12-mar	71,2	83,7	58,7
13-mar	73,5	85,8	61,2
14-mar	69,4	73,9	64,8

Anexo N° 35: Altura promedio de la pastura en diferentes momentos del día, para los diferentes tratamientos

Manejo	Tratamientos			
	Pastoreo libre		Con encierro	
Suplementación (%PV)	0	1	0	1
Altura 17 hs (entrada)	17.89 a	16.97	16.32 a	16.5a
Altura 20 hs	12.94 a	13.85 a	12.73a	12.88a
Altura 8 hs	9.23 a	10.22 a	8.84 a	9.63a
Altura 11 hs	8.95 a	9.58a	7.93a	9.70a
Altura 17 hs.	7.63 a	8.60 a	-	-