

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE AUTOCONSUMO PARA LA
SUPLEMENTACIÓN DE TERNEROS DE DESTETE PRECOZ
PASTOREANDO PRADERAS DURANTE EL VERANO**

por

**Agustín HENDERSON MACHIAVELLO
Rodrigo IRIBARNE PIREZ
María Belén SILVEIRA ARBURÚAS**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2015**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. (MSc) (PhD) Virginia Beretta

Ing. Agr. (MSc) (PhD) Álvaro Simeone

Dr. (MSc) Juan Franco

Fecha: 17 de agosto de 2015

Autor: -----

Agustín Henderson Machiavello

Rodrigo Iribarne Pirez

María Belén Silveira Arburúas

AGRADECIMIENTOS

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

A Diego Mosqueira por su colaboración y disposición en la realización del trabajo de campo.

A Javier Caorsi por facilitarnos materiales utilizados en la etapa de campo.

A los encargados del laboratorio de procesamiento primario de muestras de pasturas de la E.E.M.A.C. por su colaboración en los trabajos allí realizados.

Al profesor Oscar Bentancur por su asesoramiento en el análisis estadístico de los datos recabados.

A Sully Toledo por su asesoramiento en la edición del trabajo escrito.

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	3
2.2. EFECTO DE LA FORMA DE SUMINISTRO SOBRE LA RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO.....	4
2.2.1. <u>Método o forma de suministro del suplemento</u>	4
2.2.2. <u>Efecto de la forma de suministro sobre el consumo de suplemento</u>	5
2.2.2.1. Control del consumo y estabilidad en el tiempo.....	5
2.2.2.2. Variabilidad entre animales.....	9
2.2.2.3. Interacción con otras variables: manejo del pastoreo.....	10
2.2.3. <u>Efecto de la forma de suministro sobre el ambiente ruminal: digestión y aprovechamiento de los nutrientes</u>	11
2.2.4. <u>Efecto de la forma de suministro sobre el comportamiento animal</u>	12
2.3. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LIMITAR EL CONSUMO DE SUPLEMENTO.....	14
2.3.1. <u>Efectos de la sal en el consumo de agua y excreción en el ambiente</u>	19
2.4. ANTECEDENTES EVALUANDO EL USO DEL AUTOCONSUMO COMO FORMA DE SUMINISTRO DEL SUPLEMENTO.....	22
2.5. HIPÓTESIS.....	24
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
3.1. ÁREA EXPERIMENTAL Y PERÍODO DE EVALUACIÓN.....	25
3.1.1. <u>Localización</u>	25
3.1.2. <u>Clima</u>	25
3.2. ANIMALES.....	27
3.3. TRATAMIENTOS.....	27

3.10.7. <u>Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia, consumo de suplemento en comedero y agua en el período de observación, tasa de bocado, y patrón de la probabilidad de actividades de pastoreo, consumo en comedero, descanso y rumia cada 2 horas</u>	41
4. <u>RESULTADOS</u>	42
4.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	42
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	42
4.2.1. <u>Disponibilidad y características del forraje ofrecido</u>	42
4.2.2. <u>Biomasa y características del forraje rechazado y utilización del forraje</u>	43
4.3. PERFORMANCE ANIMAL.....	47
4.3.1. <u>Peso vivo y ganancia diaria</u>	47
4.3.2. <u>Consumo de forraje y suplemento</u>	48
4.3.3. <u>Composición química del forraje y suplemento consumido</u>	51
4.3.4. <u>Eficiencia de conversión global</u>	52
4.3.5. <u>Consumo de agua de bebida</u>	53
4.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO.....	54
4.4.1. <u>Caracterización de la variación entre días en el consumo de suplemento y defoliación de la pastura</u>	54
4.4.2. <u>Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, consumo de suplemento en comedero, consumo de agua, rumia y descanso</u>	55
4.4.3. <u>Patrones diurnos de comportamiento</u>	60
4.4.4. <u>Tasa de bocado</u>	62
5. <u>DISCUSIÓN</u>	64
5.1. CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA.....	64
5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA.....	65
5.3. PERFORMANCE ANIMAL.....	66
5.3.1. <u>Efecto de la forma de suministro del suplemento sobre la GMD</u>	66
5.3.2. <u>Efecto de la forma de suministro del suplemento sobre el consumo de agua de bebida</u>	70
5.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO.....	71

6. <u>CONCLUSIONES</u>	75
7. <u>RESUMEN</u>	76
8. <u>SUMMARY</u>	78
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	80
10. <u>ANEXOS</u>	86

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Resumen de trabajos nacionales que comparan el efecto de diferentes métodos de suministro del suplemento en el consumo del mismo y la ganancia de peso vivo en pastoreo y confinamiento.....	7
2. Resumen de algunos trabajos nacionales e internacionales que estudiaron el comportamiento animal en pastoreo según la forma de suministro del suplemento.....	13
3. Consumo de sal estimado para ganado alimentado con suplementos limitados con NaCl.....	16
4. Requerimientos de agua para bovinos de leche según edad, categoría y nivel de producción.....	20
5. Temperaturas media, máxima y mínima mensuales y precipitaciones correspondientes al período experimental en la E.E.M.A.C.....	42
6. Disponibilidad, altura y composición botánica y química de la pastura de achicoria y trébol rojo previo al pastoreo de las terneras destetadas precozmente en verano (03/01/2014 al 28/03/2014).....	43
7. Biomasa y altura del forraje ofrecido y rechazado, composición botánica del forraje rechazado y utilización del forraje disponible según el método de suministro del suplemento (medias ajustadas).....	44
8. Consumo de forraje, de suplemento y total, expresado en kg/animal/día y en porcentaje del peso vivo, según el método de suministro del suplemento.....	48
9. Composición química del forraje consumido según el método de suministro del suplemento.....	52

10. Composición química del suplemento consumido según el método de suministro del suplemento.	52
11. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, consumo de suplemento en comedero, consumo de agua, rumia y descanso.....	56
12. Índice de temperatura y humedad (ITH) mensual durante el período experimental.	64

Figura No.

1. Precipitaciones medias (barras celestes) y rangos mensuales (segmentos de recta) del período 2002-2013 registradas en la Estación Meteorológica de la E.E.M.A.C.	26
2. Temperaturas (T) medias, máximas y mínimas mensuales del período 2002-2013 registradas en la Estación Meteorológica de la E.E.M.A.C.	26
3. Ubicación semanal del experimento en la pastura de achicoria y trébol rojo.	30
4. Evolución semanal (del 18/01/2014 al 20/03/2014) de la biomasa aérea disponible y rechazada de la pastura de achicoria y trébol rojo, y utilización de forraje de terneras destetadas precozmente..	45
5. Evolución semanal (del 18/01/2014 al 20/03/2014) de la altura de la pastura de achicoria y trébol rojo previa (disponible) y posterior (rechazo) al pastoreo de terneras destetadas precozmente.	46
6. Evolución de peso vivo de terneras destetadas precozmente según el método de suplementación durante el período experimental.	47
7. Consumo de materia seca de forraje (CMSF) de las terneras destetadas precozmente expresado en porcentaje del peso vivo, según la semana de medición (del 18/01/2014 al 20/03/2014) y el método de suministro del suplemento.	49

8.	Consumo de materia seca de suplemento (CMSS) de las terneras destetadas precozmente expresado en porcentaje del peso vivo, según la semana de medición (del 18/01/2014 al 20/03/2014) y el método de suministro del suplemento.....	50
9.	Consumo de materia seca total (CMST) de terneras destetadas precozmente expresado en porcentaje del peso vivo, según semana de medición (del 18/01/2014 al 20/03/2014) y el método de suministro del suplemento.....	51
10.	Consumo de agua de bebida de terneras destetadas precozmente según la semana de ocupación de la parcela de pastoreo de achicoria y trébol rojo.....	53
11.	Evolución diaria del consumo de materia seca de suplemento (CMSS) (kg/a/día) de las terneras de destete precoz según el método de suministro del mismo, durante el tiempo de permanencia en la parcela de pastoreo de achicoria y trébol rojo..	54
12.	Evolución diaria de la altura (cm) de la pastura de achicoria y trébol rojo según el método de suministro del suplemento durante el tiempo de permanencia de las terneras de destete precoz en la parcela de pastoreo.....	55
13.	Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz pastoreando la pradera de achicoria y trébol rojo según el método de suministro de suplemento y el día de permanencia en la parcela de pastoreo.....	57
14.	Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz consumiendo ración en comedero según el método de suministro del suplemento y el día de permanencia en la parcela de la pradera de achicoria y trébol rojo.....	58
15.	Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz descansando según el método de suministro del suplemento y la semana de permanencia en la parcela de la pradera de achicoria y trébol rojo.....	59
16.	Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz descansando según el método de suministro del suplemento y el día de permanencia en la parcela de la pradera de achicoria y trébol rojo.	60

17. Probabilidad de encontrar una ternera destetada precozmente pastoreando la pradera de achicoria y trébol rojo según el método de suministro del suplemento y el intervalo de horas del período de observación. 61
18. Probabilidad de encontrar una ternera destetada precozmente consumiendo suplemento en comedero en la pradera de achicoria y trébol rojo según el método de suministro del suplemento y el intervalo de horas del período de observación..... 62
19. Tasa de bocado (boc./min.) de terneras de destete precoz según el método de suministro del suplemento y el día de permanencia en la parcela de achicoria y trébol rojo..... 63

1. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los sistemas ganaderos criadores vacunos del Uruguay están ubicados en las zonas de menor potencial productivo, debido a la escasa competitividad que presenta esta orientación productiva frente a la recría o invernada, así como frente a los rubros agricultura y lechería. La cría es menos eficiente biológicamente que la recría e invernada, pero tiene la ventaja de ser muy competitiva en situaciones donde los recursos naturales son de baja calidad.

Este proceso productivo presenta una eficiencia reproductiva relativamente baja, con un porcentaje de destete promedio de 65% y una alta variabilidad entre años. Una de las tecnologías generada por la investigación y aplicada por muchos productores criadores para incrementar el porcentaje de preñez de las vacas, a través de la reducción de sus requerimientos energéticos, es el destete precoz. Esta tecnología descrita según Simeone y Beretta (2002) se podría aplicar a terneros de 60 días de edad y 70 a 80 kg de peso vivo, y presentaría su mayor respuesta cuando es aplicada a vacas multíparas con condición corporal menor a 3,5 o a vacas primíparas. Luego del destete, estos terneros son acostumbrados a la nueva dieta en un corral durante 10 días aproximadamente, para luego ser ubicados en una pastura natural o sembrada y suplementados diariamente con un suplemento energético-proteico durante 90 días, a razón de 1 a 1,5% del peso vivo dependiendo de la base forrajera.

La mayoría de los sistemas de producción criadores son extensivos y a veces los potreros reservados para realizar el destete precoz se encuentran alejados del casco o en lugares poco accesibles. Sumado a esto, la mano de obra es escasa y cara, especialmente para estos predios, por lo que la suplementación diaria muchas veces constituye una limitante para la aplicación de esta tecnología. En este sentido, el uso de los sistemas de autoconsumo con recarga semanal del suplemento abarataría los costos de mano de obra y facilitaría la implementación de dicha tecnología.

Existe abundante información sobre la utilización de los sistemas de autoconsumo en la suplementación de bovinos de carne, especialmente utilizando NaCl como limitador del consumo. Sin embargo esta información no está dirigida a terneros destetados precozmente en verano, y se desconoce si la misma podría extrapolarse a esta categoría, ya que los animales de esta edad aún no tienen el rumen completamente desarrollado y su capacidad de consumo no está estudiada en situación de destete. Por lo tanto aún se desconoce si mediante el uso del sistema de autoconsumo para suplementar terneros

destetados precozmente se podrían obtener los mismos resultados que con el suministro diario de suplemento, y si mediante el uso de NaCl sería posible limitar el consumo de suplemento en el nivel deseado.

Este trabajo tuvo como objetivo general evaluar la viabilidad del uso del sistema de autoconsumo y de la inclusión de NaCl como limitador del consumo para la suplementación con concentrados energético-proteicos a terneros de destete precoz pastoreando pasturas sembradas durante 90 días post destete en verano. Como objetivos específicos se planteó caracterizar el crecimiento animal, el consumo de forraje y suplemento por el animal, cuantificando la eficiencia de conversión del alimento; así como el patrón diario de consumo de forraje y suplemento y el comportamiento ingestivo en pastoreo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUCCIÓN

La cría vacuna es un proceso biológicamente ineficiente debido a la alta proporción de nutrientes destinados a mantenimiento. Una de las alternativas tecnológicas utilizadas para mejorar la eficiencia reproductiva del rodeo de cría es el destete precoz. Según Simeone y Beretta (2002) esta técnica permite incrementar el porcentaje de preñez de las vacas hasta un 85-90%. Según estos autores, la técnica consta de una fase de acostumbramiento a la nueva dieta luego del destete realizada a corral y otra fase de manejo post destete propiamente dicho en pastoreo. El destete precoz se realiza a terneros que presenten por lo menos 60 días de edad y entre 70 y 80 kg de peso vivo (Simeone y Beretta, 2002). Luego de la etapa de acostumbramiento, los terneros pueden ser alimentados en base a campo natural, donde se asignan 3 a 4 terneros/ha, suplementados diariamente a razón del 1,3 a 1,5% del peso vivo (suplemento energético-proteico con 18% PC, 80% digestibilidad) (Simeone y Beretta, 2002). También pueden ser alimentados en base a pasturas sembradas, donde se les ofrece una asignación de forraje del 8% del PV y son suplementados diariamente a razón del 1% del PV (suplemento energético-proteico con 18% PC, 80% digestibilidad) (Simeone y Beretta, 2002).

Rich et al. (1976) reportaron que los manejos que reducen los requerimientos de mano de obra son importantes debido al impacto que tiene el alto costo de la mano de obra en las ganancias económicas. Por lo tanto, los sistemas de autoconsumo surgen como una forma de reducir dichos costos, especialmente en técnicas como el destete precoz, donde se requiere suplementar diariamente los terneros.

A nivel nacional, los experimentos realizados evaluando sistemas de autoconsumo en destete precoz fueron llevados a cabo sobre pasturas sembradas durante el invierno, con terneros de parición otoñal (Beretta et al., 2013) o en verano sobre campo natural (Quintans et al., 2013). No existen registros de la evaluación del uso del sistema de autoconsumo en destete precoz realizado sobre pasturas sembradas en verano, estación del año en la que se realizan la mayoría de los destetes precoces en el país, ya que la mayor parte de las pariciones ocurren en primavera.

La principal interrogante cuando se usan sistemas de autoconsumo es la forma de limitar el consumo de suplemento al nivel deseado. Existen varios trabajos nacionales e internacionales que muestran los resultados de diferentes métodos de regulación del consumo en sistemas de autoconsumo, pero pocos estuvieron enfocados en terneros de destete precoz.

2.2. EFECTO DE LA FORMA DE SUMINISTRO SOBRE LA RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO

Blasina et al. (2010) realizaron una exhaustiva revisión bibliográfica sobre la suplementación en pastoreo y reportaron que la respuesta a la misma se ve afectada principalmente por las características de la pastura (disponibilidad, calidad y manejo del pastoreo), características del suplemento (cantidad suministrada, calidad, tipo de suplemento, forma de presentación y método de suministro) y características del animal (biotipo, sexo y categoría animal). Además la interacción de estos factores también afecta la respuesta a la suplementación.

En esta revisión se aborda particularmente el método de suministro del suplemento.

2.2.1. Método o forma de suministro del suplemento

El método de suministro del suplemento se refiere a la frecuencia de suministro y al momento del día en que se suministra, asociados a la cantidad de suplemento disponible para los animales.

Las formas de suministro del suplemento más usadas son suplementación diaria en cantidad fija (Cepeda et al. 2005, Simeone y Beretta 2005, Blasina et al. 2010, Beretta et al. 2013), suplementación infrecuente (igual cantidad total en una base semanal pero con diferentes intervalos entre días de suministro) (La Manna et al. 2007, Velazco y Rovira 2012a, Lagomarsino et al. 2014, Luzardo et al. 2014), suplementación con sistema de autoconsumo restringido (recargas a fecha fija con cantidad de suplemento objetivo) (Rovira y Velazco 2012c, 2012d, Velazco et al. 2012b, Velazco y Rovira 2012a) y suplementación con sistema de autoconsumo ad libitum (con o sin limitador del consumo) (Cepeda et al. 2005, Lagreca et al. 2008, Blasina et al. 2010, Beretta et al. 2013, Esteves et al. 2013, Simeone et al. 2013a, 2013b).

2.2.2. Efecto de la forma de suministro sobre el consumo de suplemento

La performance animal depende principalmente del consumo de alimento, de la digestibilidad del mismo y de la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos (eficiencia de uso para los diferentes procesos metabólicos: mantenimiento y producción) (Hodgson, citado por Blasina et al., 2010). Illius y Jessop (1996) mencionan que el consumo es el factor más importante en la determinación de la performance animal.

Según Bowman y Sowell (1997) el consumo de suplemento de los animales depende del tipo de suplemento suministrado, de las condiciones bajo las cuales se suministra, la experiencia previa con suplementos de los animales, las interacciones sociales y la calidad y disponibilidad de forraje.

2.2.2.1. Control del consumo y estabilidad en el tiempo

La suplementación diaria en cantidad fija permite que los animales consuman la cantidad de suplemento deseada diariamente al suministrarles esa cantidad todos los días, permitiendo además que el consumo se mantenga estable en el tiempo y evitando posibles disturbios ruminales. En la suplementación infrecuente cuanto mayor sea la frecuencia de la suplementación, el consumo de los animales se acerca más al deseado, aumentando la estabilidad del consumo en el tiempo. La Manna et al. (2007) reportaron que la suplementación infrecuente con grano de maíz partido cada 72 horas provocó que la tasa de pasaje del alimento en el rumen de novillos y vaquillonas se hiciera más lenta, aumentando la digestión y disminuyendo el consumo por parte de los animales, lo que se vio reflejado en menores ganancias que la suplementación diaria y cada 48 horas. Loy et al. (2007) encontraron que cuando se suplementó vaquillonas día por medio, el consumo de materia seca total fue menor que el de vaquillonas suplementadas diariamente en los días en que no se suplementaba, y similar en los días de suplementación.

Cuando se usan sistemas de autoconsumo, el consumo de suplemento de los animales depende de cuán ajustado esté la inclusión del limitador del consumo en el suplemento para obtener el consumo deseado. En el caso de que el limitador del consumo no regule el consumo de suplemento en el nivel deseado (consumiendo más de lo deseado), en el sistema de autoconsumo restringido el consumo de suplemento no es estable a lo largo del tiempo, ya que el suplemento se termina días antes de la nueva recarga, pudiendo afectar la microflora ruminal y la digestión de la fibra (Elizalde, citado por Cepeda et al. 2005, Simeone y

Beretta 2005). Concordando con esto, Velazco et al. (2012b) encontraron que el suministro del suplemento en autoconsumo restringido con 10% de NaCl con recarga fija cada 14 días se encontraba desprovisto de suplemento al octavo día del llenado, aunque no reportaron casos de acidosis. Rovira y Velazco (2012c) observaron que en el suministro de suplemento mediante autoconsumo restringido con recarga fija cada 7 días, los comederos quedaban desprovistos de suplemento al quinto día, por lo que el consumo de suplemento de los novillos fue de 1,6% del PV durante los días en que consumían suplemento, superando el consumo objetivo de 1% del PV. Velazco y Rovira (2012a) también encontraron que cuando se suministró el suplemento en autoconsumo restringido con recarga fija semanal, el comedero se vació en promedio a los 4,4 días del llenado, con gran variabilidad entre semanas (en las semanas 2 y 7 se vaciaron al séptimo y tercer día respectivamente), lo que provocó gran variabilidad en la estabilidad del consumo (el consumo promedio fue de 1,75% PV en los días que consumieron suplemento). En el sistema de autoconsumo ad libitum con y sin limitador del consumo, el consumo es estable en el tiempo, excepto en el caso de que ocurran disturbios ruminales (acidosis), lo cual es más probable cuando no se incluye limitador del consumo. Según Rovira y Velazco (2012c), cuando se le suministraba suplemento en sistemas de autoconsumo ad libitum con 9% de NaCl los novillos presentaron un consumo de suplemento de 1,8% del PV por día, durante todos los días de permanencia en la franja de pastoreo.

En el cuadro 1 se presenta un resumen de trabajos nacionales que estudiaron el efecto de diferentes métodos de suministro del suplemento en el consumo y ganancia de peso vivo de los animales en pastoreo y confinamiento.

Cuadro 1. Resumen de trabajos nacionales que comparan el efecto de diferentes métodos de suministro del suplemento en el consumo del mismo y la ganancia de peso vivo en pastoreo y confinamiento

Categoría	PV inicial (kg)	Pastura	Disp. (kg MS/ha)	AF (%)	Carga (al/ha)	Suplemento	Período de suplementación	Método de suministro	Cantidad supl. objetivo (% PV)	CMSS (% PV)	GMD (kg/día)	EC supl.	Referencia	
														supl.
Corderos Ideal	30,6	TR	3			Grano entero de Maíz	Invierno (84 días)	SD	0,5		0,110 a		La Manna et al. (2007).	
									1		0,110 a			
									0,7		0,110 a			
									0,8		1,000 a	6,7:1		
									1,12		0,901 a	11,5:1		
Temeros HE	186	TB, LC y F (3º año) y Rg espontáneo	3400	2,5		de Arroz sin desgrasar	Invierno 2011	Diario de L a V	1,6		1,007 a	6,1:1	Lagomarsino et al. (2014).	
						Afrechillo		SD	0,8		0,673 a	6,7:1		
						de Arroz sin desgrasar	Invierno 2012	Diario de L a V	1,12		0,603 a	8,0:1		
								Cada 48 horas	1,6		0,660 a	6,6:1		
								SD	0,8		0,570 b	4,1:1		
								Diario de L a V	1,1		0,637 ab	3,7:1		
								Cada 48 horas	1,6		0,661 a	3,6:1		
Temeros HE	196	CN	2017	2,19		Afrechillo	21/07/2010	SD	0,8		0,480 ab	6,0:1	Luzardo et al. (2014).	
						de Arroz sin desgrasar	al/27/09/2010	Diario de L a V	1,1		0,414 b	7,8:1		
							(68 días)	Cada 48 horas	1,6		0,511 a	5,3:1		
						Afrechillo	01/06/2011	SD	0,8		0,635 a	6,7:1		
						de Arroz sin desgrasar	al/28/09/2011	Diario de L a V	1,1		0,676 a	6,2:1		
							(119 días)	Cada 48 horas	1,6		0,612 a	9,0:1		
Temeros	191	CN	3700	3,2		Recría (16% PC)	23/05 al 6/08	SD	1		0,651 a	3,1:1	Rovira y Velazco (2012d).	
								AC restringido 9% de NaCl	1		1,61	4,4:1		
								AC restringido 15% de NaCl	1,26		0,370 b	5,4:1		
Novillos AA	345	TB, LC y Rg (2º año)	1297	3		Engorde novillos (12% PC)	Junio a setiembre	SD	1		0,905 a	6,4:1	Rovira y Velazco (2012c).	
								AC restringido 9% NaCl	1,1		1,003 a	8,0:1		
								AC ad libitum 9% NaCl	1,8		0,966 a	8,7:1		
Novillos HEXAA	374	TB, LC y Rg (2º año)	1081	3		Terminación novillos (10% PC)	22/11 al 05/02	Diario de L a V 0,5% NaCl	1,4		0,656 a		Velazco et al. (2012b).	
								Diario de L a V 10% NaCl	1,4		0,444 b			
								AC restringido 10% NaCl	1		1,75*	0,523 ab		
Novillos	292	TB, LC y Rg (2º año)	2076	4		Engorde novillos (10% PC)	29/09 al 01/12	SD 0,5% NaCl	0,98		1,450 a	5,2:1	Velazco y Rovira (2012a).	
								Cada 48 horas 0,5% NaCl	1		0,96	1,490 a	5,3:1	
								AC restringido 10% NaCl	0,98		1,370 a	6,5:1		

Cuadro 1. (Continuación)

Categoría	PV inicial (kg)	Pastura	Disp. (kg MS/ha)	AF (%)	Carga (al/ha)	Suplemento	Período de suplementación		Método de suministro	Cantidad supl. objetivo (% PV)	CMSS (% PV)	GMD (kg/al/día)	EC supl.	Referencia
Terneros DP	115	CN	3838	4	4	DP (18 y 16% PC)	13/12 al 01/03	SD	1 y 1,5**	1,21	0,838		Quintans et al. (2013).	
						DP (16 y 14% PC)								2,5
Terneros DP	91	F+TB+LC	1933	4	4	DP (19% PB)	11/06 al 05/10	SD	0,5	0,63 c	0,650 b	2,4:1 a	Beretta et al. (2013)	
														1
Terneros DP	70	Confinamiento				Destete precoz	19/02 al 24/04	SD RTM RF	ad libitum	3,48 a	1,400 a	3,2:1 a	Simeone et al. (2013b)	
														AC RTM RF
Terneros HExAA	172	CN	800	4 a 11	4 a 11	Recría (16% PC)	14/06 al 24/09	AC ad libitum 9% de NaCl	1	1,65	0,412		Rovira et al. (2012e)	
Terneros	153	CN	941	1,4	1,4	Recría (14% PC)	02/06 al 25/08	SD	1	1,00 b	0,260 b	3,2:1 a	Blasina et al. (2010)	
														AC ad libitum 11 y 15% de NaCl ****
Terneros	152	Promoción de Rg	1679	2,5	2,5	Grano entero de Maíz	08/07 al 15/09	SD	1	0,88 a	0,779 a	6,6:1 a	Cepeda et al. (2005)	
														AC ad libitum 5% de NaCl
Terneros AA y AAxHE	159	CN	2271	1,33	1,33	Ración con haima de soja	21/07 al 19/10	AC ad libitum 10% de NaCl	1	1,40 a	0,678 a	5,1:1 a	Estieves et al. (2013)	
						Ración con Optigen								1,20 b
Terneros HE	150	Confinamiento				Recría	27/06 al 12/09	SD RTM ****	2,5	3,04 a	0,698 a	7,5:1 a	Lagrea et al. (2008)	
								RDFD *****	2,5	3,02 a	0,712 a	7,3:1 a		
								RDFA *****	2,5	3,11 a	0,703 a	7,5:1 a		
								RAFA *****	ad libitum	3,04 a	0,850 a	6,5:1 a		
Terneros HE	164	Confinamiento				Recría	Invierno (60 días)	SD RTM	ad libitum	3,38 a	1,400 a	5,5:1 a	Simeone et al. (2013a)	
								AC RTM	ad libitum	3,07 b	1,360 a	5,2:1 b		

Medias seguidas de letras diferentes dentro de cada experimento para cada variable diferencian significativamente (P<0,05).

* Consumo durante los días que presentaron ración en el comedero; ** 1% del PV en los primeros 18 días en el campo y 1,5% del PV hasta el final (49 días); *** Sin regulador del consumo; **** Se utilizó 11% de NaCl en todo el período excepto las últimas 4 semanas, donde se usó 15% de NaCl; ***** Relación concentrado/voluminoso de la RTM; 85/15; ***** Concentrado (2,5% del PV) y voluminoso (0,5% del PV) ofrecidos diariamente por separado en cantidad fija; ***** Concentrado ofrecido diariamente en cantidad fija (2,5% del PV) y voluminoso ad libitum; ***** Concentrado ad libitum y voluminoso ad libitum. PV: peso vivo; Disp.: Disponibilidad de forraje inicial; AF: asignación de forraje (% del PV); a: animal; CMSS: consumo de materia seca de suplemento; GMD: ganancia media diaria; EC: sup. eficiencia de conversión del suplemento; AA: Aberdeen Angus; HE: Hereford; DP: destete precoz; CN: campo natural; TB: trébol blanco; LC: lotus corniculatus; Rg: raigrás anual; TR: trébol rojo; F: festuca; PC: proteína cruda; PB: proteína bruta; SD: suministro diario; AC: autoconsumo; L a V: lunes a viernes; SD-AC: suministro diario en acostumbamiento y autoconsumo en campo; AC-AC: autoconsumo en acostumbamiento y campo; RTM: ración totalmente mezclada; RF: Retornable fino como fuente de fibra; supl: suplemento.

En conclusión, los métodos de suministro que siempre permitieron obtener consumos similares a los deseados fueron el suministro diario, cada 48 horas y de lunes a viernes. Con el autoconsumo ad libitum se obtuvieron consumos de suplemento más variables, donde en general fueron cercanos al consumo deseado y algunas veces superiores, aunque permitió mantener el consumo estable en el tiempo evitando variaciones en la microflora ruminal (Elizalde, citado por Cepeda et al., 2005). Por otro lado, el sistema de autoconsumo restringido fue en el que se observaron mayores variaciones en los consumos registrados, no siempre limitándose el consumo en niveles cercanos al deseado, probablemente debido a que la sal agregada no fue efectiva para limitar el consumo, afectado además la estabilidad del consumo de suplemento en el tiempo de permanencia en la parcela de pastoreo. A pesar de estas variaciones en el consumo de suplemento, las ganancias medias diarias (GMD) obtenidas en los diferentes métodos de suministro, salvo en algunos casos (Blasina et al. 2010, Rovira y Velazco 2012d, Luzardo et al. 2014), no difirieron estadísticamente. Finalmente, la eficiencia de conversión del suplemento de los trabajos en los que se analizó la misma estadísticamente en general no fue afectada por la forma de suministro del suplemento, presentando valores similares para SD y AC ad libitum ya sea con o sin sal (en pastoreo y confinamiento respectivamente).

2.2.2.2. Variabilidad entre animales

La cantidad de suplemento ofrecido afecta el consumo del mismo y por lo tanto la performance animal. El uso de diferentes métodos de suministro afecta la cantidad de suplemento ofrecido. Al aumentar la cantidad de suplemento (uso de autoconsumo ad libitum frente a suministro diario) disminuye la variación en el consumo de suplemento individual y la proporción de animales que no comen, pero no necesariamente aumenta el porcentaje de animales consumiendo la cantidad deseada (Bowman y Sowell, 1997). Por otro lado, Kendall et al., citados por Bowman y Sowell (1997) encontraron que con altas cantidades de suplemento ofrecido el frente de ataque tuvo poco efecto en el coeficiente de variación del consumo de suplemento. Sin embargo, con una baja cantidad de suplemento ofrecido, el frente de ataque tuvo un gran efecto en el coeficiente de variación del consumo de suplemento. Esto sucedería con mayor frecuencia en el suministro diario y suministro infrecuente cada 48 horas, si no se utilizan los frentes de ataque recomendados. Bowman y Sowell (1997) expusieron que los cambios en el frente de ataque por animal del comedero pueden afectar la competitividad y variación en el consumo de suplemento. Simeone y Beretta

(2002) recomiendan usar, en suplementaciones diarias, comederos con 30 cm de frente de ataque por animal, y cuando se suplementa en sistemas de autoconsumo, Beretta y Simeone (2008) recomiendan un comedero de tres metros de largo con acceso por ambos lados cada 200 terneros de 150 kg de PV, por lo que tendría 3 cm de frente de ataque por animal.

El método de entrega de suplemento condiciona el tiempo de exposición del mismo a los animales, siendo este máximo en el caso de los sistemas de autoconsumo *ad libitum* y mínimo en el suministro diario. Bowman y Sowell (1997) sugieren que al aumentar el tiempo de exposición a los alimentos generalmente disminuye el coeficiente de variación del consumo del suplemento entre los animales.

Por otro lado, según Bowman y Sowell (1997) los animales más dominantes comúnmente consumen más suplemento que los demás, lo que puede alterarse mediante cambios en el método de suministro del suplemento. En este sentido, el uso de comederos de autoconsumo permite que los animales puedan consumir suplemento en distintos momentos del día, evitando la competencia, lo que es poco probable en el suministro diario ya que los animales consumen juntos todo el suplemento poco tiempo después del suministro.

2.2.2.3. Interacción con otras variables: manejo del pastoreo

Al aumentar la disponibilidad de forraje (o asignación de forraje) aumenta la proporción de animales que no consumen suplemento (Ducker et al., Wagnon, citados por Bowman y Sowell, 1997), y a su vez al aumentar la disponibilidad de forraje aumenta la variación en el consumo individual de suplemento (Bowman y Sowell, 1997). Por eso en situaciones donde existe alta disponibilidad o asignación de forraje, el suministro de suplemento mediante el sistema de autoconsumo *ad libitum* con limitador del consumo asegura la disponibilidad constante del suplemento y disminuye la proporción de animales que no consumen suplemento, a diferencia de lo que sucede en el suministro diario, donde la menor cantidad ofrecida del suplemento aumenta la variabilidad del consumo individual (Bowman y Sowell, 1997).

La calidad del forraje también afecta el consumo del suplemento, aumentando el mismo al disminuir la calidad (Rovira y Velazco, 2012a). Por lo tanto, en situaciones con pasturas de alta calidad, la variabilidad del consumo individual de los animales va a ser mayor cuando se suministra el suplemento

diariamente que cuando se lo hace en sistemas de autoconsumo ad libitum con limitador del consumo.

2.2.3. Efecto de la forma de suministro sobre el ambiente ruminal: digestión y aprovechamiento de los nutrientes

La forma de suministro del suplemento puede afectar el ambiente ruminal y por ende la digestión y la performance animal. En diferentes trabajos se han estudiado distintas variables a nivel ruminal (pH, concentración de amoníaco y ácidos grasos volátiles (AGV), relación ácido acético/propiónico (C2/C3) y tasa de pasaje) para determinar el grado de digestión y aprovechamiento de los nutrientes obtenido con diferentes métodos de suministro.

Brandyberry et al. (1991) trabajando con novillos de 353 kg de PV promedio no encontraron diferencias en las concentraciones de amoníaco ruminal ni en la concentración total de AGV entre el suministro de suplemento proteico (28% PC) diario con y sin NaCl, y en sistema de autoconsumo ad libitum con NaCl, en verano e invierno. En este trabajo también encontraron que los novillos alimentados con suplemento con NaCl mostraron una menor relación C2/C3, al igual que los novillos suplementados en autoconsumo en verano. Bohnert et al., citados por Loy et al. (2007) reportaron que al disminuir la frecuencia de la suplementación proteica con harina de soja, expeller de soja y harina de sangre desde el suministro diario hasta el suministro cada tres y seis días, la concentración de amonio en el rumen aumentó linealmente, probablemente debido al reciclaje del N, lo cual ayudaría a mantener la digestión de la fibra en los días entre suplementaciones en niveles similares a los de la suplementación diaria. Bohnert et al., citados por Loy et al. (2007) también reportaron que la concentración total de AGV aumentó linealmente a medida que disminuyó la frecuencia de suplementación, siendo esto el resultado de un aumento lineal de ácido propiónico y butírico y de una disminución lineal simultánea de ácido acético. Loy et al. (2007) encontraron que al suplementar vaquillonas en confinamiento con maíz seco laminado (DRC) y grano de destilería con solubles (DDGS), suministrándoles además heno de pastura ad libitum, de forma diaria o día por medio, hubo una tendencia ($P < 0,1$) a que las vaquillonas suplementadas día por medio presentaran una mayor concentración de amoníaco ruminal que las suplementadas diariamente. El pH no se vio afectado por la forma de suministro.

La Manna et al. (2007) reportaron que la suplementación infrecuente con grano de maíz partido a novillos provocó un aumento del tiempo en que el pH

ruminal permaneció por debajo de 6,2 cada 6 días, y una disminución de la tasa de pasaje al disminuir la frecuencia de suplementación, desde diario hasta cada 48 y 72 horas.

En conclusión, cuando se suministró un suplemento proteico el pH no se vio afectado por el método de suministro, a diferencia de cuando el suplemento fue energético. Por otro lado, las concentraciones de amoníaco y AGV ruminales aumentaron al disminuir la frecuencia de la suplementación, mientras que la relación C2/C3, el pH y la tasa de pasaje disminuyeron.

Por lo tanto, cuanto mayor es la frecuencia al acceso de suplemento por parte de los animales (suplementaciones diarias o en autoconsumo ad libitum), mayor es la estabilidad ruminal, ya que el pH es algo superior al de suplementaciones menos frecuentes, no afectándose la microflora celulolítica ni la digestión de la fibra, y existe un menor exceso de amoníaco, evitando gastos energéticos para la eliminación del amoníaco sobrante en el rumen, aumentando la síntesis de proteína microbiana. Esto determinaría que con mayores frecuencias de acceso al suplemento la digestión de la fibra sería mayor (mayor relación C2/C3), al igual que el aprovechamiento de los nutrientes.

2.2.4. Efecto de la forma de suministro sobre el comportamiento animal

El comportamiento animal en pastoreo y especialmente el comportamiento ingestivo (peso de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) determinan el consumo de materia seca y por lo tanto la performance animal. El comportamiento puede ser diferente cuando se suplementa, pudiendo variar a su vez según el método de suministro utilizado. Estas variaciones en el comportamiento ingestivo del animal podrían afectar la estabilidad del consumo y la composición de la dieta consumida.

En el cuadro 2 se presenta un resumen de algunos trabajos nacionales e internacionales que estudiaron el comportamiento de los animales en pastoreo cuando los mismos fueron suplementados con distintos métodos de suministro.

Cuadro 2. Resumen de algunos trabajos nacionales e internacionales que estudiaron el comportamiento animal en pastoreo según la forma de suministro del suplemento

Categoría	Forma de suministro	Pastura	Suplemento	Nivel de suplementación	Comportamiento					Referencia	
					Pastoreo	Comedero	Descanso	Rumia	Agua		
Vacas preñadas	SD	CN baja	Harina de semilla	0,91 kg (BS)	ns	ns	sd	sd	sd	sd	Schauer et al. (2005)
467 kg de PV inicial	1 cada 6 días	calidad	de algodón	5,46 kg (BS)							
Vaquillonas	SD	Heno de	DRC y DDGS	0,4% PV	no corre-	SD > cada	sd	sd	sd	sd	Loy et al. (2007).
416 kg de PV inicial	Cada 48 horas	pasto picado		0,8% PV	ponde	48 horas*					
Teneros 153 kg de PV inicial	SD	CN	Recría (14% PC)	1	SD > AC (*)	AC > SD (*)	AC > SD***	SD > AC***	AC > SD***	AC > SD***	Blasina et al. (2010).
Teneros de DP de 115 kg PV inicial	SD **** SD-AC ad libitum ***** AC ad libitum *****	CN	DP (18 y 16% PC) DP (16 y 14% PC)	1 y 1,5 ***** 2,5	SD > SD-AC (*) SD > AC (*) SD-AC=AC (*)	SD-AC=AC (*) SD-AC > SD (*) SD-AC=SD (*)	AC=SD-AC (*) sd SD-AC=SD (*)	AC=SD-AC ***** sd SD-AC=SD *****	AC=SD-AC ***** AC > SD ***** SD-AC=SD *****	Quintans et al. (2013).	

PV: peso vivo; DP: destete precoz; CN: campo natural; PC: proteína cruda; BS: Base seca; SD: suministro diario; AC: autoconsumo; DRC: Maíz laminado seco; DDGS: grano de destilería con solubles; ns: no hay diferencias significativas entre las medias (P>0,05); (*): P<0,05; sd: Sin datos.

* SD presentó mayor número de comidas y mayor tiempo comiendo (hubo interacción suplemento x forma de suministro), aunque menor volumen de comidas; ** Se utilizó 11% de NaCl en todo el período excepto las últimas 4 semanas, donde se usó 15% de NaCl; *** No fue analizado estadísticamente; **** SD en acostumbriamiento y campo; ***** SD en acostumbriamiento y AC ad libitum en campo; ***** AC ad libitum en acostumbriamiento y campo; ***** 1% del PV en los primeros 18 días en el campo y 1,5% del PV hasta el final (49 días); ***** P<0,10.

Como se puede observar en el cuadro 2, los animales bajo suministro de suplemento mediante sistemas de autoconsumo ad libitum en general presentan un menor tiempo de pastoreo y mayor tiempo en comedero, descanso y consumo de agua que los suplementados diariamente. En base a esto podría esperarse que la energía destinada para mantenimiento cuando se utilizan sistemas de autoconsumo sea menor, ya que el costo de cosecha y actividad disminuirían al presentar un menor tiempo de pastoreo (Havstad y Malechek, citados por Blasina et al. 2010, Rovira 2012). Lo mismo sucedería al comparar el suministro diario con la suplementación infrecuente, ya que esta última muestra menor tiempo de consumo en comedero.

Finalmente, en un experimento nacional donde se monitoreó terneros suplementados en autoconsumo ad libitum sobre campo natural de baja disponibilidad con ración conteniendo 9% de NaCl en invierno, Rovira et al. (2012e) encontraron que el tiempo diurno total de consumo de ración fue de 99 minutos por ternero por día (16% del tiempo total de observación), existiendo una importante variación entre días (diferencia máxima de 18 puntos porcentuales en el coeficiente de variación) y terneros (53% de coeficiente de variación promedio de los 5 días de monitoreo), el tiempo diurno total de pastoreo fue de 270 minutos por ternero (43% del tiempo total de observación), y el número de comidas promedio por día y por animal fue de 4, con una duración de 25 minutos por comida. También encontraron que los animales que pasaron más tiempo consumiendo suplemento eran los que pastoreaban menos tiempo durante el día.

2.3. MÉTODOS UTILIZADOS PARA LIMITAR EL CONSUMO DE SUPLEMENTO

Existen diferentes métodos para limitar el consumo de suplemento cuando este se suministra en sistemas de autoconsumo, donde la cantidad de suplemento disponible para el animal es elevada. Estos métodos pueden ser mecánicos (forma y funcionamiento del comedero), físicos (inclusión de fibra larga en el suplemento) y químicos (inclusión de compuestos químicos al suplemento). Según Schauer et al. (2004), dentro de los métodos químicos de regulación se encuentran las sales amoniacales, el hidróxido de calcio y el cloruro de sodio. Por ser este último el más utilizado a nivel comercial y el más estudiado, será descrito en mayor detalle.

Con respecto a las sales amoniacaes, Oetzel y Barmore, citados por Schauer et al. (2004) reportaron una reducción del consumo de 34 y 28,6% cuando se les suministraba sulfato de amonio y cloruro de amonio respectivamente a vacas lecheras en lactancia. Schauer et al. (2004) encontraron que las sales amoniacaes limitaron el consumo de suplementos de forma menos efectiva que el cloruro de sodio o el hidróxido de calcio. Además no encontraron diferencias significativas entre el tratamiento que contenía sales amoniacaes como limitador del consumo y el tratamiento de suministro diario de suplemento para ganancia media diaria, peso vivo final y eficiencia de conversión del suplemento.

Si bien el hidróxido de calcio es utilizado como método de regulación del consumo de suplemento (US Patents and Trademark Office, citado por Schauer et al., 2004), su aplicación práctica requiere mayor investigación (Schauer et al., 2004). Schauer et al. (2004) llegaron a resultados similares a los encontrados por la Cooperativa de Investigación de Granja de Estados Unidos (US Patents and Trademark Office, citado por Schauer et al., 2004), quienes reportaron que el consumo de un suplemento conteniendo 7% de CaOH suministrado a novillos no fue diferente a un tratamiento con 18% de NaCl como limitador. Schauer et al. (2004) encontraron que la suplementación en sistemas de autoconsumo con CaOH frecuentemente resultó en un consumo de suplemento similar al de suministro diario. Además reportaron que en el segundo ensayo realizado la efectividad del CaOH disminuyó al avanzar la estación, lo cual pudo deberse a la disminución de la sensibilidad de los novillos a los efectos de palatabilidad de CaOH. También encontraron que no existieron diferencias significativas entre el tratamiento con CaOH como limitador y el tratamiento de suministro diario de suplemento para ganancia media diaria, eficiencia de conversión y peso final en el primer ensayo, mientras que difirieron para esta última variable en el segundo ensayo.

El método más utilizado, estudiado y eficiente para limitar el consumo de suplemento en sistemas de autoconsumo es el cloruro de sodio (NaCl) (Riggs et al. 1953, Beeson et al. 1957, Schauer et al. 2004, Cardon et al., citados por Schauer et al. 2004). Rich et al. (1976) reportaron que el requerimiento de NaCl del ganado adulto es menor a 28,35 g/animal/día, aunque el consumo voluntario frecuentemente excede las necesidades mínimas, pero como hay limitantes metabólicas para la cantidad de sal que el ganado puede comer, la sal puede usarse para restringir el consumo de alimentos altamente palatables. En el cuadro 3 se muestra el nivel de sal estimado para limitar el consumo de suplemento según el peso vivo de los animales (Rich et al., 1976).

Cuadro 3. Consumo de sal estimado para ganado alimentado con suplementos limitados con NaCl

Peso vivo (kg)	Consumo de sal (kg/día)		
	Bajo	Promedio	Alto
136	0,14	0,23	0,27
227	0,23	0,27	0,32
318	0,27	0,32	0,41
408	0,32	0,41	0,50
499	0,36	0,50	0,59
590	0,41	0,59	0,68
680	0,45	0,68	0,73

Fuente: adaptado de Rich et al. (1976)

Según Rich et al. (1976) cuando los animales están acostumbrados a la suplementación, pero no con sistemas de autoconsumo, el consumo de suplemento en exceso puede evitarse empezando con un alto nivel de cloruro de sodio (relaciones de 50:50 o hasta 60:40 de NaCl:concentrado) y reduciendo después el nivel de NaCl para obtener el nivel de consumo de suplemento deseado. Si el ganado nunca fue suplementado con concentrado, puede ser necesario un período de acostumbramiento por una semana o más con suministro diario del alimento sin agregado de NaCl, especialmente con ganado joven.

Para una adecuada regulación del consumo Rich et al. (1976) sugirieron que al incluir grano en un suplemento en sistema de autoconsumo este debería estar quebrado o molido grueso y mezclado con sal que tenga un tamaño de partícula similar. Esto garantiza una adecuada homogenización de la mezcla y ayuda a la prevención del consumo del suplemento en exceso y los problemas que acarrea. Además Rich et al. (1976) mencionaron que debe haber forraje o heno disponible en adecuada cantidad y calidad para que el ganado no sea forzado a comer el suplemento con sal para sobrevivir. Estos autores también publicaron que la sal usada en los suplementos de autoconsumo debe ser sal común (NaCl). No deberían usarse sales minerales para limitar el consumo debido a que además de ser más caras, podrían provocar toxicidad o desbalances minerales al usarse en grandes cantidades, debido al consumo excesivo de los elementos adicionales.

Según Schauer et al. (2004) la utilización de NaCl (16% del suplemento) como limitador del consumo resultó frecuentemente en un consumo de suplemento similar al de suministro diario en novillos de año. Totusek et al., Rush et al., citados por Schauer et al. (2004) obtuvieron que los niveles de NaCl entre 20 y 29,5% limitaron el consumo de suplemento proteico a aproximadamente 1,25 kg de materia seca por día para novillos. Riggs et al. (1953) demostraron que cuando se incluía 25 y 35% de NaCl en harina de semilla de algodón en autoconsumo, el consumo del suplemento fue limitado a 2 y 0,93 kg MS/día en vacas de razas carniceras preñadas pastoreando forraje seco de invierno, respectivamente. Schauer et al. (2004) obtuvieron en el primer ensayo un consumo promedio de suplemento de 2,69 kg MS/día en el tratamiento con NaCl, mientras que en el segundo ensayo el consumo de los novillos con NaCl varió entre 1,4 y 4,11 kg MS/día. Ellos afirmaron que este aumento en el consumo de suplemento al avanzar la estación pudo deberse a la disminución de la sensibilidad de los novillos al NaCl. Beeson et al. (1957) reportaron que la adición de 5% de NaCl a un suplemento proteico controló el consumo promedio diario del mismo en 1 kg para novillos en engorde. Archer et al., citados por Beeson et al. (1957) publicaron que un nivel de 30% de NaCl limitó el consumo de torta de semilla de algodón en 1,18 kg por día para vacas de cría en pasturas nativas secas. Brandyberry et al. (1991) no encontraron diferencias significativas en el consumo de forraje ni en el consumo total de materia orgánica al suplementar diariamente sin NaCl, diariamente con NaCl y en autoconsumo con NaCl. Meyer et al. (1955) encontraron que la inclusión de 8 a 10% de NaCl a un concentrado permite lograr un consumo de 1 kg de suplemento cada 100 kg de peso corporal en ovejas en engorde sobre pasturas.

Por otro lado Rich et al. (1976) comentaron que la sal no es un limitador preciso del consumo ya que algunos animales toleran más sal que otros y es esencial la disponibilidad abundante de agua. En el mismo sentido Meyer et al. (1955) afirmaron que el nivel de restricción del consumo encontrado en su trabajo no es constante ya que varía según la calidad de la pastura y debe ser cambiado para obtener el consumo de suplemento deseado. Esto se debe a que según Beeson et al. (1957) el nivel de NaCl necesario para controlar el consumo de suplemento proteico está gobernado por diversos factores, y por lo tanto debe ser ajustado de acuerdo a las condiciones de cada situación particular de alimentación. Además Rich et al. (1976) expusieron que el consumo de sal agregada al suplemento no es constante y está influenciado por el consumo de forraje, la palatabilidad del suplemento, el contenido de sal del agua y la adaptación animal.

En el trabajo de Meyer et al. (1955) también observaron que no hubo diferencias significativas en la GMD y en la clasificación y rendimiento de la carcasa, tanto para los ovinos como para los novillos con altos consumos de sal frente a aquellos con la ración básica. Esto concuerda con lo reportado por Chicco et al. (1971) quienes no encontraron diferencias significativas en GMD, clasificación y rendimiento de la canal y área de ojo de bife. Schauer et al. (2004) también reportaron que no hubo diferencias significativas entre el tratamiento de autoconsumo con NaCl y el tratamiento con suministro diario para GMD, peso vivo final y eficiencia de conversión del suplemento.

Rich et al. (1976) afirmaron que la sal se absorbe rápidamente del tracto intestinal a la sangre y luego es excretada por los riñones a través de la orina, aunque los animales pueden eliminar el exceso de sal solamente cuando tienen agua limpia disponible en cantidad adecuada. Según Meyer et al. (1955) el tamaño de los riñones de ovinos y vacunos aumentó cuando el suplemento contenía 9,4 y 12,8% de NaCl, aunque estos no presentaron síntomas patológicos (a diferencia de lo observado por Chicco et al., 1971, quienes reportaron nefritis osmótica en novillos en crecimiento pastoreando pasturas tropicales), por lo que podrían aumentar los requerimientos de mantenimiento basal. No hubo diferencias significativas entre los ovinos y vacunos alimentados con altos niveles de sal y los controles para peso de glándulas adrenales, niveles de albúmina y hematocrito. Según Hagstern y Perry (1975) el hematocrito de corderos en engorde disminuyó con el aumento del consumo de sal, inicialmente de forma drástica pero luego se estabilizó excepto para el nivel de sal más alto. Riggs et al. (1953) tampoco encontraron daños en los riñones ni en la performance reproductiva de las vacas. Según Rich et al. (1976) experimentos controlados en varios estados de Estados Unidos no pudieron mostrar ningún efecto perjudicial del uso adecuado de mezclas de concentrados y NaCl en la producción del ganado. Estos autores también reportaron que la toxicidad por sal se ve muy raramente en el ganado debido a su alta tolerancia a la sal, siendo la dosis letal por cada ingesta del ganado adulto de 1,81 a 2,27 kg de sal.

Según Moseley y Jones (1974) el NaCl puede afectar la digestibilidad del forraje cuando se suministra en altos niveles en capones. Sin embargo Nelson et al. (1955) realizaron ensayos de digestión y balance en novillos (227 kg) y capones (30 kg) alimentados con raciones normal y alta en sal (0,106 kg NaCl/100 kg PV y 0,14 kg NaCl/100 kg PV para novillos y capones respectivamente) y obtuvieron que el alto consumo de sal no afectó significativamente la digestibilidad de los componentes de la ración suministrada a los novillos, pero disminuyó la digestibilidad de la materia orgánica y del

extracto libre de nitrógeno en los capones, por lo que concluyeron que el consumo alto de sal no afecta seriamente la digestión normal de los alimentos por parte de los microorganismos ruminales. Además Nelson et al. (1955) encontraron que hubo un pequeño pero no significativo descenso en la retención de nitrógeno en ambas especies cuando la ración contenía altos niveles de sal. También hubo un pequeño y significativo aumento en la retención de Na y Cl en novillos y capones en el tratamiento con alto nivel de sal. Estos autores afirman que a pesar de que la retención fue pequeña, si la alimentación continúa durante varios meses podría resultar en una retención de agua asociada apreciable, por lo que las ganancias medias diarias deberían ser usadas con cuidado en la evaluación de respuestas a dietas con alta sal.

Cardon (1953), Archer et al., citados por Beeson et al. (1957), Chicco et al. (1971) no observaron diferencias significativas por la inclusión de NaCl en el suplemento de vacas (en los primeros dos trabajos) y novillos (en el trabajo de Chicco et al., 1971), para la digestibilidad total de materia seca, celulosa y proteína. Meyer et al. (1955) tampoco encontraron una influencia estadísticamente significativa del alto consumo de NaCl sobre la digestibilidad de la proteína, nutrientes digestibles totales (NDT), y retención de nitrógeno, difiriendo esta última con lo observado por Nelson et al. (1955), Chicco et al. (1971). Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Brandyberry et al. (1991), quienes encontraron una mayor digestibilidad total de la materia orgánica cuando los novillos fueron suplementados diariamente con NaCl y en autoconsumo con NaCl frente a la suplementación diaria sin NaCl. Por otro lado estos últimos autores encontraron una digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) similar entre los tratamientos. Riggs et al. (1953) también observaron efectos benéficos de los altos niveles de NaCl sobre la digestión de la proteína, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.

2.3.1. Efectos de la sal en el consumo de agua y excreción en el ambiente

Según Charlón et al. (2002) los animales disponen de tres fuentes de suministro de agua: la de bebida, la contenida en los alimentos y la metabólica. El agua de bebida es la que aporta más sobre el total consumido. Los diferentes factores que modifican este consumo son la raza, el estado fisiológico, el nivel de producción de leche, la temperatura y humedad ambiental, la cantidad de materia seca ingerida, el tipo de alimento y la temperatura, disponibilidad y concentración de sales del agua (Charlón et al., 2002). Concordando con gran parte de lo anterior, Sun et al. (2014) afirmaron que el agua ingerida por los animales

depende de la cantidad de agua contenida en el alimento y de las condiciones climáticas. Por otra parte Arias y Mader (2011) encontraron que los factores primarios que afectan el consumo de agua de bebida de ganado en terminación son la temperatura media, temperatura mínima y el índice de temperatura y humedad, mientras que la radiación solar y el consumo de materia seca tienen una menor influencia.

Charlón et al. (2002) reportaron que los bovinos requieren importantes cantidades de agua. Según Castle y Thomas, citados por Charlón et al. (2002), este requerimiento es de 3 a 4 litros por día por kilo de materia seca consumida en un animal adulto. Según Sun et al. (2014) el consumo de agua de bebida promedio de novillos en engorde varió entre 0 y 29 L por día, con un promedio de 9,8 L por día en la estación de pastoreo. Murphy, citado por Charlón et al. (2002), utilizando vacas Holando, predijo el 60% de la variación del consumo de agua a través de una ecuación que utilizaba como variables independientes consumo diario de materia seca, producción diaria de leche, sodio diario ingerido y temperatura mínima media semanal. En el cuadro 4 se presentan los requerimientos de agua para bovinos de leche según Adams, citado por Charlón et al. (2002). Según Charlón et al. (2002) a los valores del cuadro se les debería adicionar un 20%, especialmente durante períodos de altas temperaturas.

Cuadro 4. Requerimientos de agua para bovinos de leche según edad, categoría y nivel de producción

Estado fisiológico	Edad o producción	Litros/día
Terberos	3 meses	8 a 11
	4 meses	11 a 13
	5 meses	14 a 17
Vaquillonas	15 a 18 meses	22 a 27
	18 a 24 meses	28 a 36
Vacas lactando	15 litros/día	55 a 63,5
	25 litros/día	90,8 a 102
	40 litros/día	144 a 159
Vacas secas	Preñadas (6 a 9 meses)	34 a 49

Fuente: Adams, citado por Charlón et al. (2002)

Hay evidencias de que el consumo de NaCl aumenta el consumo de agua de los animales. En este sentido Weir y Miller (1953) encontraron que el consumo de agua de ovejas preñadas con suplementos proteicos con sal como limitador del consumo fue significativamente mayor al consumo de agua de ovejas preñadas en el tratamiento control (suministro diario del suplemento sin sal, con acceso libre a bloques de sal). Meyer et al. (1955), Gaughan y Mader (2009) reportaron resultados similares en el consumo de agua para novillos en terminación que consumían un suplemento limitado con NaCl, frente al control sin NaCl, y Riggs et al. (1953) lo hizo para vacas de raza carnífera.

Meyer et al. (1955) encontraron que los novillos requirieron 35 mL de agua adicional por cada gramo adicional de NaCl consumido, siendo esto inferior a los 54,7 mL que habían reportado con ovinos Meyer y Weir (1954). Por otro lado Rich et al. (1976) afirmaron que bovinos de carne que consumen suplementos con NaCl como limitador del consumo presentan un consumo de agua adicional de aproximadamente 42 mL por cada gramo de NaCl, lo cual equivale a un 50 a 75% más de agua que lo normal.

Rich et al. (1976) expusieron que cuando el agua de bebida disponible es únicamente agua salada, el ganado frecuentemente rechaza el suplemento con sal, o puede ser forzado a una situación de toxicidad.

Con respecto al efecto de la excreción de NaCl en el ambiente Mills, citado por Hagsten y Perry (1975) reportó que en promedio el 90 a 95% de la excreción de Na se da a través de la orina. Nelson et al. (1955) encontraron que los iones de Na y Cl fueron excretados en gran medida por la orina. Estos autores además reportaron que la excreción urinaria de Na y Cl de los novillos alimentados con la dieta alta en sal fue de 87 y 98,2% del consumo respectivamente. También encontraron que las cantidades absolutas de Na excretadas en heces por los novillos fueron similares independientemente del consumo de sal, y solo se excretaron trazas de Cl en las heces. Por otro lado Riggs et al. (1953) observaron que el 98,3% de la excreción de Cl se realizó a través de la orina.

Moseley y Jones (1974) observaron que el volumen de orina y la excreción urinaria de Na, K, Mg, Ca, P y N aumentaron al aumentar el consumo de NaCl de capones. Según Hagsten y Perry (1975) la adición en sangre de 0,08% de Na a corderos en engorde resultó en un aumento de la excreción de Na en la orina, mientras que a 0,16% de Na los animales tuvieron un exceso del mismo. Riggs et al. (1953) encontraron que la excreción total de Cl de las vacas con alto nivel de sal en la dieta fue 11,5 veces mayor que la del tratamiento

control, y la excreción de orina fue mayor. Por otra parte Nelson et al. (1955) reportaron que en sus experimentos con novillos y capones hubo una tendencia al aumento de la excreción de N en la orina cuando se suministraron raciones con alto nivel de sal, siendo la excreción de orina promedio diaria de los novillos de 3,37 L en la dieta básica y 10,48 L en la dieta con alto nivel de sal.

Rovira y Velazco (2012d) afirmaron que como la mayor parte del contenido de NaCl suministrado a los animales en suplementación con sistemas de autoconsumo es excretado en la orina, se debe tener cuidado desde el punto de vista ambiental, principalmente en situaciones de alta carga animal. Según Byers, citado por Rovira y Velazco (2012b) se debe controlar y ajustar el nivel de NaCl que se utiliza en las raciones de autoconsumo para evitar los problemas ambientales de salinidad en el manejo del estiércol en cursos de agua en sistemas intensivos de producción, y el aumento de salinidad del suelo.

2.4. ANTECEDENTES EVALUANDO EL USO DEL AUTOCONSUMO COMO FORMA DE SUMINISTRO DEL SUPLEMENTO

El consumo de suplemento (Schauer et al., 2004) y la performance de los animales (Meyer et al. 1955, Chicco et al. 1971, Schauer et al. 2004) no difieren entre el suministro diario de suplemento y el uso de sistemas de autoconsumo.

Por otra parte Bowman y Sowell (1997) afirmaron que el sistema de suplementación con autoconsumo sería un método de suministro que intenta permitir un frente de ataque ilimitado y teóricamente debería aumentar la oportunidad del animal de consumir suplemento, o reducir el porcentaje de animales que no comen. Rich et al. (1976) reportaron que el suministro de suplemento en sistemas de autoconsumo tiende a permitir que vacas tímidas o que coman lento puedan llegar a consumir la cantidad de alimento deseada, siendo además un método que facilita el suministro de minerales, vitaminas y otros aditivos.

A nivel nacional se ha estudiado el efecto del uso de sistemas de autoconsumo como forma de suministro de suplemento en distintas categorías de animales y alternativas forrajeras. Varios de estos trabajos se presentaron en el cuadro 1, a partir del cual se podría concluir que, utilizando sistemas de autoconsumo con NaCl como limitador del consumo como forma de suministrar el suplemento a bovinos de carne se obtuvieron ganancias de peso similares o mayores (Blasina et al., 2010) que con suplementación diaria. Cuando no se

utilizaron limitadores del consumo en sistemas de autoconsumo ad libitum, en pastoreo las ganancias de peso obtenidas fueron superiores a las logradas con suplementación diaria (Quintans et al., 2013), mientras que en confinamiento las ganancias no difirieron estadísticamente del suministro diario ad libitum. Cuando se utilizaron sistemas de autoconsumo restringido con limitador del consumo la GMD obtenida fue similar o significativamente menor a la obtenida con suministro diario.

Con respecto al consumo de suplemento, el sistema de autoconsumo ad libitum sin limitador del consumo presentó mayores consumos que cuando se suplementó diariamente en condiciones de pastoreo (Quintans et al., 2013), mientras que en confinamiento el consumo no difirió estadísticamente entre suplementar diariamente o en autoconsumo, excepto en el trabajo de Simeone et al. (2013a), donde en autoconsumo fue menor. Cuando se suplementó en sistemas de autoconsumo ad libitum con sal como limitador del consumo, el mismo fue variable con respecto al suministro diario, ya que se encontraron consumos estadísticamente mayores (Blasina et al., 2010), similares (Cepeda et al., 2005) y menores (Beretta et al., 2013) al suministro diario. Por otro lado, cuando se utilizaron sistemas de autoconsumo restringido con inclusión de sal, generalmente los consumos de suplemento obtenidos fueron mayores a los registrados con suministro diario, aunque en estos trabajos no se realizaron análisis estadísticos de esta variable.

Finalmente, con respecto a la eficiencia de conversión del suplemento, no existieron diferencias significativas entre el suministro en comederos de autoconsumo ad libitum sin sal y suministro diario del suplemento, excepto en el caso de Simeone et al. (2013a), donde este último presentó un mayor valor. Tampoco existieron diferencias significativas entre el suministro en autoconsumo ad libitum con sal y el suministro diario del suplemento.

En el trabajo de Esteves et al. (2013), donde se evaluaron distintas fuentes proteicas en la suplementación de terneros en campo natural, con la utilización de autoconsumo ad libitum con 10% de NaCl agregado como método de suministro, se encontró que la utilización de nitrógeno no proteico de lenta liberación (Optigen) en el suplemento provocó un significativamente menor consumo de suplemento y GMD que la utilización de harina de soja como fuente proteica, lo que indicaría que el tipo de fuente proteica del suplemento podría afectar el consumo del mismo, actuando también como limitante del consumo además del NaCl agregado.

Actualmente no se conoce el efecto de la utilización del sistema de autoconsumo ad libitum con NaCl como limitador del consumo para la suplementación de terneros destetados precozmente sobre pasturas sembradas en verano.

2.5. HIPÓTESIS

El sistema de suministro del suplemento no afecta a la performance animal en tanto se regule el consumo de suplemento en el nivel deseado.

Esta respuesta estaría mediada por los siguientes procesos:

-Cuando la oferta de concentrado es a voluntad en régimen de autoconsumo, es posible a través del agregado de sal a la ración limitar el consumo de suplemento, no difiriendo del observado bajo suministro diario fijo.

-Sin embargo, la forma de suministro podría generar cambios en el comportamiento ingestivo animal, modificando la estabilidad del consumo entre días, las características de la dieta consumida y su utilización por parte del animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA EXPERIMENTAL Y PERÍODO DE EVALUACIÓN

3.1.1. Localización

El experimento fue realizado desde el 03/01/2014 hasta el 28/03/2014 en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C.) de la Facultad de Agronomía, en el área de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (U.P.I.C.). La misma se ubica en el Departamento de Paysandú, Uruguay, sobre la Ruta Nacional no. 3, en el km 363, presentándose el área experimental a 32°23'11,00" de latitud Sur y 58°02'42,26" de longitud Oeste y elevándose 45 m aproximadamente sobre el nivel del mar.

Los suelos sobre los que se realizó el experimento pertenecen a la Unidad de suelos San Manuel, la cual presenta como suelos dominantes Brunosoles Éutricos Típicos de textura limo arcillosa desde superficiales a moderadamente profundos, y como suelos asociados Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa, sódico, y Solenetz Solodizados Melánicos de textura franca. Estos suelos están formados a partir de sedimentos limosos consolidados (carapachos calcáreos) y sedimentos limosos con clara influencia de la Formación Fray Bentos. El relieve presente es de interfluvios de lomadas suaves y altiplanicies con escarpas y valles asociados (MAP. DSF, 1979), aunque el experimento se desarrolló sobre laderas con pendientes moderadas (de 3 a 5%) (UdelaR. FA, 2010).

3.1.2. Clima

En las figuras 1 y 2 se presentan las precipitaciones medias y el rango de precipitaciones mensuales, y las temperaturas medias, máximas y mínimas mensuales, correspondientes al período 2002-2013, registradas en la Estación Meteorológica de la E.E.M.A.C.

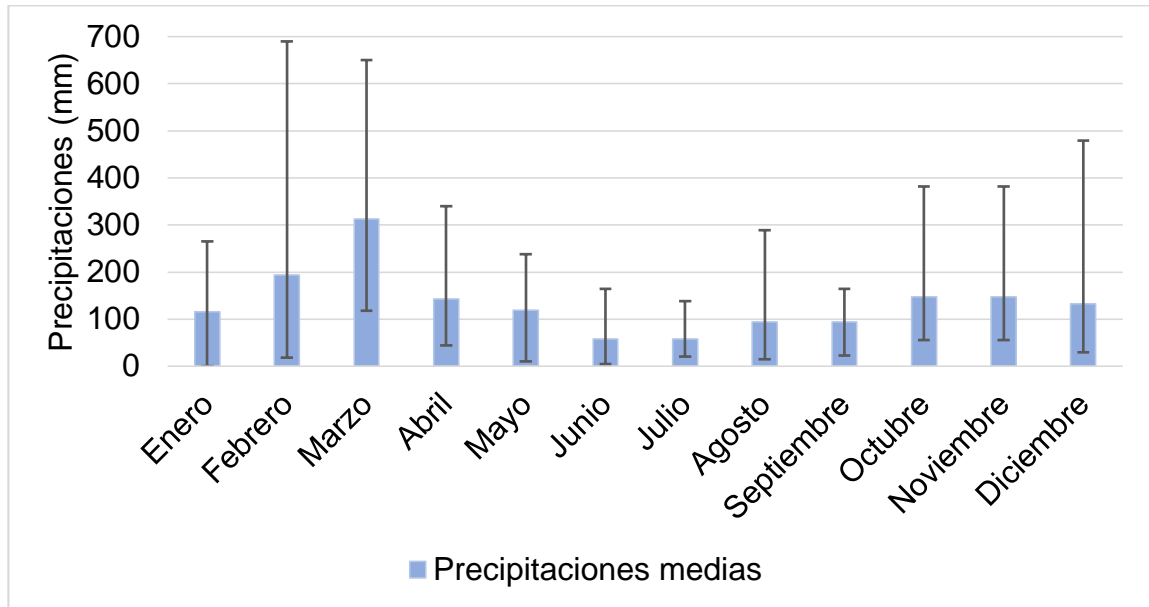


Figura 1. Precipitaciones medias (barras celestes) y rangos mensuales (segmentos de recta) del período 2002-2013 registradas en la Estación Meteorológica de la E.E.M.A.C.

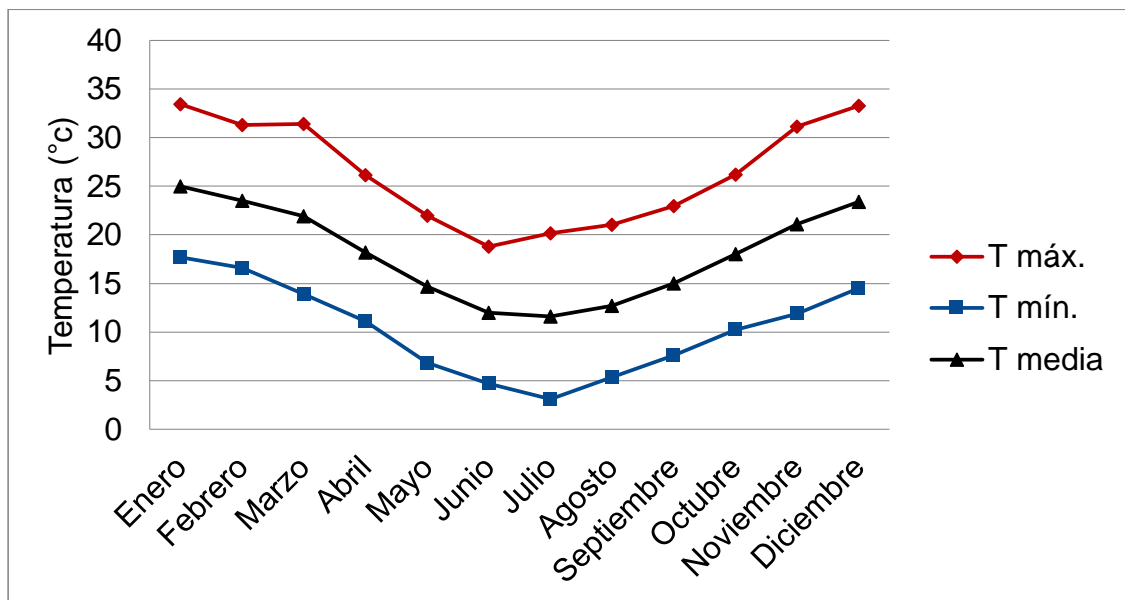


Figura 2. Temperaturas (T) medias, máximas y mínimas mensuales del período 2002-2013 registradas en la Estación Meteorológica de la E.E.M.A.C.

3.2. ANIMALES

Se utilizaron 24 terneras Hereford nacidas en la primavera del 2013 y destetadas precozmente el 16 de diciembre de 2013, a los 60 días de edad aproximadamente, con un peso vivo promedio de $75,2 \pm 12,1$ kg. El período de acostumbramiento del destete precoz no formó parte del período experimental, realizándose el mismo según Simeone y Beretta (2002). Al inicio del experimento el peso vivo promedio de las terneras fue de $78,8 \pm 11,1$ kg. Todas las terneras estaban registradas en el Sistema de Identificación y Registro Animal nacional.

Al destete los animales fueron vacunados con Piliguard Querato I (contra queratoconjuntivitis bovina) y Clostrisan (contra mancha y gangrena) repitiéndose este último a los 21 días, y para el control de parásitos internos y externos se les inyectó Ivomec Gold (1% de Ivermectina) al destete y al inicio del experimento. Además se los vacunó contra la aftosa el 14/03/2014. Durante el período experimental, cuando los animales presentaron síntomas de queratoconjuntivitis bovina, se les realizaron aplicaciones tópicas con polvo oftálmico con oxitetraciclina (Laboratorio Sur), al igual que cuando presentaron miasis se les aplicó sobre la herida Diclotrín. En todos los casos las dosis aplicadas fueron las recomendadas para cada droga por el laboratorio fabricante.

3.3. TRATAMIENTOS

El experimento correspondió a un diseño completamente al azar, donde los tratamientos se aleatorizaron en los animales con una previa estratificación de los mismos por su peso vivo inicial. Las diferencias en el peso vivo inicial de los animales se corrigieron mediante el uso del peso vivo inicial como covariable en el modelo estadístico. No se aleatorizaron las unidades experimentales en el espacio debido a que la pastura presentó una considerable homogeneidad y el tiempo de ocupación de las parcelas fue semanal.

El experimento contó con tres tratamientos, cada uno con dos repeticiones, habiendo en total seis unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo integrada por cuatro terneras pastoreando una parcela independiente. Los tratamientos fueron los siguientes:

1- Suplementación diaria (SD): diariamente se suministró la ración comercial (molida) para destete precoz, ofrecida a razón de 1 kg MS/ 100 kg de peso vivo (% PV).

2- Suplementación en comederos de autoconsumo con agregado de sal (AC C/S): la misma ración comercial fue ofrecida en comederos de autoconsumo ad libitum mezclada con NaCl (14,53% de NaCl en la mezcla en base seca) de forma de ajustar el consumo de ración al 1% del PV, según Rich et al. (1976).

3- Suplementación en comederos de autoconsumo sin agregado de sal (AC S/S): la misma ración comercial fue ofrecida en comederos de autoconsumo ad libitum con recarga semanal.

3.4. PASTURA

La pastura utilizada consistió en una pradera convencional de vida corta de primer año, de *Cichorium intybus* y *Trifolium pratense*, con una superficie disponible de 29 ha. La disponibilidad de forraje promedio del área destinada a la primer semana del experimento, al inicio del mismo, fue de 2700 kg MS/ha.

La pradera fue sembrada el 29/04/2013. El cultivo antecesor fue un sorgo granífero con destino a ensilaje de planta entera. El 07/04/2013 se comenzó el barbecho para la pradera con una aplicación de 4 L/ha de glifosato Supra II, repitiéndose el día de la siembra con una dosis de 2 L/ha. En preemergencia se aplicó 400 cc/ha de Preside. La densidad de siembra de los componentes de la mezcla fue de 5 kg/ha de *Cichorium intybus* cultivar La Niña y 5 kg/ha de *Trifolium pratense* cultivar La Estanzuela 116. La fertilización de base a la siembra fue de 100 kg/ha de Fosfato de Amonio 18-46-0.

3.5. SUPLEMENTO

Se utilizó como suplemento una ración comercial para destete precoz, con 18% de PC y 80% de digestibilidad.

El suplemento ofrecido a los tratamientos SD y AC S/S presentó en promedio un contenido de 5,55% de cenizas, 19,7% de proteína cruda, 24,05% de fibra detergente neutro y 6,43% de fibra detergente ácido. El suplemento

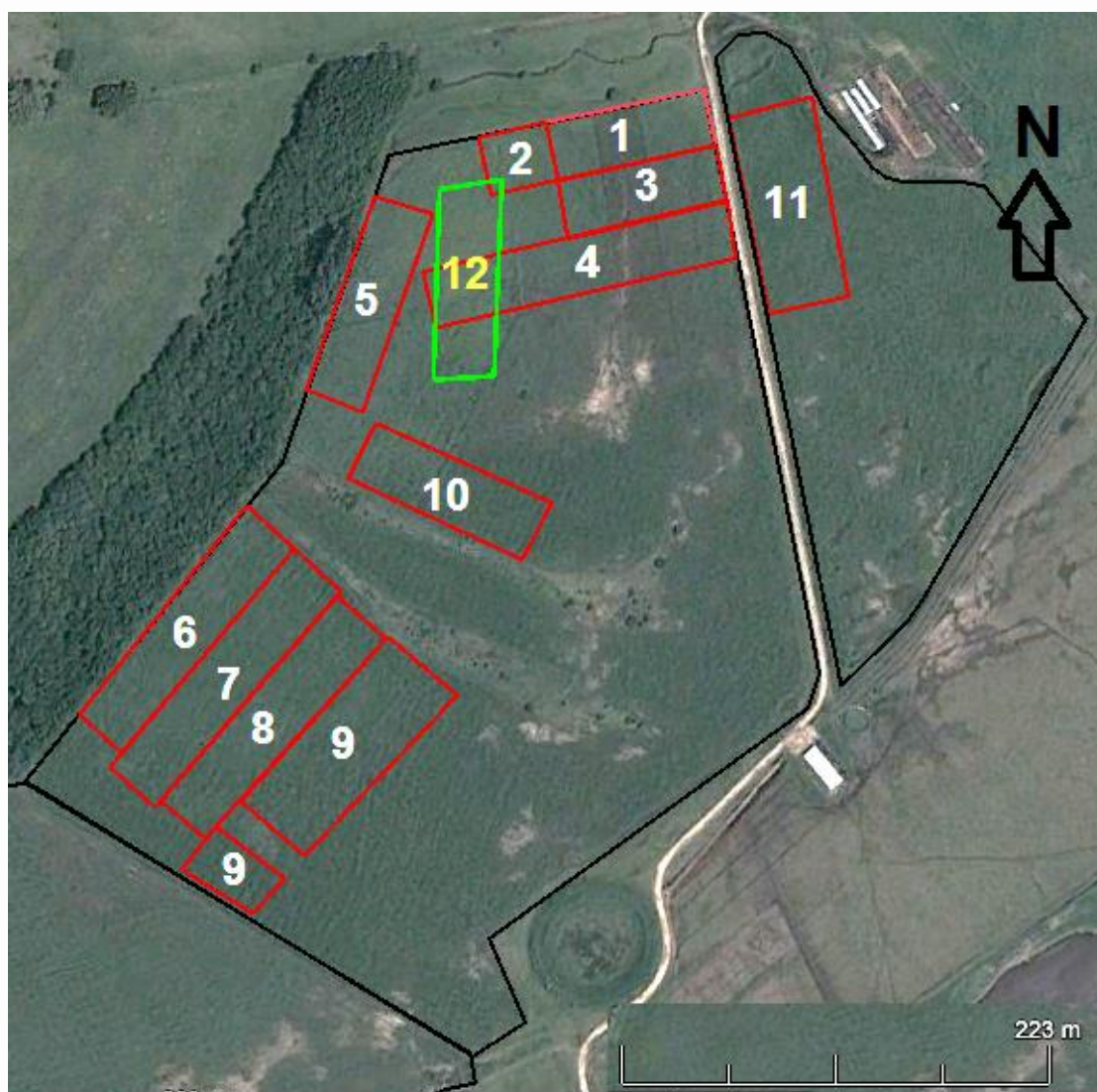
ofrecido para el tratamiento AC C/S correspondió a una mezcla de la misma ración usada en SD y 14,53% de sal (base seca), presentando en promedio un contenido de 21,25% de cenizas, 16,01% de proteína cruda, 17,54% de fibra detergente neutro y 5,35% de fibra detergente ácido.

3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Todos los tratamientos pastorearon la pradera con una asignación de forraje del 8% del PV (u 8 kg MS/ 100 kg PV). Se realizó pastoreo rotativo, en franjas de ocupación semanal. El ajuste semanal de la asignación de forraje se realizó variando el área de las parcelas en función de la biomasa disponible y del último peso vivo registrado.

Para delimitar las parcelas semanalmente se utilizó alambrado eléctrico. El agua estuvo disponible a voluntad en cada parcela, siendo controlado su nivel diariamente y renovada cuando fue necesario.

En la figura 3 se presenta el área experimental, donde se observa la distribución semanal del experimento en la pastura. La ubicación del mismo fue realizada procurando áreas con distribución homogénea del forraje.



Referencias: los rectángulos de colores (rojo y verde) delimitan el área utilizada semanalmente en el experimento, indicando cada número la semana del experimento a la que corresponde. El contorno de color negro encierra la pastura disponible para la ejecución del experimento.

Figura 3. Ubicación semanal del experimento en la pastura de achicoria y trébol rojo

Cada unidad experimental contó con cuatro tarrinas de plástico como bebedero, de forma cilíndrica, con un diámetro de 58 cm y una altura de 45 cm aproximadamente. Las unidades experimentales con suplementación diaria

contaron con dos comederos de plástico (de acceso por un solo lado), con forma de medio cilindro cortado longitudinalmente de 90x53 cm, con cuatro patas de madera de 37 cm de altura, con 45 cm de frente de acceso por animal. En cada una de las unidades experimentales con autoconsumo se usó un comedero de autoconsumo de acceso por un solo lado de 1,15 m de altura por 1 m de ancho y 0,76 m de profundidad, con una batea de 1 m de largo por 0,38 m de ancho y 0,2 m de altura (25 cm de frente de acceso por animal).

A las terneras de los tratamientos con comederos de autoconsumo se les suministraba el suplemento el día en que iniciaba cada semana, luego de haber instalado las nuevas parcelas, generalmente después de las 16 horas. Todos los días, entre las horas 7 y 8 se controlaba la cantidad de suplemento disponible en los comederos de autoconsumo, de manera de mantenerlo siempre ad libitum. El suplemento rechazado en estos tratamientos era pesado el día en que se cambiaban de parcela, a la hora 7. Las terneras del tratamiento SD eran suplementadas entre las horas 7 y 8 de la mañana, excepto el primer día de cada semana, en que se cambiaban las parcelas, que se les suministraba el suplemento luego de instaladas las mismas. Antes de suministrarle el suplemento se retiraba y pesaba el rechazo de suplemento del día anterior en el caso de que existiera.

La cantidad de suplemento suministrada al tratamiento SD se ajustaba cada 14 días, luego de obtener los datos del peso vivo de las terneras, al igual que la cantidad objetivo de suplemento (1% del PV) y sal agregada en el tratamiento AC C/S (0,17% del PV, según Rich et al., 1976).

Para el suministro diario y semanal de suplemento y preparación del suplemento mezclado con sal se utilizó una balanza digital de mano con una capacidad máxima de 25 kg y mínima de 0,1 kg. El mezclado del suplemento con la sal fue realizado con pala de mano, de forma de buscar uniformidad en la mezcla.

3.7. REGISTROS Y MEDICIONES

3.7.1. Animales

3.7.1.1. Peso vivo

Los animales se pesaron cada 14 días, sin ayuno previo, aproximadamente a la misma hora (hora 8), antes del desarmado y armado de nuevas parcelas semanales. Para dicha medición se utilizó la balanza de ganado digital fija de la E.E.M.A.C.

3.7.1.2. Consumo de suplemento

El consumo de MS de suplemento se estimó como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada, diariamente en el caso del tratamiento SD y semanalmente, coincidiendo con el cambio de franja de pastoreo, en el caso de los tratamientos AC C/S y AC S/S.

En las semanas 3 y 9 se realizaron mediciones diarias del consumo en todos los tratamientos. Para ello, en los comederos de autoconsumo, luego de registrarse la cantidad de alimento ofrecido en el día 1, diariamente a la hora 7 aproximadamente se vaciaban los comederos y se pesaba el alimento residual, retornándose el mismo nuevamente al comedero.

Cada 14 días se extraía una muestra del suplemento ofrecido a cada tratamiento para estimar el contenido de MS. Lo mismo se realizaba con los rechazos de suplemento de cada semana para cada tratamiento.

3.7.1.3. Consumo de forraje

Para estimar el consumo de forraje se utilizó el método agronómico (Macon et al., 2003), como el producto de la asignación de forraje y la utilización de forraje. La utilización de forraje se calculó como la relación porcentual entre la biomasa de forraje desaparecido y la biomasa ofrecida. La biomasa ofrecida y rechazada fue determinada mediante la técnica de doble muestreo que se describirá más adelante. Las determinaciones se realizaron cada 14 días, en las semanas 3, 6, 7, 9 y 11. Se midió en la semana 6 en lugar de la 5 debido a que en esta última existieron problemas con el alambrado eléctrico que impidieron que las terneras permanecieran en la franja toda la semana.

En las semanas 3 y 9 se midió la dinámica de defoliación de la pastura en forma diaria, a través de la altura por regla (midiendo la altura de la hoja verde más alta que toca la regla sin estirla).

3.7.1.4. Consumo de agua

Se estimó semanalmente como la diferencia entre la cantidad de agua ofrecida y la rechazada. Todas las parcelas presentaban disponibilidad de agua ad libitum. La cantidad de agua ofrecida y rechazada se estimó a través de la medición de la altura del nivel del agua en las tarrinas usadas como bebedero, medida que junto al diámetro de las tarrinas cilíndricas permitió determinar el volumen de agua contenida.

3.7.1.5. Comportamiento animal

En las semanas 3 y 9, en los días 2, 4 y 6 se registró cada 15 minutos, durante el período de horas luz, las actividades de pastoreo, rumia, descanso, consumo de agua y consumo de suplemento de cada animal. En el mismo período, pero cada 3 horas se midió la tasa de bocado (bocados por minuto) de cada animal que se encontraba pastoreando en ese momento, contando la cantidad de bocados realizados en un minuto, con una repetición de la medida.

3.7.2. Pastura

3.7.2.1. Disponibilidad

Semanalmente se estimó la disponibilidad de MS de forraje de la pastura para poder determinar (junto con el PV promedio de la unidad experimental) el tamaño de cada franja semanal. La misma se realizó con la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975), cortando una escala con tres puntos y su repetición al ras del suelo, y muestreando el área en 200 unidades de muestreo (asignándose también puntos intermedios). Además se midió la altura del forraje por regla (midiendo la altura de la hoja verde más alta que toca la regla sin estirla) haciendo una medida en el centro de la unidad de muestreo en uno de cada 20 cuadros tirados de forma sistemática.

Para estimar la disponibilidad, oferta y rechazo de forraje se utilizó un cuadro rectangular de 0,2x0,5 m en los muestreos, una regla para medir la altura de forraje, una tijera de aro para cortar las muestras, bolsas de nylon para guardar

las muestras y etiquetas de papel para identificarlas. En el laboratorio se utilizó una balanza digital para pesar las muestras frescas y secas con una capacidad máxima de 600 g y mínima de 0,05 g. También se utilizaron bolsas de papel para secar cada muestra y de nylon para guardarlas luego de molidas. Se usaron estufas eléctricas de aire forzado para secar el forraje y ración, y un molino eléctrico de forraje y compresor para moler muestras de forraje y limpiar el molino respectivamente.

3.7.2.2. Oferta de forraje

Cada 14 días (semanas 3, 6, 7, 9 y 11), una vez que eran delimitadas las nuevas parcelas de pastoreo en función del procedimiento descrito en el ítem 3.7.2.1, la cantidad de MS de forraje ofrecido era nuevamente determinada mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975), utilizando las escalas previamente cortadas en esa semana para el ajuste de la asignación de forraje y realizando 60 muestreos sistemáticos por parcela antes de que ingresaran los animales. También se registraba la altura del forraje por parcela, de la misma manera que en la determinación de la disponibilidad de forraje.

3.7.2.3. Rechazo de forraje

Al igual que para la oferta de forraje, cada 14 días se midió el rechazo de forraje de cada franja utilizando la misma técnica de muestreo, estableciéndose una nueva escala con tres puntos y una repetición, y muestreando en cada parcela 60 cuadros de forma sistemática.

3.7.2.4. Calidad del forraje

En las semanas 3, 6, 7, 9 y 11 se sacaron muestras de pastura para determinar la calidad de la misma (materia seca, cenizas, proteína cruda, FDN con amilasa y corregida por cenizas, y FDA corregida por cenizas). En el caso de la oferta, se cortaron una de cada 20 muestras de las 200 utilizadas para la determinación del forraje disponible, mientras que para la calidad del rechazo se cortaron una de cada 20 muestras de las 60 por parcela utilizadas para la determinación de la cantidad de forraje rechazado.

En el laboratorio, se fraccionaron las muestras de las escalas cortadas (tanto para la oferta como para el rechazo) en restos secos, tallos e

inflorescencias y hojas verdes. Estas fracciones se pesaron por separado antes de secarse, y luego de secadas fueron molidas para realizar las muestras compuestas de forraje ofrecido y rechazado para analizar la calidad.

Se realizó una muestra compuesta del forraje ofrecido para todo el período experimental, constituyendo una muestra de 100 g a partir del submuestreo de 20 g de forraje molido por fecha. Para realizar la muestra compuesta de forraje rechazado se tomó la mitad de las muestras de cada fecha de cada unidad experimental, mezclándose luego las fechas por unidad experimental y obteniendo 6 muestras compuestas.

Todas las muestras de forraje cortadas se secaron a 60°C en estufa de aire forzado durante 48 horas para determinar la materia seca.

3.7.3. Suplemento

3.7.3.1. Calidad del suplemento

Cada 14 días se colectaba una muestra de suplemento ofrecido y rechazado para determinar el porcentaje de MS del suplemento y poder ajustar en forma más precisa la cantidad de suplemento a suministrar. Además se realizaron muestras compuestas de suplemento ofrecido (en las semanas 4, 5, 7, 8, 9, 10 y 12) y rechazado (semanas 5 a la 12) para determinar la calidad del mismo (materia seca, cenizas, proteína cruda, FDN con amilasa y corregida por cenizas, y FDA corregida por cenizas). Las muestras compuestas de suplemento ofrecido para los tratamientos de suministro diario y autoconsumo sin sal, y cada uno de los autoconsumos con sal, se realizaron sacando 30 g de cada fecha para los primeros, y 20 g para los segundos, obteniendo finalmente 3 muestras compuestas. Las muestras compuestas de suplemento rechazado para las unidades experimentales de los tratamientos con autoconsumos con y sin sal se realizaron sacando 20 g de cada muestra de suplemento de cada fecha, mezclando luego todas las fechas por unidad experimental, obteniendo 4 muestras compuestas.

3.8. ANÁLISIS QUÍMICO

Las muestras de forraje y suplemento fueron analizadas en el laboratorio de nutrición y evaluación de alimentos de Facultad de Agronomía (UdelaR.) en

Montevideo, obteniendo la composición química de las mismas (cenizas, proteína cruda, fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas y fibra detergente ácido corregida por cenizas).

Las cenizas se obtuvieron como el residuo de la incineración a 600 °C durante 3 horas. La proteína cruda se obtuvo a partir de la determinación del N total del alimento, que se cuantifica por el método Kjeldahl. Para obtener el valor de PC se multiplicó la concentración de N por el factor 6,25, el cual expresa la relación porcentual de N en la proteína (16%) asumiendo que todo el N está bajo forma proteica. FDN es la proporción de la muestra de alimento que es insoluble en una solución detergente neutra, mientras que FDA es la proporción de la muestra de alimento que es insoluble en una solución detergente ácido (UdelaR. FA, 2011). La determinación de cenizas se realizó según AOAC, citado por UdelaR. FA (2011), mientras que para la cuantificación de la FDN y FDA se procedió según Van Soest et al., citados por UdelaR. FA (2011).

3.9. VARIABLES CALCULADAS

Las variables calculadas a partir de los datos medidos durante el período experimental fueron la ganancia media diaria y la eficiencia de conversión global. La GMD (kg/animal/día) fue obtenida como el coeficiente de regresión del modelo de regresión lineal general al que se ajustaron los pesos vivos registrados a través del período experimental y analizados como medidas repetidas en el tiempo. La eficiencia de conversión global (kg MS consumido para ganar 1 kg de PV) se obtuvo como la relación entre la cantidad de materia seca de alimento consumido promedio y la GMD promedio del período experimental. La misma también fue calculada ajustándola por la cantidad de NaCl agregada al suplemento en el AC C/S.

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para analizar el efecto relativo de los tratamientos sobre las variables aleatorias observadas que presentan distribución normal (peso vivo, consumo de forraje, suplemento y agua, biomasa de forraje ofrecido y rechazado, altura del forraje ofrecido y rechazado, utilización del forraje disponible, composición botánica del forraje rechazado, composición química del forraje y suplemento

consumido, y patrones de defoliación y consumo de suplemento diario) se utilizó el modelo estadístico básico de un diseño completamente al azar. A los modelos de peso vivo y eficiencia de conversión se les agregó como covariable el peso vivo inicial. Por otro lado, a los modelos de peso vivo, consumos, variables de la pastura, utilización de forraje, patrones de defoliación y consumo de suplemento diario se les agregaron los efectos de las medidas repetidas en el tiempo, ya que estas variables se midieron reiteradamente. Por último, para analizar el efecto relativo de los tratamientos sobre las variables aleatorias observadas con distribución diferente a la normal (probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia, consumo de suplemento y agua en el período de observación, tasa de bocado y distribución de la probabilidad de las actividades a lo largo del período de observación) se utilizó el modelo estadístico lineal generalizado, asumiendo que las variables medidas tienen distribución binomial, y se le agregó el efecto de las medidas repetidas en el tiempo.

Las medias obtenidas por los análisis estadísticos fueron comparadas mediante el Test de Tukey, utilizando un nivel de confianza del 95%.

A continuación se presentan las variables aleatorias observadas en el experimento con su correspondiente modelo estadístico.

3.10.1. Peso vivo

3.10.1.1. Peso vivo analizado con medidas repetidas en el tiempo

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Peso vivo (kg).

μ : Media poblacional (Peso vivo).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

β : Coeficiente de regresión.

X_{ij} : Valor de covariable (PV inicio) en i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

$\bar{X}_{..}$: Media de la covariable (PV inicio).

ε_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

M_k : Efecto relativo del k-ésimo momento de medición del peso vivo.

$(\alpha M)_{ik}$: Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y k-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : Error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

Como coeficiente de regresión se obtuvo la GMD de cada tratamiento, las cuales se compararon mediante contrastes.

3.10.1.2. Peso vivo analizado por fecha de pesada

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} : Peso vivo (kg).

μ : Media poblacional (Peso vivo).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

β : Coeficiente de regresión.

X_{ij} : Valor de covariable (PV inicio) en i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

$\bar{X}_{..}$: Media de la covariable (PV inicio).

ε_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

3.10.2. Consumo de forraje, suplemento, MS total y agua

Se analizaron las variables de consumo de MS de forraje, suplemento y total expresadas en kg/a/día y el consumo de agua expresado en L/a/día con el peso vivo inicial como covariable, pero como la inclusión de esta covariable no tuvo efecto significativo ($P > 0,05$) en las variables, fue retirada del modelo, resultando el mismo como se lo presenta a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Consumo de forraje, suplemento, MS total (kg/a/día y % PV) y agua (L/a/día).

μ : Media poblacional (Consumo).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

ε_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

M_k : Efecto relativo del k-ésimo momento de medición del consumo.

$(\alpha M)_{ik}$: Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y k-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : Error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

3.10.3. Eficiencia de conversión global y eficiencia de conversión global ajustada

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} : Eficiencia de conversión.

μ : Media poblacional (eficiencia de conversión global).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

β : Coeficiente de regresión.

X_{ij} : Valor de covariable (PV inicio) en i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

$\bar{X}_{..}$: Media de la covariable (PV inicio).

ε_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

3.10.4. Biomasa de forraje ofrecido y rechazado, altura del forraje ofrecido y rechazado y utilización del forraje disponible

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Biomasa de forraje (kg/ha), altura (cm) y utilización (%).

μ : Media poblacional (biomasa de forraje, altura y utilización).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

ε_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

M_k : Efecto relativo del k-ésimo momento de medición de la biomasa de forraje, altura o utilización.

$(\alpha M)_{ik}$: Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y k-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : Error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

3.10.5. Composición botánica del forraje rechazado y composición química del forraje y suplemento consumido

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ijk} : Composición botánica y química.

μ : Media poblacional (composición botánica y química).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

ϵ_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

3.10.6. Patrón de defoliación y de consumo de suplemento diario dentro de la semana de permanencia en la parcela

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Defoliación y consumo de suplemento diario.

μ : Media poblacional (defoliación y consumo de suplemento diario).

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

ϵ_{ij} : Error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

M_k : Efecto relativo del k-ésimo momento de medición de la defoliación y consumo de suplemento diario.

$(\alpha M)_{ik}$: Efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y k-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : Error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

3.10.7. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia, consumo de suplemento en comedero y agua en el período de observación, tasa de bocado, y patrón de la probabilidad de actividades de pastoreo, consumo en comedero, descanso y rumia cada 2 horas

$$\ln (P/(1-P)) = \mu + \alpha_i + S_j + D_k + (\alpha S)_{ij} + (\alpha D)_{ik}$$

Donde:

P: Probabilidad de ocurrencia de la actividad.

μ : Media poblacional.

α_i : Efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

S_j : Efecto relativo de la semana en que se realizó la medición.

D_k : Efecto relativo del día en que se realizó la medición.

$(\alpha S)_{ij}$: Efecto relativo de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y la j-ésima semana de medición.

$(\alpha D)_{ik}$: Efecto relativo de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y el k-ésimo día de medición.

Finalmente, el análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el paquete estadístico informático SAS.

4. RESULTADOS

4.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS

Los registros de temperatura media mensual y precipitaciones correspondientes al período experimental se presentan en cuadro 5.

Cuadro 5. Temperaturas media, máxima y mínima mensuales y precipitaciones correspondientes al período experimental en la E.E.M.A.C.

	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Media	Máxima	Mínima	
Enero 2014	25,4	38,6	11,3	276,2
Febrero 2014	22,7	35,9	11,1	304,2
Marzo 2014	19,5	30,4	7,0	91,1

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

4.2.1. Disponibilidad y características del forraje ofrecido

La disponibilidad semanal de forraje (biomasa aérea ofrecida) y la altura del forraje ofrecido no difirieron significativamente entre los tratamientos ($P > 0,05$), pero sí variaron con la semana de medición ($P < 0,05$), existiendo también interacción tratamiento \times semana de medición ($T \times S$) ($P < 0,05$).

En el cuadro 6 se presenta la disponibilidad y altura del forraje ofrecido, y la composición botánica y química del forraje ofrecido.

Cuadro 6. Disponibilidad, altura y composición botánica y química promedio del experimento de la pastura de achicoria y trébol rojo previo al pastoreo de las terneras destetadas precozmente en verano (03/01/2014 al 28/03/2014)

Biomasa de forraje ofrecido (kg MS/ha)	2560,0
Altura del forraje disponible (cm)	23,0
Composición botánica (%):	
Tallos e inflorescencias	11,0
Hojas	77,0
Restos secos	12,0
Composición química del forraje ofrecido (% MS):	
Cenizas	12,0
PC*	11,7
FDN*	46,3
FDA*	32,0

*PC: proteína cruda, FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido.

4.2.2. Biomasa y características del forraje rechazado y utilización del forraje

La biomasa de forraje rechazado y utilización de la biomasa aérea ofrecida se vieron afectadas de forma significativa por los tratamientos y por la semana de medición ($P < 0,05$). No existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$) para la altura del forraje rechazado, pero sí entre las semanas de medición. Existió interacción $T \times S$ únicamente en la utilización del forraje disponible ($P < 0,05$).

Dentro de la composición botánica del forraje rechazado, la única fracción que presentó diferencias significativas entre los tratamientos fue la de restos secos ($P < 0,01$).

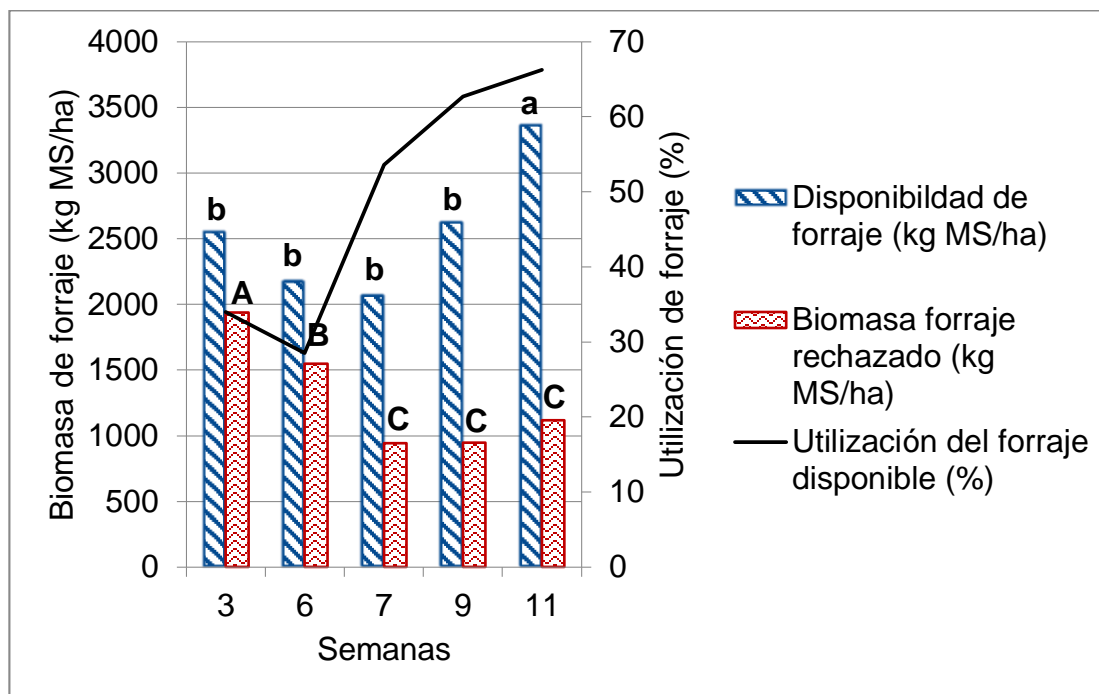
Cuadro 7. Biomasa y altura del forraje ofrecido y rechazado, composición botánica del forraje rechazado y utilización del forraje disponible según el método de suministro del suplemento (medias ajustadas)

	SD	AC C/S	AC S/S
Biomasa de forraje* ofrecido (kg MS/ha)	2773,0 a	2399,0 a	2508,0 a
Altura del forraje disponible (cm)	24,0 a	24,0 a	22,0 a
Biomasa de forraje rechazado (kg MS/ha)	933,0 b	1038,0 b	1928,0 a
Altura del forraje rechazado (cm)	6,0 a	7,0 a	11,0 a
Utilización del forraje disponible (%)	64,0 a	55,0 b	28,0 c
Composición botánica del forraje rechazado (%):			
Tallos e inflorescencias	15,5 a	16,3 a	18,3 a
Hojas	57,2 a	57,7 a	61,0 a
Restos secos	27,5 a	26,1 b	20,8 c

Medias seguidas de letras diferentes en una misma fila difieren ($P < 0,05$).

SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal. *Achicoria y trébol rojo de primer año pastoreado por terneras destetadas precozmente en verano.

En la figura 4 se presenta la evolución semanal de la disponibilidad de biomasa aérea de forraje, biomasa rechazada y utilización de forraje disponible.

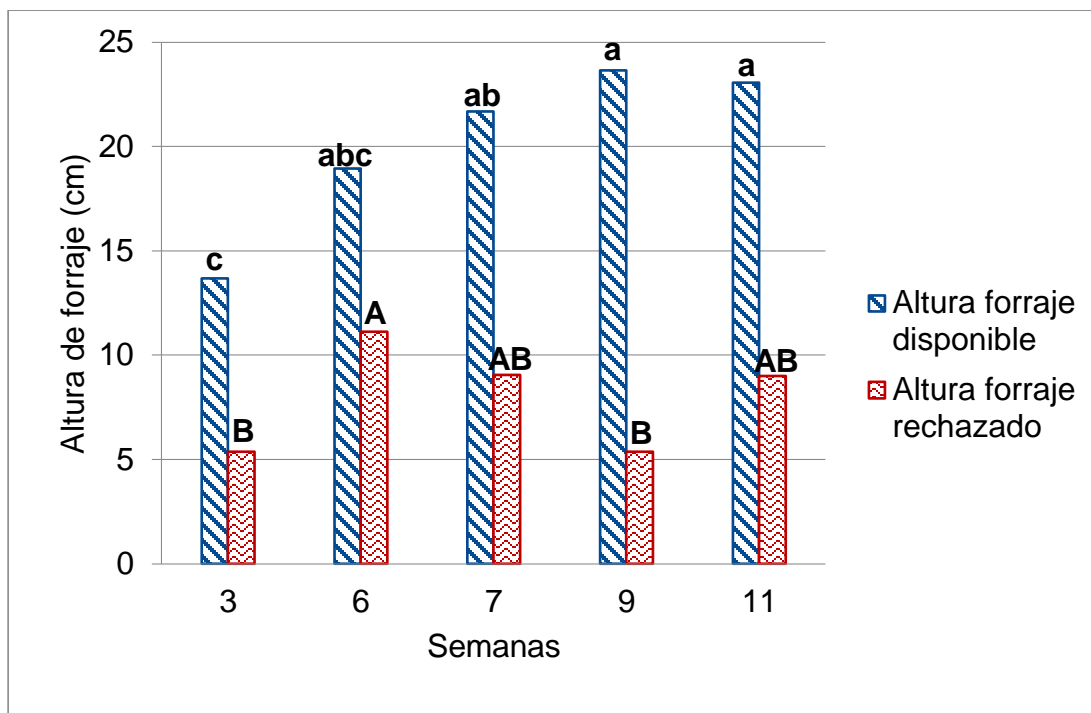


Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

Figura 4. Evolución semanal (del 18/01/2014 al 20/03/2014) de la biomasa aérea disponible y rechazada de la pastura de achicoria y trébol rojo, y utilización de forraje de terneras destetadas precocemente

La utilización del forraje aumentó con el transcurso de las semanas, registrándose los menores valores ($P < 0,05$) en las semanas 3 y 6 (que no difirieron entre sí, $P > 0,05$), seguidos de la semana 7 ($P < 0,05$), y alcanzándose los mayores niveles ($P < 0,05$) en las semanas 9 y 11 (que tampoco difirieron entre sí, $P > 0,05$). La interacción $T \times S$ encontrada en la utilización de forraje se debe a que en las semanas 3, 9 y 11 el SD y AC C/S presentaron utilidades de forraje similares y significativamente mayores a AC S/S, mientras que en las semanas 6 y 7 las utilidades de forraje de los tres métodos de suministro difirieron significativamente entre sí.

En la figura 5 se presenta la evolución semanal de la altura del forraje ofrecido y rechazado.



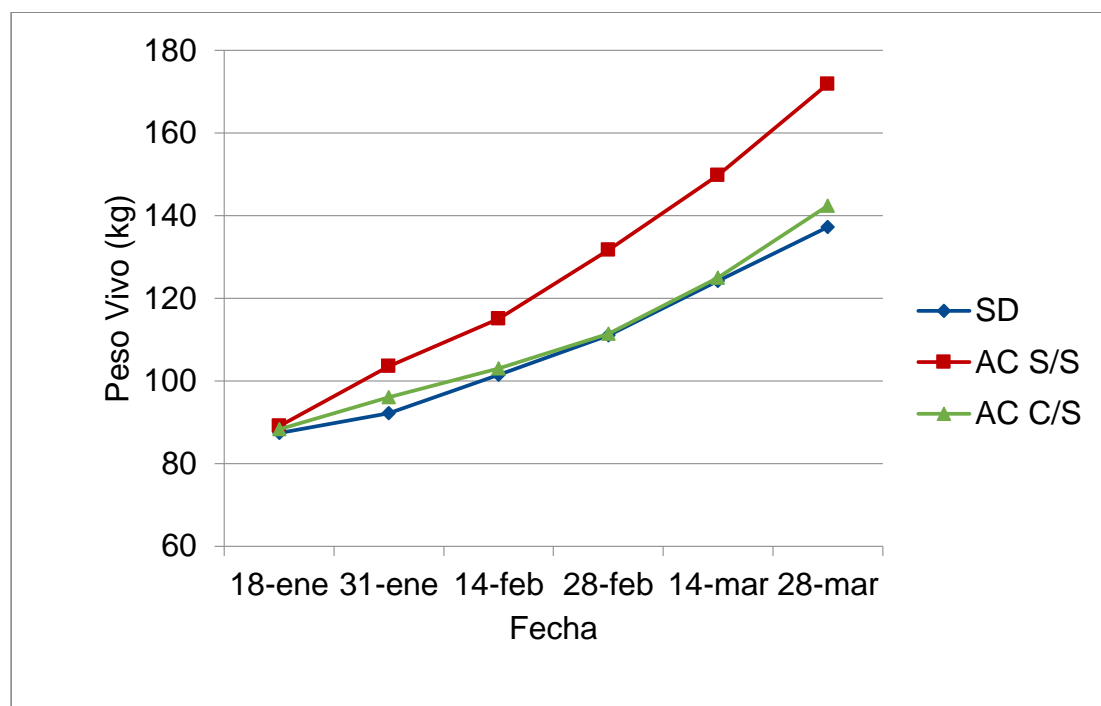
Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

Figura 5. Evolución semanal (del 18/01/2014 al 20/03/2014) de la altura de la pastura de achicoria y trébol rojo previa (disponible) y posterior (rechazo) al pastoreo de terneras destetadas precozmente

4.3. PERFORMANCE ANIMAL

4.3.1. Peso vivo y ganancia diaria

La evolución de los pesos de las terneras de cada tratamiento (medias ajustadas cada 14 días) se visualiza en la figura 6.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

Figura 6. Evolución de peso vivo de terneras destetadas precozmente según el método de suplementación durante el período experimental

El peso al final del experimento fue de 137, 142 y 172 kg de peso vivo promedio para los tratamientos SD, AC C/S y AC S/S respectivamente, siendo diferente estadísticamente ($P < 0,05$) el peso vivo del tratamiento AC S/S frente a los otros dos.

El peso vivo de las terneras fue afectado por la interacción tratamiento x días (TxD) ($P < 0,01$) y por el peso vivo inicial ($P < 0,01$). Las terneras con suplementación diaria presentaron menor GMD que aquellas con autoconsumo

(0,631 vs. 0,987 kg/a/día; $P < 0,01$). Asimismo, entre las terneras con autoconsumo, aquellas en AC C/S presentaron menor GMD (0,859 vs. 1,114 kg/a/día; $P < 0,01$). Existieron diferencias significativas entre las tres formas de suministro del suplemento ($P < 0,01$).

4.3.2. Consumo de forraje y suplemento

En el cuadro 8 se presenta el consumo de forraje, de suplemento y total por tratamiento, expresado en kg/animal/día y como porcentaje del peso vivo. El consumo de suplemento expresado en kg/animal/día incluye el NaCl agregado en el tratamiento AC C/S, mientras que cuando se lo expresa en porcentaje del peso vivo, el mismo corresponde solamente al suplemento.

Cuadro 8. Consumo de forraje, de suplemento y total, expresado en kg/animal/día y en porcentaje del peso vivo, según el método de suministro del suplemento

	SD	AC C/S	AC S/S	Probabilidad
Consumo de MS (kg/a/día)				
Forraje	5,63 a	4,83 a	2,61 b	0,0200
Suplemento*	0,92 c	1,53 b	3,20 a	0,0009
Total	6,58 a	6,34 a	5,91 a	0,5289
Consumo de MS (kg/100 kg PV)				
Forraje	5,59 a	4,01 ab	1,89 b	0,0202
Suplemento	1,00 b	1,19 b	2,80 a	0,0002
Total	6,59 a	5,30 a	4,63 a	0,1249

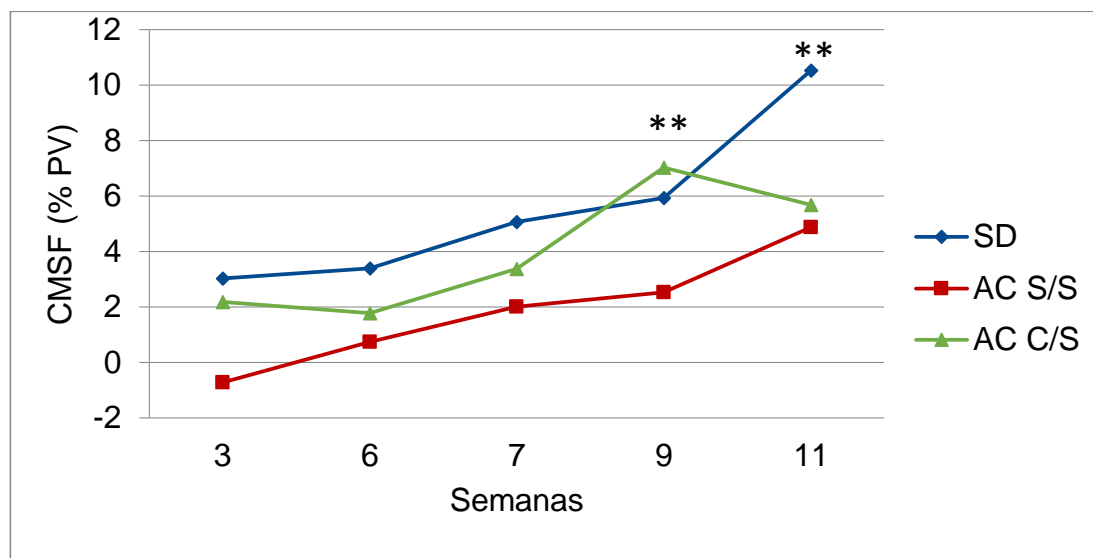
Medias seguidas de letras diferentes en una misma fila difieren ($P < 0,05$).

SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal; MS: Materia seca.

* Incluye el consumo de 14,53% de NaCl agregada al suplemento en el tratamiento AC C/S en base seca.

Las diferencias entre tratamientos en el consumo de materia seca de forraje (expresado tanto en kg/día como en porcentaje del peso vivo), variaron dependiendo de la semana de medición ($P < 0,01$). En la figura 7 se visualiza esta

interacción T×S, para el consumo de materia seca de forraje (CMSF) expresado en porcentaje del peso vivo.



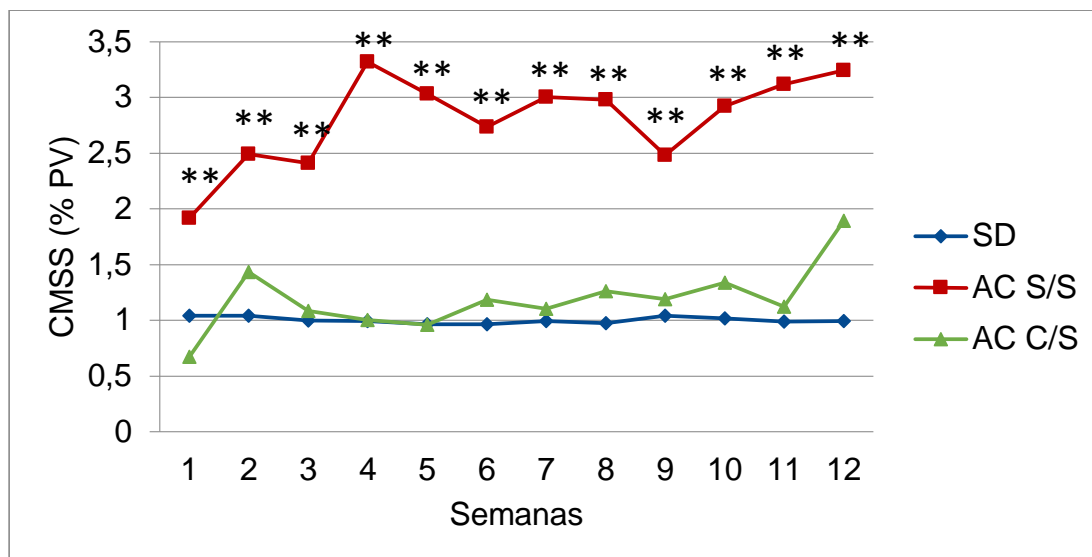
SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

** Diferencias significativas con una $P < 0,01$ entre tratamientos en una misma semana.

Figura 7. Consumo de materia seca de forraje (CMSF) de las terneras destetadas precozmente expresado en porcentaje del peso vivo, según la semana de medición (del 18/01/2014 al 20/03/2014) y el método de suministro del suplemento

No se observaron diferencias entre tratamientos en CMSF en las semanas 3, 6 y 7 ($P > 0,05$). En la semana 9 el CMSF del AC C/S fue superior ($P < 0,05$) al del AC S/S, no existiendo diferencias con SD. En la semana 11, el CMSF en SD fue superior ($P < 0,05$) al de los otros tratamientos, no existiendo diferencias entre estos últimos.

En la figura 8 se presenta el consumo de materia seca de suplemento (CMSS) de las terneras expresado en porcentaje del peso vivo, según la semana de medición y el método de suministro del suplemento (interacción T×S; $P < 0,01$).

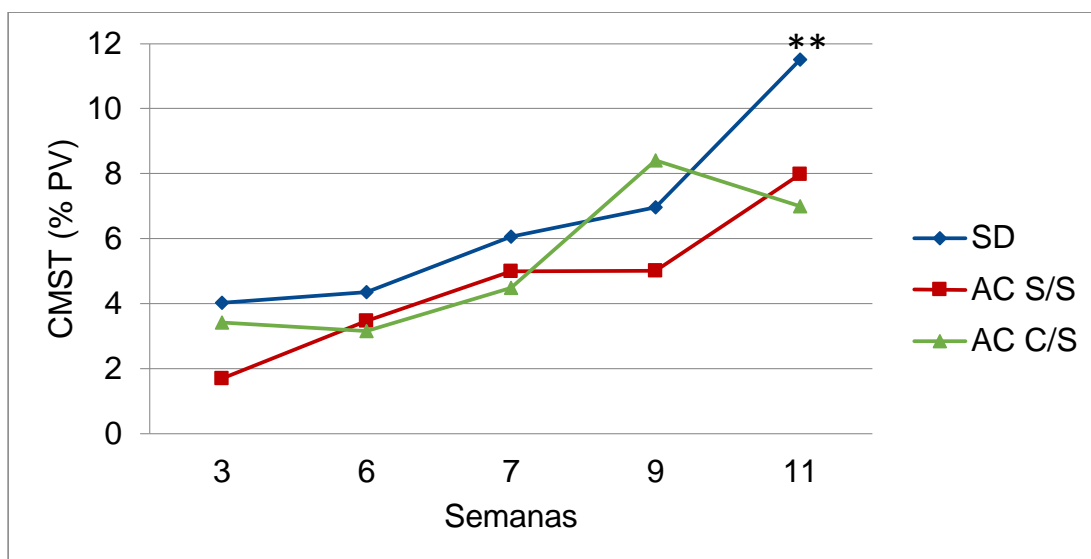


SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 ** Diferencias significativas con una $P < 0,01$ entre tratamientos en una misma semana.

Figura 8. Consumo de materia seca de suplemento (CMSS) de las terneras destetadas precozmente expresado en porcentaje del peso vivo, según la semana de medición (del 18/01/2014 al 20/03/2014) y el método de suministro del suplemento

De la semana 1 a la 11 existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) para CMSS expresado en porcentaje del peso vivo entre AC S/S y los otros dos tratamientos, sin mostrar diferencias entre estos, mientras que en la semana 12 los tres tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí ($P < 0,05$).

Finalmente en el consumo de materia seca total (CMST), expresado tanto en kg/a/día como en porcentaje del peso vivo, existió interacción $T \times S$ ($P < 0,05$ y $P < 0,01$ para % PV y kg/a/día respectivamente). En la figura 9 se presenta dicha interacción.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

** Diferencias significativas con una $P < 0,01$ entre tratamientos en una misma semana.

Figura 9. Consumo de materia seca total (CMST) de terneras destetadas precozmente expresado en porcentaje del peso vivo, según semana de medición (del 18/01/2014 al 20/03/2014) y el método de suministro del suplemento

La única semana que presentó diferencias entre tratamientos en el CMST fue la 11, siendo significativamente diferentes ($P < 0,05$) los consumos totales (como porcentaje de peso vivo) de los tratamientos SD y AC C/S.

4.3.3. Composición química del forraje y suplemento consumido

En los cuadros 9 y 10 se observa la composición química del forraje y suplemento consumido por tratamiento.

Cuadro 9. Composición química del forraje consumido según el método de suministro del suplemento

	SD	AC C/S	AC S/S
MO* (%)	85,80 b	86,65 b	93,40 a
PC* (%)	14,05 a	14,35 a	15,10 a
FDN* (%)	43,00 a	39,45 a	52,95 a
FDA* (%)	30,05 b	26,50 b	38,50 a

Medias seguidas de letras diferentes en una misma fila difieren ($P < 0,05$).

SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

*MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido.

Cuadro 10. Composición química del suplemento consumido según el método de suministro del suplemento

	SD	AC C/S	AC S/S
MO* (%)	94,00 a	76,90 b	94,20 a
PC* (%)	21,40 a	16,90 c	21,10 b
FDN* (%)	26,10 a	17,65 b	26,10 a
FDA* (%)	7,00 a	5,75 b	7,05 a

Medias seguidas de letras diferentes en una misma fila difieren ($P < 0,05$).

SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

* MO: materia orgánica; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido.

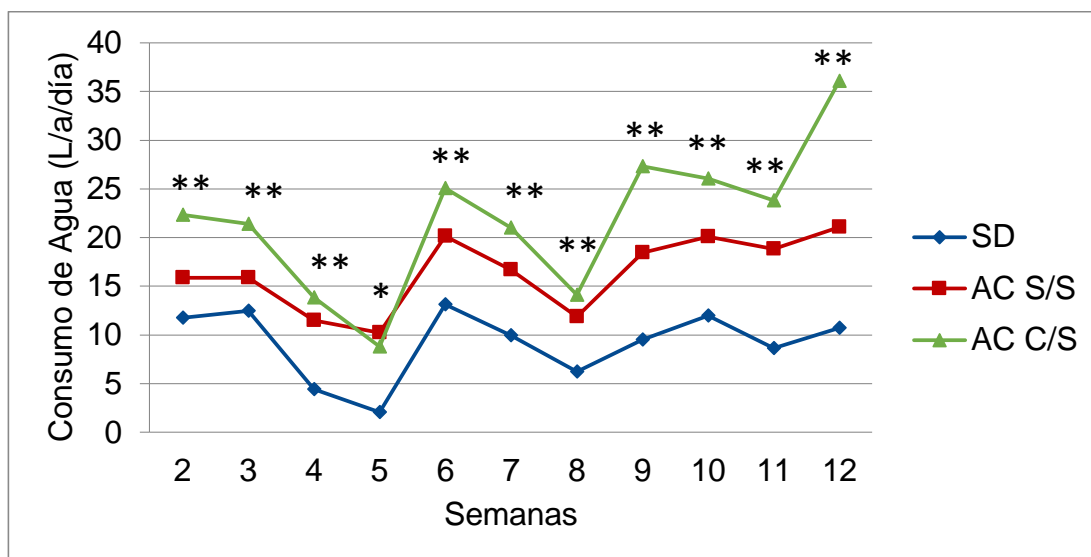
4.3.4. Eficiencia de conversión global

La eficiencia de conversión del alimento (kg de materia seca consumida para ganar un kg de peso vivo) durante el período experimental fue de 5,42:1 para el tratamiento de AC S/S, difiriendo significativamente ($P < 0,05$) de los tratamientos SD (9,83:1) y AC C/S (8,92:1), los cuales no difirieron entre sí ($P > 0,05$).

La eficiencia de conversión ajustada por la sal agregada al suplemento del tratamiento AC C/S fue de 8,65:1, no presentando éstas diferencias significativas con los otros dos tratamientos ($P > 0,05$), aunque estos dos difirieron entre sí ($P < 0,05$).

4.3.5. Consumo de agua de bebida

El consumo de agua promedio de las terneras (L/animal/día) durante el período experimental difirió significativamente ($P<0,01$) entre todos los tratamientos. El consumo promedio diario por animal de los tratamientos AC C/S, AC S/S y SD fue de 21,81, 16,42 y 9,16 L respectivamente. También hubo efectos significativos de la semana en el consumo de agua ($P<0,01$). Finalmente existió interacción T×S para el consumo de agua ($P<0,01$), la cual se presenta en la figura 10.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 ** Diferencias significativas con una $P<0,01$ entre tratamientos en una misma semana.
 * Diferencias significativas con una $P<0,05$ entre tratamientos en una misma semana.

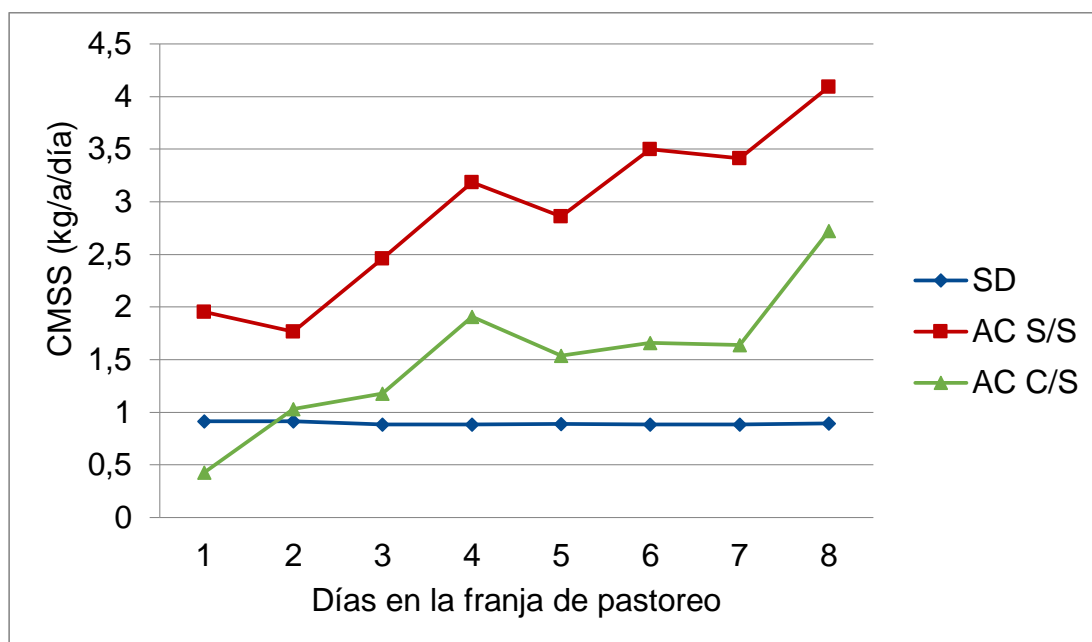
Figura 10. Consumo de agua de bebida de terneras destetadas precozmente según la semana de ocupación de la parcela de pastoreo de achicoria y trébol rojo

En las semanas 2, 3, 7 y 8 existieron diferencias significativas en el consumo de agua ($P<0,05$) entre los tratamientos AC C/S y SD solamente. En las semanas 4, 6, 10 y 11 el consumo de agua del tratamiento SD difirió significativamente ($P<0,05$) de los otros dos, no presentando estas diferencias entre sí ($P>0,05$). En la semana 5 la única diferencia significativa en el consumo de agua fue entre los tratamientos AC S/S y SD ($P<0,05$). Finalmente en las semanas 9 y 12 el consumo de agua fue diferente entre los tres tratamientos ($P<0,05$).

4.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO

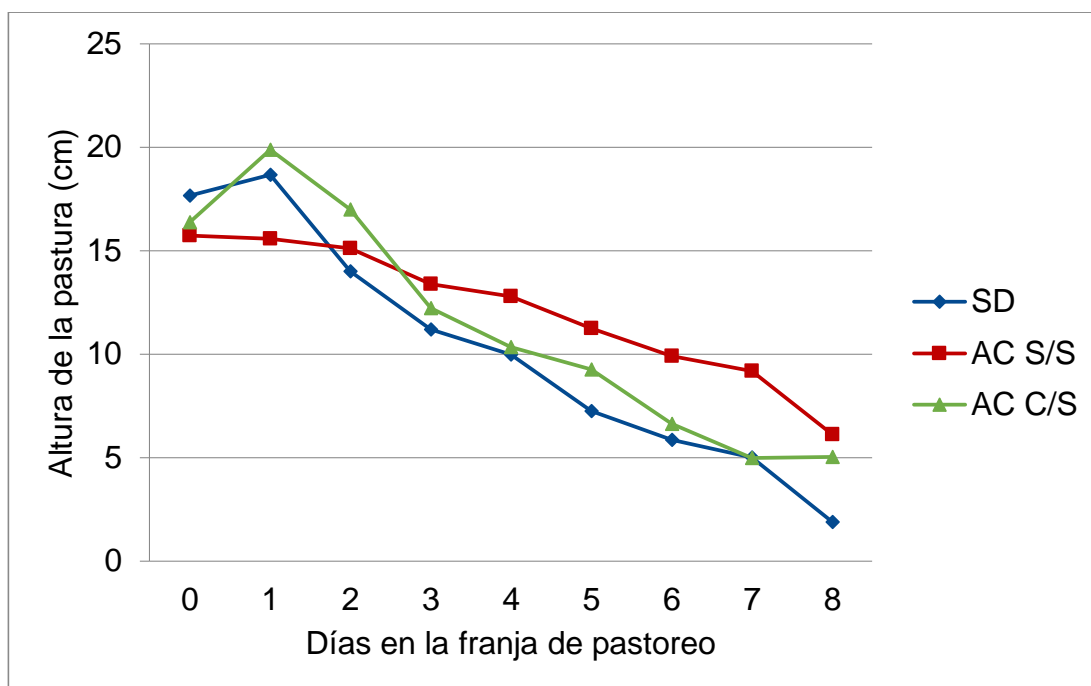
4.4.1 Caracterización de la variación entre días en el consumo de suplemento y defoliación de la pastura

Al evaluar la evolución del consumo de suplemento y la altura de la pastura diariamente en las semanas 3 y 9 del experimento, se encontró que para la primera variable el efecto del tratamiento y del día dentro de la semana de medición resultaron significativos ($P < 0,05$), existiendo además una interacción tratamiento x día dentro de la semana ($T \times D(S)$) ($P < 0,05$), mientras que para la variable altura de la pastura se encontró que el único efecto significativo fue el del día dentro de la semana ($P < 0,05$). Ninguna de las variables presentó interacción $T \times S$ ($P > 0,05$). En las figuras 11 y 12 se presentan las evoluciones diarias de estas variables durante el tiempo de permanencia en la parcela de pastoreo.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

Figura 11. Evolución diaria del consumo de materia seca de suplemento (CMSS) (kg/a/día) de las terneras de destete precoz según el método de suministro del mismo, durante el tiempo de permanencia en la parcela de pastoreo de achicoria y trébol rojo



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

Figura 12. Evolución diaria de la altura (cm) de la pastura de achicoria y trébol rojo según el método de suministro del suplemento durante el tiempo de permanencia de las terneras de destete precoz en la parcela de pastoreo

La altura de forraje del día 0 corresponde a la altura de la pastura pre-pastoreo, previo al ingreso de los animales a la parcela. Si bien el tiempo de ocupación de las parcelas fue de 7 días, en la semana se presentan 8 días de pastoreo dentro de la parcela, debido a que la semana 9 se le agregó un día por cuestiones prácticas.

4.4.2. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, consumo de suplemento en comedero, consumo de agua, rumia y descanso

En el cuadro 11 se presentan las probabilidades de ocurrencia de las distintas actividades registradas en las semanas 3 y 9 del período experimental.

Cuadro 11. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, consumo de suplemento en comedero, consumo de agua, rumia y descanso

Variable	SD	Tratamiento		Probabilidad de F				
		AC C/S	AC S/S	T	S	D(S)	TxS	TxD(S)
Pastoreo	0,455 a	0,458 a	0,292 b	**	**	**	ns	**
Comedero	0,043 b	0,025 c	0,076 a	**	**	**	ns	**
Agua	0,045 a	0,033 a	0,047 a	ns	**	**	ns	ns
Rumia	0,111 a	0,113 a	0,127 a	ns	ns	**	ns	ns
Descanso	0,307 b	0,330 b	0,430 a	**	**	**	*	**

Medias seguidas de letras diferentes en una misma actividad difieren ($P < 0,05$).

SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.

T: efecto del tratamiento; S: efecto de la semana; D(S): efecto del día dentro de la semana; TxS: efecto de la interacción tratamiento x semana; TxD(S): efecto de la interacción tratamiento x día dentro de la semana.

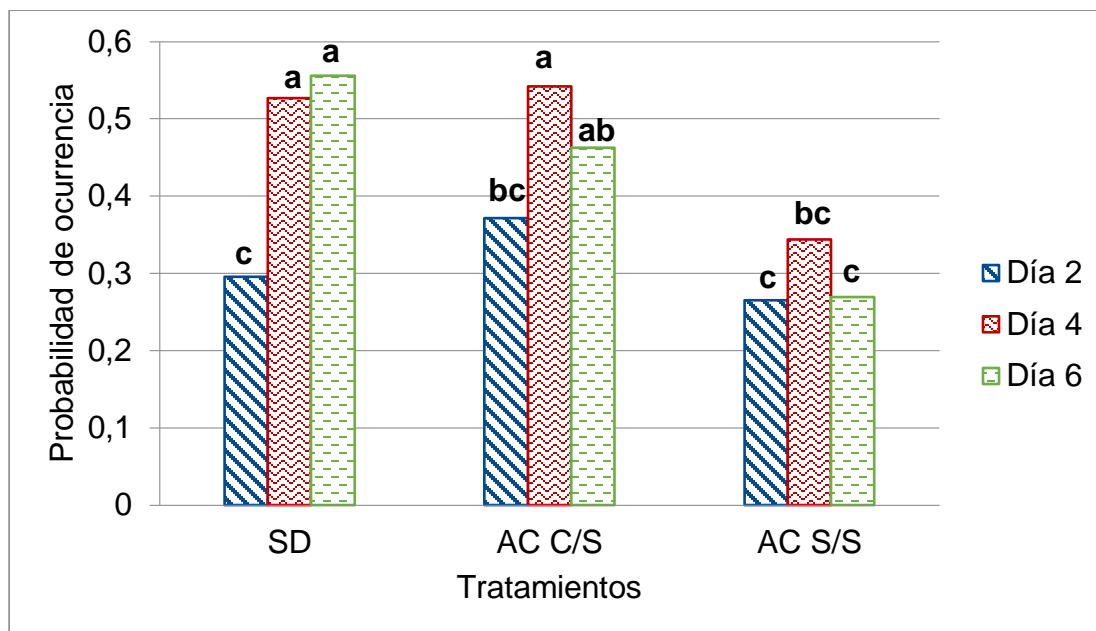
** Diferencias significativas entre tratamientos con una $P < 0,01$.

* Diferencias significativas entre tratamientos con una $P < 0,05$.

ns: no existen diferencias significativas entre las medias ($P > 0,05$).

La actividad de pastoreo se vio afectada significativamente por el tratamiento, la semana y el día dentro de la semana de permanencia en la parcela ($P < 0,01$), y hubo interacción tratamiento x día dentro de la semana ($T \times D(S)$) ($P < 0,01$).

La semana 9 presentó mayor probabilidad de encontrar una ternera pastoreando que la semana 3 ($P < 0,05$) (0,491 vs. 0,313). En la figura 13 se presenta la interacción $T \times D(S)$ encontrada para la actividad de pastoreo.

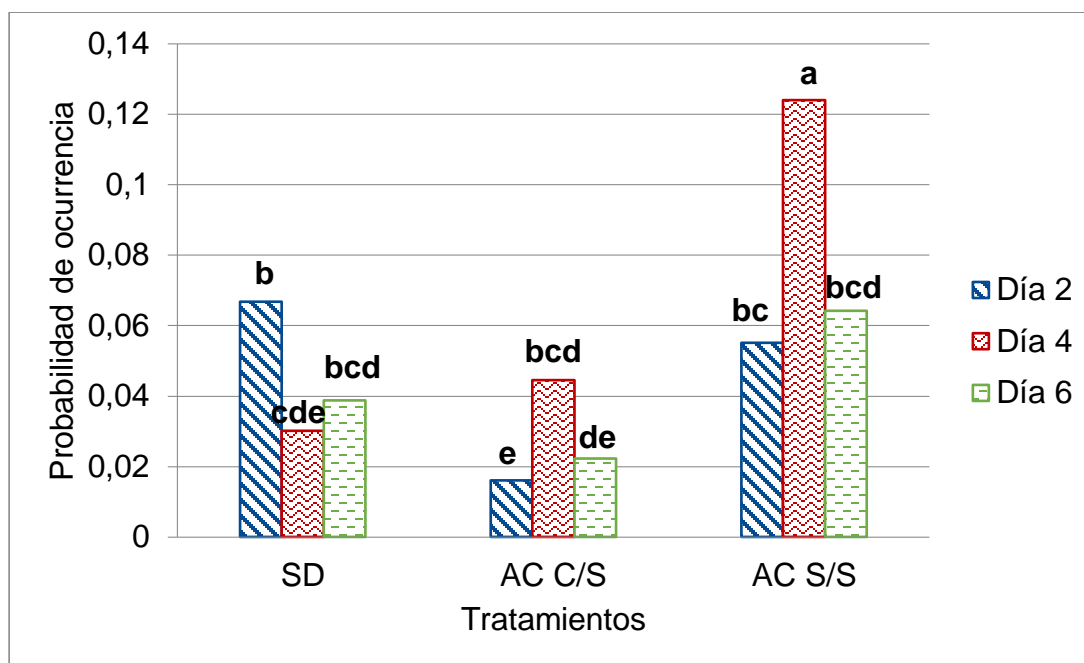


SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

Figura 13. Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz pastoreando la pradera de achicoria y trébol rojo según el método de suministro de suplemento y el día de permanencia en la parcela de pastoreo

La actividad de consumo de suplemento en comedero también se vio afectada por el tratamiento, la semana y el día dentro de la semana de permanencia en la parcela ($P < 0,01$), existiendo además interacción $T \times D(S)$ ($P < 0,01$).

La probabilidad de encontrar una ternera consumiendo suplemento en comedero fue mayor en la semana 9 que en la 3 ($P < 0,05$) (0,060 vs. 0,032). En la figura 14 se presenta la interacción $T \times D(S)$ encontrada para dicha actividad.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

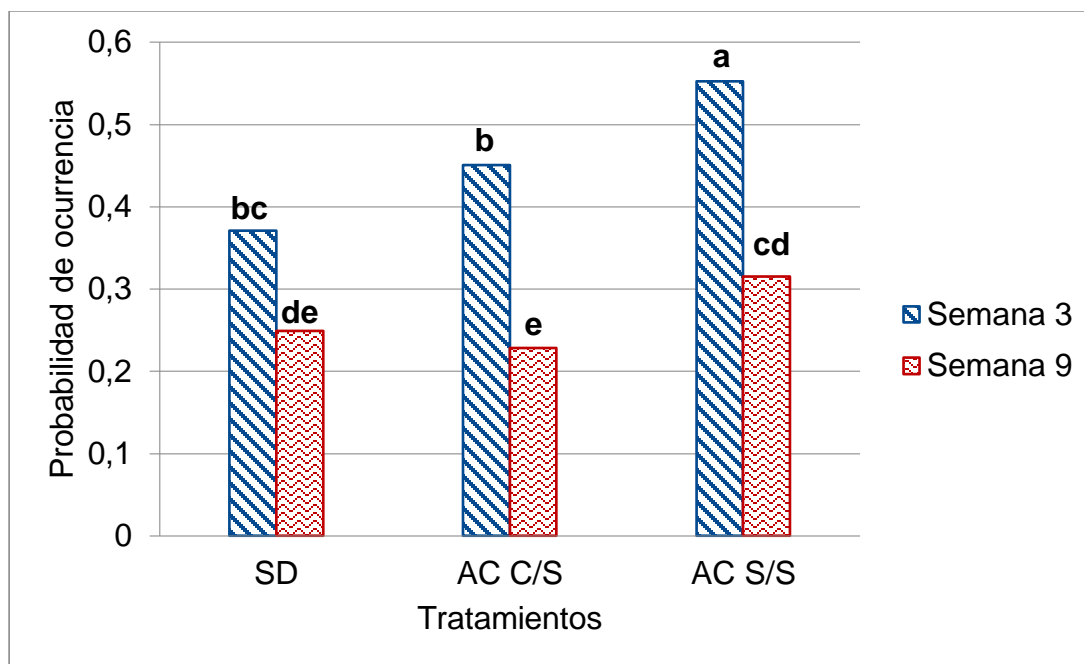
Figura 14. Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz consumiendo ración en comedero según el método de suministro del suplemento y el día de permanencia en la parcela de la pradera de achicoria y trébol rojo

La actividad de consumo de agua se vio afectada significativamente solo por la semana de permanencia en la parcela y el día dentro de la semana ($P < 0,01$). La semana 3 presentó mayor probabilidad de consumo de agua que la semana 9 ($P < 0,05$) (0,057 vs. 0,030), mientras que los días 2 y 6 presentaron mayor probabilidad que el día 4 ($P < 0,05$) (0,056 y 0,055 vs. 0,023).

La actividad de rumia se vio afectada solamente por los días dentro de la semana de medición ($P < 0,01$), siendo la probabilidad en los días 2 y 4 mayor que en el día 6 ($P < 0,05$) (0,137 y 0,134 vs. 0,087).

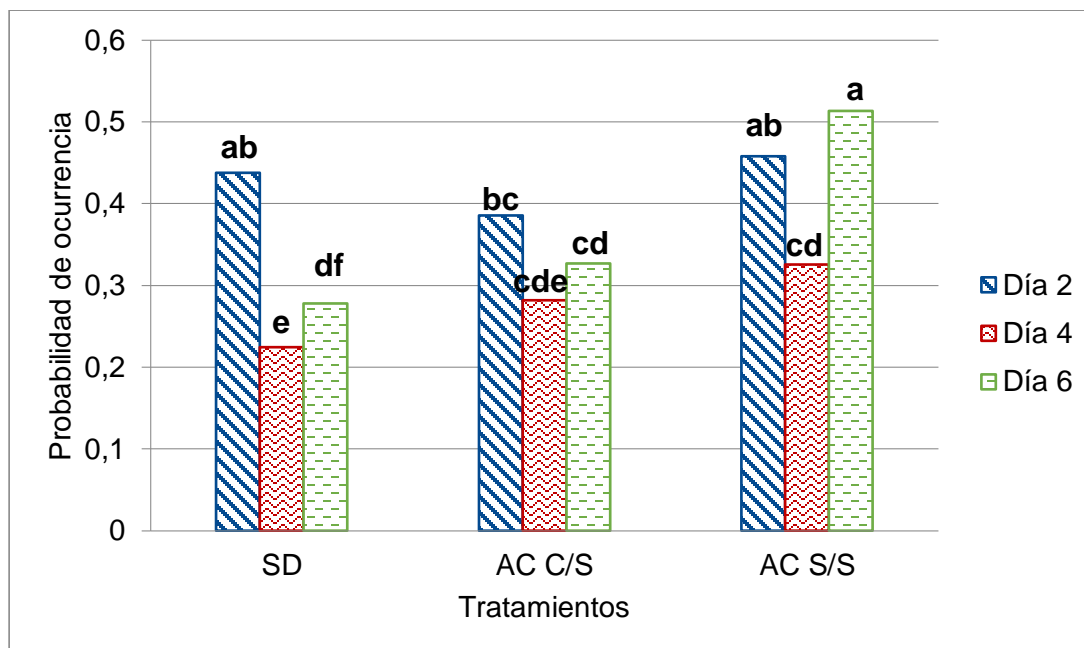
Finalmente, la actividad de descanso se vio afectada significativamente por el tratamiento, la semana y el día dentro de la semana ($P < 0,01$), existiendo también interacción $T \times S$ ($P < 0,05$) y $T \times D(S)$ ($P < 0,01$).

En las figuras 15 y 16 se presentan las interacciones T×S y T×D(S) para dicha actividad.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

Figura 15. Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz descansando según el método de suministro del suplemento y la semana de permanencia en la parcela de la pradera de achicoria y trébol rojo

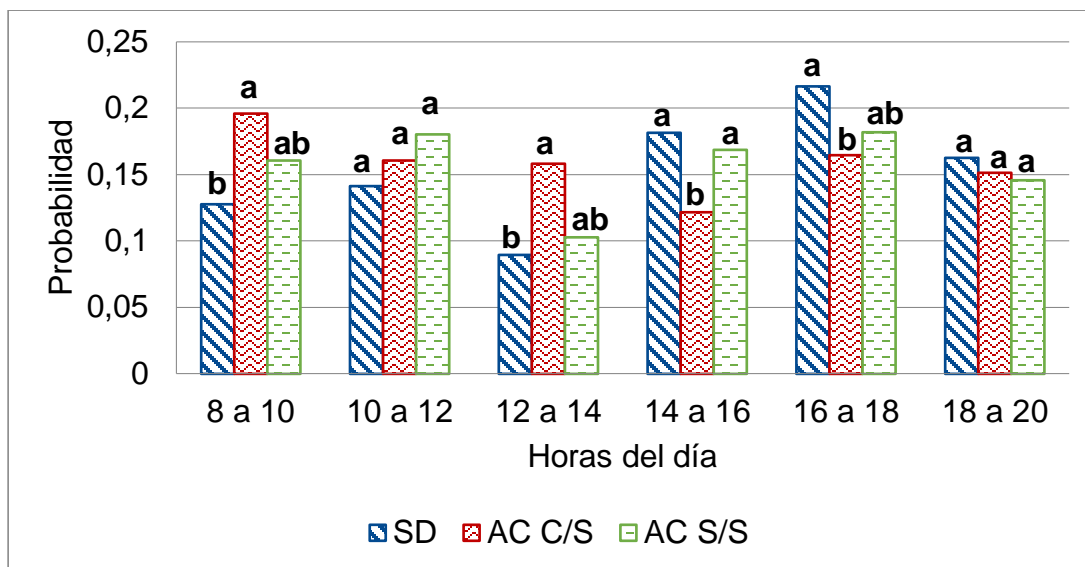


SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

Figura 16. Probabilidad de encontrar una ternera de destete precoz descansando según el método de suministro del suplemento y el día de permanencia en la parcela de la pradera de achicoria y trébol rojo

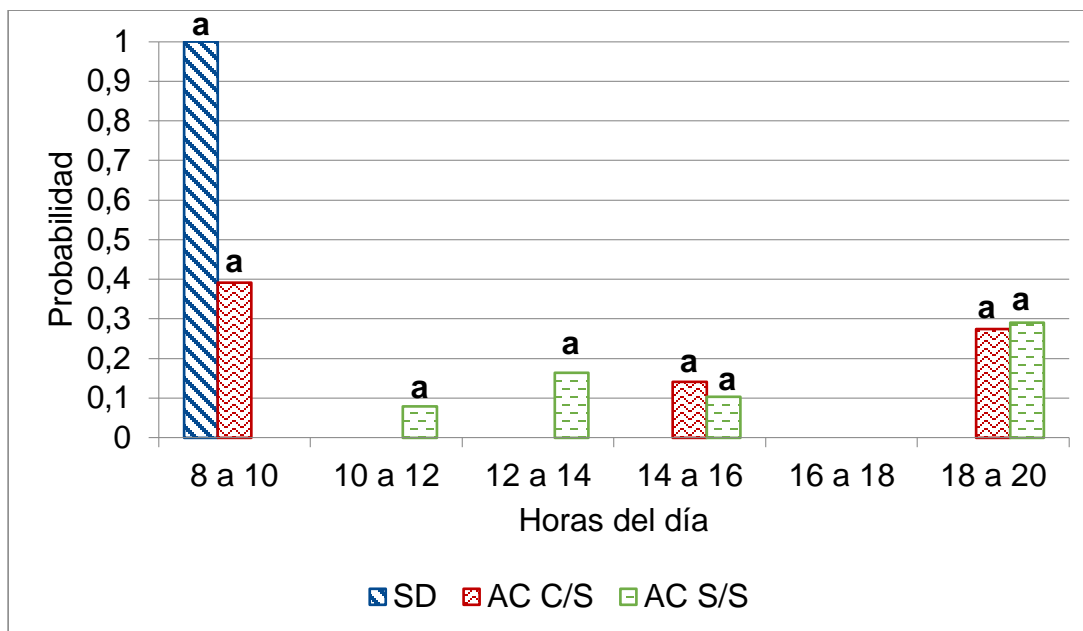
4.4.3. Patrones diurnos de comportamiento

Al analizar la probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo y consumo de suplemento en comedero cada 2 horas durante el período de observación (de 8:00 a 20:00 horas), se encontró que para la actividad de consumo de suplemento en comedero el efecto del tratamiento no fue significativo para ningún intervalo de horas ($P > 0,05$), mientras que para la actividad de pastoreo en la mayoría de los intervalos se vio afectada por el método de suministro del suplemento ($P < 0,05$). En las figuras 17 y 18 se presentan las probabilidades de las actividades de pastoreo y consumo de suplemento en comedero respectivamente durante el período de observación según el método de suministro del suplemento.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias dentro de cada intervalo de horas.

Figura 17. Probabilidad de encontrar una ternera destetada precozmente pastoreando la pradera de achicoria y trébol rojo según el método de suministro del suplemento y el intervalo de horas del período de observación



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias dentro de cada intervalo de horas.

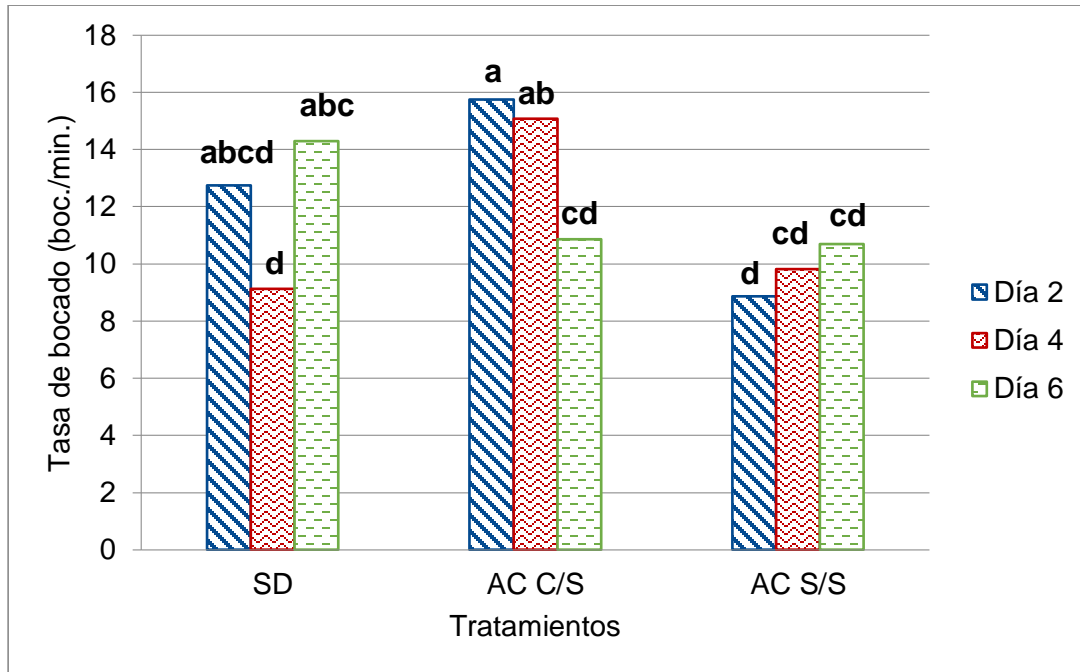
Figura 18. Probabilidad de encontrar una ternera destetada precozmente consumiendo suplemento en comedero en la pradera de achicoria y trébol rojo según el método de suministro del suplemento y el intervalo de horas del período de observación

4.4.4. Tasa de bocado

La tasa de bocado (bocados/minuto) se vio afectada solamente por el tratamiento y la semana ($P < 0,01$), existiendo también un efecto de la interacción $T \times D(S)$ ($P < 0,01$). No existió interacción $T \times S$ ($P > 0,05$).

Para los tratamientos AC C/S, SD y AC S/S, la tasa de bocado promedio por minuto fue de 13,90, 12,05 y 9,79 respectivamente, siendo diferente solo entre los tratamientos AC C/S y AC S/S ($P < 0,05$). En la semana 9 hubo una tasa de bocado promedio de 13,27 bocados por minuto, difiriendo ($P < 0,05$) de la semana 3, con una tasa de bocado promedio de 10,56.

En la figura 19 se muestra la interacción $T \times D(S)$ para la tasa de bocado.



SD: Suministro diario; AC C/S: Autoconsumo con sal; AC S/S: Autoconsumo sin sal.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre medias.

Figura 19. Tasa de bocado (boc./min.) de terneras de destete precoz según el método de suministro del suplemento y el día de permanencia en la parcela de achicoria y trébol rojo

5. DISCUSIÓN

5.1. CARACTERIZACIÓN METEOROLÓGICA

La precipitación total del período experimental fue de 671 mm, la cual fue un 7,7% superior a la del promedio de la serie histórica 2002-2013 para los mismos meses (623 mm). Estas lluvias acumuladas, sin embargo, fueron el resultado de marcadas diferencias en la distribución mensual de las mismas: las precipitaciones para los meses de enero, febrero y marzo fueron 137,5% más, 57,2% más y 70,9% menos que los mismos meses del promedio histórico de 2002-2013 respectivamente.

La temperatura del aire media del período experimental fue de 22,5°C, con un máximo de 38,6°C en el mes de enero y un mínimo de 7,0°C en el mes de marzo, siendo la temperatura media similar a la del promedio histórico 2002-2013 (23,5°C), y presentando una mayor amplitud térmica que la serie histórica (temperatura máxima de 33,4°C en enero y mínima de 13,9°C en marzo).

En el cuadro 12 se presenta el índice de temperatura y humedad (ITH) registrado en los meses de enero, febrero y marzo de 2014.

Cuadro 12. Índice de temperatura y humedad (ITH) mensual durante el período experimental

	Enero	Febrero	Marzo
ITH* promedio	74	71	66
Días con ITH promedio (% del total de días)**:			
<72	26	50	97
72 a 79	68	43	3
79 a 89	6	7	0
>89	0	0	0

* $ITH = 0,8 \times T + ((\%HR/100) \times (T - 14,4)) + 46,4$ (Mader et al., citados por Beretta et al., 2012).

T: temperatura del aire media (°C); HR: humedad relativa.

** Indicador del riesgo de estrés térmico: nulo: ITH <72; leve: ITH entre 72 y 79; moderado: ITH entre 80 y 89; severo: ITH >89 (University of Oklahoma, citado por Beretta et al., 2012).

La mayor parte del período experimental presentó un riesgo de estrés térmico para los animales nulo a leve, por lo que la performance de las terneras no se habría visto comprometida por estos factores ambientales.

En conclusión el verano en el cual se realizó el trabajo experimental fue beneficioso para la pastura ya que las precipitaciones estuvieron por encima del promedio histórico 2002-2013, lo que junto a un ITH moderado no habrían comprometido la performance animal.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

La biomasa de forraje ofrecida promedio del período experimental fue de 2560 kg MS/ha, presentando una altura promedio de 23,4 cm, mientras que la biomasa de forraje rechazada promedio por tratamiento fue de 933, 1038 y 1928 kg MS/ha para los tratamientos SD, AC C/S y AC S/S respectivamente, con alturas promedio de 6,1, 6,6 y 11,2 cm. El manejo del pastoreo (alta disponibilidad de forraje y biomasa remanente) pretendió promover una alta selectividad en esta categoría (Hodgson, citado por Simeone y Beretta, 2002), aunque las utilizaciones de forraje obtenidas en los tratamientos SD y AC C/S (64 y 55% respectivamente) indicarían que la selectividad por parte de estas terneras fue media. Las terneras suplementadas en AC S/S, por el contrario, presentaron una baja utilización de la pastura (28%), por lo que su selectividad al momento de pastorear fue alta. Esto concordó con la disminución en la proporción de hojas encontrada en el forraje rechazado con respecto al ofrecido, siendo esta fracción la única que se modificó con respecto a las otras dos fracciones (tallos e inflorescencias y restos secos).

Con respecto a la calidad de la pastura, se registraron valores de proteína cruda (11,7%) inferiores a los reportados por UdelaR. FA (2011) para una mezcla compuesta por 50% de achicoria en estado vegetativo y 50% de trébol rojo en prefloración a floración (19,45%), pero similares a los reportados por Pigurina et al. (1991) para una mezcla compuesta por 50% de achicoria y 50% de trébol rojo en floración media (10,95%). Los valores de FDN y FDA (46,33 y 31,99% respectivamente) fueron mayores a los registrados por UdelaR. FA (2011) (39,65 y 27,95% respectivamente). Los valores de digestibilidad encontrados para una pastura de estas características fueron de 57% según UdelaR. FA (2011), y de 60% según Pigurina et al. (1991). En conclusión, la calidad de la pastura se encuentra dentro de lo esperado para el verano, aunque el contenido de proteína

cruda sería limitante para cubrir los requerimientos proteicos de esta categoría (16% de PC según Simeone y Beretta, 2002), por lo que la suplementación con concentrados energético-proteicos fue indispensable para obtener la performance deseada (Simeone y Beretta, 2002).

5.3. PERFORMANCE ANIMAL

5.3.1. Efecto de la forma de suministro del suplemento sobre la GMD

El método de suministro del suplemento afectó la performance de las terneras, ya que presentaron GMD diferentes (0,63, 0,86 y 1,11 kg/animal/día para los tratamientos SD, AC C/S y AC S/S respectivamente).

Si bien no se observó un efecto de la forma de suministro del suplemento al suplementar diariamente o en autoconsumo ad libitum con sal, sobre el CMSS, CMSF y CMST (expresados como % del PV), el CMSS de las terneras suplementadas en AC C/S (en % del PV, sin incluir la sal agregada) fue un 19% superior que el de las terneras en SD, mientras que el CMSF fue un 28% inferior (55% de utilización del forraje ofrecido en AC C/S frente a 64% del SD), lo que lleva a un CMST 20% menor. Estas diferencias, que no fueron significativas, provocaron que la composición de las dietas consumidas en ambas formas de suministro del suplemento fueran diferentes (85% de forraje y 15% de suplemento en SD, frente a 76% de forraje y 24% de suplemento en AC C/S). Esta mayor proporción de suplemento en la dieta de las terneras con AC C/S fue posiblemente una de las causas de las diferencias encontradas en las GMD del SD y el AC C/S, ya que la digestibilidad del suplemento (80%) es mayor a la de la pastura (60% según Pigurina et al. 1991, 57% según UdelaR. FA 2011, para pasturas similares a la del experimento), por lo que la utilización de los nutrientes consumidos por las terneras con AC C/S probablemente fue mayor.

La concentración de energía y proteína en la mezcla de suplemento y NaCl ofrecida y consumida en AC C/S fue menor a la del suplemento en SD debido al efecto de dilución ejercido por la inclusión de NaCl.

Por otra parte cuando el suplemento fue ofrecido en autoconsumo ad libitum sin limitador del consumo, la GMD fue mayor debido a que el CMSS fue mayor que las otras formas de suministro (180 y 135% superior al SD y AC C/S respectivamente), el CMSF fue menor (66 y 53% inferior al SD y AC C/S respectivamente y 28% de utilización del forraje ofrecido) y el CMST, si bien no

presentó diferencias significativas, fue un 30% inferior que cuando se suplementó diariamente y un 13% inferior que el suministro en autoconsumo ad libitum con sal. Esto determinó que la dieta consumida por las terneras suplementadas en AC S/S estuviera compuesta por un 41% de forraje y un 59% de suplemento, permitiendo un mayor aprovechamiento de los nutrientes consumidos por parte de las terneras. El menor consumo de forraje registrado por el tratamiento AC S/S se debe a que no presentaba ningún limitador del consumo de suplemento (ofrecido ad libitum), por lo que hubo un mayor efecto de sustitución del forraje por suplemento (Cepeda et al. 2005, Elizalde, citado por Cepeda et al. 2005), el cual presentaría mayor palatabilidad y digestibilidad que la pastura. Probablemente el forraje consumido por este tratamiento fue suficiente para evitar trastornos ruminales, siendo éste el tratamiento que presentó significativamente mayor porcentaje de FDA en el forraje consumido.

El agregado de 14,53% de NaCl (base seca) al suplemento limitó el CMSS en 1,19% del PV de las terneras, disminuyéndolo un 57,5% con respecto al AC S/S.

A medida que transcurrió el experimento fue aumentando el consumo de forraje de las terneras en las tres formas de suministro, lo cual era esperable ya que el consumo de alimentos sólidos promueve el desarrollo del rumen de las terneras, aumentando su capacidad de consumo de forraje (Orskov, citado por Simeone y Beretta, 2002). Por otra parte, los altos CMST registrados, están asociados a los altos CMSF observados, lo cual probablemente se haya visto afectado por la técnica de estimación, donde pudo existir sobreestimación del CMSF debido al pisoteo en las parcelas y posibles errores en el muestreo del forraje disponible y rechazado.

Se observó que cuando el suplemento fue suministrado en AC C/S y AC S/S, el consumo de suplemento y pastura dentro del día se distribuyeron de forma relativamente uniforme, por lo que las terneras alternaron el consumo de suplemento y pastura durante todo el día. Esto pudo provocar condiciones ruminales más estables (sin grandes variaciones en el pH ruminal) y un mayor aprovechamiento del alimento llegado al rumen, ya que probablemente no existieron variaciones en la composición de la microflora ruminal, aumentando la degradabilidad del alimento (principalmente la pastura consumida). Cuando el suplemento fue suministrado diariamente, las terneras concentraban el consumo de suplemento luego del suministro y pastoreaban el resto del día, lo que pudo provocar mayores variaciones a nivel ruminal, bajando el pH luego de consumir el suplemento y disminuyendo la utilización de los nutrientes de la pastura por la disminución de las bacterias encargadas de la degradabilidad de dicho alimento

(Elizalde, citado por Cepeda et al. 2005, Loy et al. 2007). Este menor aprovechamiento de los nutrientes pudo explicar las menores GMD observadas en el SD frente al AC C/S.

Cuando se analizó el consumo diario de materia seca de suplemento dentro de la semana, existió una marcada tendencia en los tratamientos con autoconsumo (AC C/S y AC S/S) al aumento del consumo de suplemento (kg/a/día) al transcurrir la semana. Este aumento de consumo de suplemento probablemente se deba a una disminución de la altura de la pastura (la cual está asociada a la disponibilidad de forraje), que fue cayendo con una tendencia lineal al avanzar la semana, de manera similar para los tres métodos de suministro, pero con una menor pendiente para el AC S/S. Estos resultados son similares a los reportados por Blasina et al. (2010) para la evolución del consumo de suplemento en el comedero de autoconsumo sobre campo natural, y a los encontrados por Cepeda et al. (2005) para la evolución de la altura de la pastura sembrada durante el tiempo de ocupación de la parcela, ambos trabajos en recría de terneros en invierno.

A diferencia de lo observado en el presente trabajo, Beretta et al. (2013) no encontraron diferencias en la GMD de terneros destetados precozmente en invierno debido al método de suministro de suplemento (0,844 kg/animal/día con suministro diario al 1% del PV frente a 0,842 kg/animal/día con autoconsumo ad libitum con 5% de NaCl). Si los consumos de suplemento de los terneros con suministro diario y autoconsumo ad libitum con sal del trabajo de Beretta et al. (2013) no hubieran diferido, probablemente los resultados obtenidos hubieran coincidido con los observados en el presente trabajo. Las GMD reportadas por estos autores fueron superiores a las encontradas en el presente trabajo, debido posiblemente a que la base forrajera era de mejor calidad, en invierno y con 4% del PV de asignación de forraje.

Cepeda et al. (2005) también reportaron resultados diferentes, ya que no encontraron diferencias en la GMD y en el CMSS debido al método de suministro de suplemento (0,779 kg/animal/día tanto en suministro diario como en autoconsumo ad libitum con 5% NaCl). La diferencia en los resultados obtenidos en ambos trabajos puede deberse a que el suplemento utilizado en el experimento fue grano entero de maíz, el cual disminuye la velocidad de consumo y aumenta el tiempo de retención en el rumen, evitando cambios notables en el pH que puedan afectar la estabilidad ruminal y permitiendo mayor degradabilidad del forraje consumido (Pordomingo, citado por Cepeda et al. 2005, Simeone, citado por Cepeda et al. 2005). Esto beneficia principalmente a los terneros suplementados diariamente que concentran el consumo de suplemento luego de

su suministro, obteniendo ganancias similares a los suplementados en autoconsumo. Las GMD reportadas por Cepeda et al. (2005) para el SD fueron superiores a las observadas en el presente trabajo, debido también a que utilizaron terneros en etapa de recría (con rumen más desarrollado que terneros de destete precoz) y con una diferente base forrajera durante el invierno.

Blasina et al. (2010) encontraron la misma respuesta a la forma de suministro de suplemento en GMD que en este trabajo, ya que los terneros suplementados en autoconsumo ad libitum con NaCl como limitador del consumo presentaron mayores ganancias que los que fueron suplementados diariamente (0,348 vs. 0,260 kg/animal/día para AC y SD respectivamente), sin embargo los consumos de suplemento fueron diferentes (mayores con AC que con SD). Este mayor consumo de suplemento acentuado por la base forrajera de baja cantidad y calidad (campo natural) fue el que provocó la mayor GMD, demostrando que la cantidad de NaCl incluida en la ración no fue suficiente para esta situación. La base forrajera utilizada en invierno fue probablemente la causa de las menores GMD encontradas en este trabajo.

Por otro lado, el método de suministro del suplemento afectó la eficiencia de conversión global ajustada por NaCl del presente experimento. La mejor eficiencia de los tratamientos con AC se debe a la mayor GMD obtenida por éstos frente al SD.

Simeone et al., citados por Simeone y Beretta (2002) reportaron para terneros destetados precozmente sobre pasturas sembradas (*Lotus corniculatus* de tercer año) con 8% de asignación de forraje y sin suplementación una ganancia de peso vivo de 0,201 kg/animal/día durante un período de 60 días. Tomando como referencia este valor para calcular la eficiencia de conversión (EC) del suplemento del presente experimento, ello arroja eficiencias ajustadas por sal de 2,14:1, 1,99:1 y 3,50:1 para los tratamientos SD, AC C/S y AC S/S respectivamente. La peor EC del suplemento del AC S/S se debió al mayor CMSS y mayor efecto de sustitución registrados por éste.

Estos resultados fueron similares a los reportados por Simeone et al., citados por Simeone y Beretta (2002) (2,8:1 para el tratamiento con suplementación diaria al 1% PV), y a los de Beretta et al. (2013) para terneros de destete precoz en invierno sobre pasturas sembradas (4% de asignación de forraje), suplementados diariamente al 1% de PV o en autoconsumo ad libitum con 5% de NaCl (3,0:1 y 2,3:1 respectivamente). Además los resultados fueron inferiores (numéricamente) a los registrados por otros autores para terneros de recría (PV mayor a 150 kg) suplementados sobre campo natural o pasturas

sembradas en régimen de autoconsumo. Rovira y Velazco (2012d) reportaron, en terneros sobre campo natural suplementados diariamente al 1% de PV y en autoconsumo restringido con 9 y 15% de NaCl adicional, EC de 3,1:1, 4,4:1 y 5,4:1 respectivamente. Blasina et al. (2010) para terneros pastoreando campo natural en invierno suplementados diariamente al 1% de PV y en autoconsumo ad libitum con 11% de NaCl, registraron EC de 3,2:1 y 3,7:1 respectivamente. En tanto Cepeda et al. (2005), con terneros de 154 kg pastoreando una promoción de *Lolium multiflorum* y suplementados diariamente al 1% del PV o en autoconsumo ad libitum con 5% de NaCl obtuvieron valores de EC de 6,6:1 y 6,9:1 respectivamente. Estos mayores valores de EC encontrados en los trabajos anteriormente mencionados probablemente se deban a que utilizaron una categoría animal mayor (recría) (Simeone y Beretta, 2002), una base forrajera diferente (campo natural) en el caso de Blasina et al. (2010), Rovira y Velazco (2012d), y una mayor calidad de la pastura (invierno) en el caso de Cepeda et al. (2005).

5.3.2. Efecto de la forma de suministro del suplemento sobre el consumo de agua de bebida

El consumo de agua de bebida se vio afectado por la forma de suministro del suplemento. El SD provocó un menor consumo de agua de bebida que el suministro en AC (AC C/S y AC S/S), debido a que el agua aportada por la dieta fue mayor para este primer tratamiento, ya que el consumo de forraje fue mayor. Esto concuerda con lo reportado por Murphy, citado por Charlón et al. (2002), quien sostuvo que a medida que aumenta el porcentaje de materia seca de la dieta aumenta el consumo de agua de bebida pero disminuye el consumo de agua total. Por otra parte el AC C/S fue el que provocó el mayor consumo de agua de bebida debido a los efectos provocados por la ingesta de NaCl agregado al suplemento (Riggs et al. 1953, Weir y Miller 1953, Meyer et al. 1955, Rich et al. 1976, Murphy, citado por Charlón et al. 2002, Gaughan y Mader 2009).

Las formas de suministro diaria, AC C/S y AC S/S provocaron consumos de 1,4, 3,4 y 2,8 L de agua de bebida por kg de materia seca total consumida respectivamente, lo cual es inferior a lo reportado por Castle y Thomas, citados por Charlón et al. (2002) quienes afirmaron que un animal adulto requiere 3 a 4 L por día por kg de materia seca consumida. Estas diferencias pueden deberse a que la categoría animal utilizada en este experimento fue terneras de destete precoz, y a que el CMSF pudo haber sido sobreestimado, aumentando el CMST.

Comparándolo con el consumo de agua de bebida de las terneras con SD, las de AC C/S requirieron consumir 60,45 mL de agua adicional por gramo de NaCl consumido, lo cual es superior a lo reportado por Meyer et al. (1955) para novillos (35 mL de agua adicional por gramo de NaCl consumido), a lo citado por Mayer y Weir (1954) en ovinos (54,7 mL/g NaCl), y a lo encontrado por Rich et al. (1976) en bovinos de carne (42 mL/g NaCl). La diferencia en los resultados puede deberse a que al ser terneras de destete precoz el consumo de agua sea más sensible a la ingesta diaria NaCl, sumado a que la estación del año en la que se realizó el experimento fue verano.

Cuando se analiza el consumo de agua según la semana y la forma de suministro del suplemento, se observó que en las semanas 5, 8 y 11 disminuyó el consumo de agua de bebida diario de las terneras, debido a que en estas semanas se registraron abundantes lluvias que no fueron contempladas en la oferta de agua en los bebederos. Además en la semana 5 las terneras no permanecieron dentro de la franja durante parte de la semana, debido a problemas con el alambrado eléctrico. Finalmente en la semana 12 las terneras con AC C/S presentaron un pico en el consumo de agua de bebida, el cual coincide con el máximo consumo de suplemento (como % del PV), lo cual explica dicho comportamiento ya que fue el máximo consumo de NaCl.

5.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO

El método de suministro del suplemento afectó la probabilidad de encontrar una ternera pastoreando, consumiendo suplemento en comedero y descansando, pero no tuvo efecto sobre la probabilidad de encontrar una ternera rumiando y tomando agua.

Lo esperable sería que los animales que dedican más tiempo al pastoreo y consumen más forraje pasaran más tiempo rumiando, y que los que consumen cantidades similares de suplemento presentaran tiempos similares de consumo de suplemento en comedero. Esto se cumplió en parte ya que las terneras con SD y AC C/S consumieron más forraje y presentaron mayor probabilidad de pastoreo que las de AC S/S, pero a pesar de que el SD y AC C/S provocaron consumos similares de suplemento, el SD registró una mayor probabilidad de consumo en comedero. Esto pudo deberse a que en el AC C/S las terneras visitaban el comedero por períodos más cortos a 15 minutos y distribuidos a lo

largo del día, inclusive durante la noche, no habiéndose registrado las visitas que ocurrían fuera de las observaciones.

Blasina et al. (2010) reportaron que terneros pastoreando campo natural en invierno y suplementados diariamente presentaron mayor tiempo dedicado al pastoreo y rumia, y menor tiempo de consumo en comedero y descanso que los terneros suplementados en autoconsumo ad libitum con 11% de NaCl. Estos resultados no concuerdan con lo encontrado en el presente experimento, ya que en este no existieron diferencias entre SD y AC C/S para la actividad de pastoreo, descanso y rumia, además de que existió mayor probabilidad de encontrar una ternera consumiendo suplemento en comedero para SD que AC C/S. Posiblemente las diferencias encontradas entre los experimentos se deban a la diferencia de consumo de suplemento registrada, siendo este mayor en el experimento de Blasina et al. (2010) para el método de AC con sal, lo cual junto a una peor base forrajera con baja disponibilidad (campo natural con 941 kg de MS/ha de disponibilidad) provocó una menor compensación en el tiempo de pastoreo que el tratamiento con SD, presentando además mayor tiempo en comedero y descanso que este último.

Con respecto a la actividad de consumo de agua, si bien no hubo efectos del método de suministro sobre la misma, el AC C/S fue el que presentó menor probabilidad de ocurrencia. Este resultado no es el esperable ya que este método es el que provocó mayor consumo de agua, lo que indicaría que el consumo de agua ocurrió en períodos donde no se estaba observando, o a una mayor tasa de consumo de agua. El resultado obtenido en el experimento no concuerda con lo reportado por Blasina et al. (2010), quienes registraron un mayor tiempo dedicado al consumo de agua en los terneros del tratamiento suplementado en autoconsumo ad libitum con 11% de NaCl que en el tratamiento suplementado diariamente.

Cuando se analizó la distribución de cada actividad a lo largo del período de observación cada 2 horas, se encontró que la actividad de pastoreo se distribuyó de forma uniforme a lo largo del tiempo en las tres formas de suministro, con una leve disminución al mediodía (entre las 12:00 y 14:00 horas), especialmente en SD y AC S/S. Esta disminución en el pastoreo coincide con las máximas temperaturas diarias, y con una mayor proporción de descanso y rumia en el día. Como era esperable y coincidiendo con Blasina et al. (2010), el consumo de suplemento en comedero en el SD se presentó en su totalidad en el horario de 8:00 a 10:00, seguido al suministro del mismo. El consumo en comedero en los AC (especialmente en AC S/S) se distribuyó más a lo largo del día que el SD, siendo algo mayor la proporción de consumo en comedero al inicio

y fin del día. Estos resultados concuerdan con los de Blasina et al. (2010), quienes encontraron que la distribución del consumo de suplemento en autoconsumo fue uniforme a lo largo del período de observación. La distribución del pastoreo a lo largo del día encontrada coincide relativamente con lo reportado por Cepeda et al. (2005), Blasina et al. (2010), excepto en que en estos trabajos realizados en invierno también existió un menor pastoreo al inicio del período de observación.

Por otra parte, la tasa de bocado fue afectada por la forma de suministro del suplemento, siendo mayor en AC C/S, intermedia en SD y menor en AC S/S. Las terneras en AC S/S presentaron menor tasa de bocado debido al menor consumo de forraje y mayor selección del mismo. Los resultados obtenidos con cada forma de suministro son inferiores a los reportados por Blasina et al. (2010), quienes registraron valores de 50 bocados por minuto para los tratamientos de suplementación diaria y suplementación en autoconsumo con 11% de NaCl en terneros en invierno. Esta diferencia es esperable ya que la categoría utilizada por Blasina et al. (2010) fue de mayor edad y la disponibilidad de forraje era considerablemente menor, lo que provocó una mayor tasa de bocado que intentaba compensar el menor peso de bocado.

Finalmente, a modo de síntesis, la GMD difirió entre los tres métodos de suministro del suplemento, presentando el SD y AC C/S similares CMSF, CMSS y CMST, además de una probabilidad similar de actividad diaria total de pastoreo. Lo que diferenció a estos dos métodos de suministro fue la distribución de las actividades dentro del día y la variación del CMSS entre días dentro de la semana de ocupación de la parcela de pastoreo. La distribución de las actividades de pastoreo y consumo de suplemento en el AC C/S a lo largo del día podrían lograr una combinación del forraje y suplemento en el rumen que podría afectar la eficiencia de uso de los nutrientes, mejorando la GMD.

La sal fue efectiva como limitador del consumo de suplemento ya que el CMSS en el AC C/S fue un 57,5% inferior al registrado con AC S/S. El agregado de 14,53% de NaCl en el suplemento (base seca) del AC C/S modificó su CMSF y comportamiento con respecto al AC S/S, ya que las terneras de este último presentaron menor probabilidad de pastoreo total en el día, y mayores probabilidades de consumir suplemento y descansar.

Desde el punto de vista de la eficiencia de conversión del concentrado, el uso del AC C/S es similar al del SD, pero desde el punto de vista biológico (kg de alimento consumido/kg de PV ganado), el AC C/S es más eficiente al permitir la expresión de un mayor potencial de GMD animal con relación al peso vivo mantenido. Por otro lado, la eficiencia de conversión del concentrado lograda con AC C/S es mejor que con AC S/S, aunque este último desde el punto de vista biológico es más eficiente al lograr mayores GMD en relación al consumo de alimento.

6. CONCLUSIONES

El método de suministro de suplemento afectó la performance (GMD) de las terneras en el destete precoz, a pesar de que el agregado de 14,53% de NaCl al suplemento (base seca) en el AC C/S fue efectivo como limitador del consumo de suplemento (en relación al registrado en AC S/S), logrando que éste no difiera del observado bajo SD fijo.

La forma de suministro del suplemento afectó el comportamiento ingestivo de las terneras (tasa de bocado y probabilidades de pastoreo, consumo de suplemento en comedero y descanso), afectando la estabilidad del consumo de suplemento y forraje entre los días de permanencia en la parcela y las características de la dieta consumida.

Finalmente, el agregado de NaCl en el suplemento provocó un aumento en el consumo de agua de bebida de las terneras, por lo que el suministro de agua es un aspecto importante a tener en cuenta cuando se utiliza esta forma de suministro del suplemento.

7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado entre el 3 de enero de 2014 y el 28 de marzo de 2014 en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (E.E.M.A.C.) de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. A un total de 24 terneras Hereford destetadas precozmente a los 60 días de edad con 75 ± 12 kg de PV promedio, previa estratificación por PV inicial, se les aleatorizaron los siguientes tratamientos en un diseño completamente al azar: 1) Suplementación diaria (SD): suministro diario de un suplemento comercial (molido) para destete precoz, ofrecido a razón del 1% del PV. 2) Suplementación en comederos de autoconsumo con agregado de sal (AC C/S): el mismo suplemento comercial fue ofrecido en comederos de autoconsumo ad libitum mezclado con NaCl (14,53% de NaCl en la mezcla en base seca) de forma de ajustar el consumo de ración al 1% del PV. 3) Suplementación en comederos de autoconsumo sin agregado de sal (AC S/S): el mismo suplemento comercial fue ofrecido en comederos de autoconsumo ad libitum. Todas las terneras pastorearon una pradera de primer año de *Cichorium intybus* y *Trifolium pratense* con una disponibilidad de forraje promedio de 2560 kg MS/ha y una asignación de forraje de 8% del PV en franjas semanales. Se estudió el efecto de la forma del suministro del suplemento en la GMD de las terneras. Además se realizaron mediciones del consumo de suplemento, forraje y agua, comportamiento animal en pastoreo, disponibilidad, altura y calidad del forraje, como también calidad del suplemento. Hubo un efecto de la forma de suministro del suplemento sobre la GMD de las terneras, en donde las terneras con SD presentaron menor GMD que aquellas con AC (0,631 vs. 0,987 kg/a/día; $P < 0,01$). Asimismo, entre las terneras con AC, aquellas con AC C/S presentaron menor GMD (0,859 vs. 1,114 kg/a/día; $P < 0,01$). La forma de suministro del suplemento también afectó el consumo de suplemento y forraje de las terneras, siendo mayor el consumo de suplemento con AC S/S (2,8% del PV) ($P < 0,01$), y similares entre SD y AC C/S (1 y 1,19% del PV respectivamente) ($P > 0,05$), y siendo mayor el consumo de forraje con SD (5,59% del PV), intermedio con AC C/S (4,01% del PV) y menor con AC S/S (1,89% del PV), difiriendo únicamente el SD del AC S/S ($P < 0,05$). La eficiencia de conversión global ajustada por NaCl también fue afectada por la forma de suministro del suplemento, siendo mayor con SD (9,82:1), intermedia con AC C/S (8,65:1) y menor con AC S/S (5,42:1), difiriendo únicamente entre SD y AC S/S ($P < 0,05$). El método de suministro afectó también el consumo de agua de bebida de las terneras, difiriendo éste entre los tres métodos ($P < 0,01$) y siendo de 9,2, 21,8 y 16,4 L/animal/día para

SD, AC C/S y AC S/S respectivamente. Finalmente, el método de suministro afectó las probabilidades de ocurrencia de pastoreo (mayor con SD y AC C/S que con AC S/S), consumo de suplemento en comedero (mayor en AC S/S, intermedio en SD y menor en AC C/S) y descanso (menor en SD y AC C/S que en AC S/S).

Palabras clave: Bovinos de carne; Destete precoz; Pastura sembrada; Verano; Suplementación; Sistema de autoconsumo.

8. SUMMARY

This research was conducted from January 3rd. 2014 to March 28th. 2014 at the Mario A. Cassinoni Experimental Station (E.E.M.A.C.) belonging to Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay. 24 Hereford female calves weaned early (60 days old and 75 ± 12 kg BW) were randomly assigned, after having been stratified by their initial BW, into one of the following treatments (completely randomized design): 1) Daily supplementation (DS): daily hand-fed ground early weaning commercial supplement at a rate of 1% of BW. 2) Self-feeding salt-supplement (SF SS): NaCl was added to the same commercial supplement so as to limit the calves intake to 1% of BW (14,53% NaCl in the dry mixture) and fed ad libitum in a self-feeding trough. 3) Self-feeding saltless-supplement (SF SLS): the same commercial supplement fed ad libitum in a self-feeding trough with no chemical intake limiter. The calves grazed on a year old *Cichorium intybus* y *Trifolium pratense* pasture with 2560 kg DM/ha forage availability and 8% of BW forage in weekly plots. The effect of the supply methods on the calves average daily weight gain (ADWG) was studied. Supplement, forage and water intake, grazing behavior, availability, height and quality of forage and quality of the supplement were also measured. The impact of the supplement supply method was that the ADWG among calves with DS was lower than with SF (0,631 vs. 0,987 kg/animal/day; $P < 0,01$). Furthermore, among calves with SF, those with SF SS had a lower ADWG (0,859 vs. 1,114 kg/a/day; $P < 0,01$). The supplement supply method also affected calves supplement and forage intake, the supplement intake being higher with SF SLS (2,8% of BW) ($P < 0,01$), whereas those calves under DS and SF SS were similar (1 and 1,19% of BW respectively) ($P > 0,05$), and the forage intake being: the highest with DS (5,59% of BW), the following with SF SS (4,01% of BW) and the lowest with SF SLS (1,89% of BW), the difference being only between DS and SF SLS ($P < 0,05$). The supplement supply method also affected global conversion efficiency adjusted by additional NaCl, being the highest DS (9,82:1), the following SF SS (8,65:1) and the lowest SF SLS (5,42:1), the difference being only between DS and SF SLS ($P < 0,05$). The supplement supply method also affected the calves drinking water intake differently in all three methods ($P < 0,01$) as follows: 9,2, 21,8 y 16,4 L/animal/day at DS, SF SS and SF SLS respectively. Finally, the supply method affected grazing probability (higher with DS and SF SS than with SF SLS), trough's supplement consumption probability (the highest with SF SLS, the following with DS and the lowest with SF SS) and resting probability (lower with DS and SF SS than with SF SLS).

Key words: Beef cattle; Early weaning; Cultivated pasture; Summer; Supplementation; Self-feeding system.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Arias, R.; Mader, T. 2011. Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *Journal of Animal Science*. 89 (1): 245-251.
2. Beeson, W.; Perry, T.; Mohler, M. 1957. Self-feeding free choice vs. self-feeding a complete mixture for fattening steers. *Journal of Animal Science*. 16 (4): 787-795.
3. Beretta, V.; Simeone, A. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. ¿Cómo usar el sistema de autoconsumo? *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª, 2008, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente.* Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 35-37.
4. _____.; _____.; Bentancur, O. 2012. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo; efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. *Agrociencia (Montevideo)*. 17 (1): 131-140.
5. _____.; _____.; Cortazzo, D. 2013. Uso de comederos de autoconsumo en la suplementación de terneros de destete precoz en pastoreo. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15ª, 2013, Paysandú). Simplificando la intensificación ganadera; el autoconsumo.* Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 42-47.
6. Blasina, M.; Piñeyrúa, A.; Renau, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 104 p.
7. Bowman, J.; Sowell, B. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 75 (2): 543-550.
8. Brandyberry, S.; Cochran, R.; Vanzant, E.; Delcurto, T.; Corah, L. 1991. Influence of supplementation method on forage use and grazing behavior by beef cattle grazing bluestem range. *Journal of Animal Science*. 69 (10): 4128-4136.

9. Cardon, B. 1953. Influence of a high salt intake on cellulose digestion. *Journal of Animal Science*. 13 (3): 536-540.
10. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
11. Charlon, V.; Taverna, M.; Herrero; M. 2002. Manual de referencia para el logro de leche de calidad. Rafaela, Santa Fé AR, INTA. pp. 43 -54.
12. Chicco, C.; Shultz, T.; Rios, J.; Plasse, D.; Burguera, M. 1971. Self-feeding salt-supplement to grazing steers under tropical conditions. *Journal of Animal Science*. 33 (1): 142-146.
13. Esteves, M.; Laxalde, S.; Nario, M. 2013. Utilización de nitrógeno no proteico en programas de suplementación invernal basados en autoconsumo para terneros pastoreando campo nativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 120 p.
14. Gaughan, J.; Mader, T. 2009. Effects of sodium chloride and fat supplementation on finishing steers exposed to hot and cold conditions. *Journal of Animal Science*. 87 (2): 612-621.
15. Hagsten, I.; Perry, T. 1975. Effect of dietary sodium levels on blood levels, urinary excretion and adrenal histology of lambs. *Journal of Animal Science*. 40 (6): 1205-1210.
16. Haydock, K; Shaw, N. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15 (76): 663-670.
17. Illius, A.; Jessop, N. 1996. Metabolic constraint on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74 (12): 3052-3062.
18. La Manna, A.; Fernández, E.; Mieres, J.; Banchemo, G.; Vaz Martins, D. 2007. Suplementación infrecuente. ¿Es posible trabajar menos y producir lo mismo? (en línea). *Revista INIA*. no. 10: 15-18. Consultado 22 may. 2015. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219230807172651.pdf>
19. Lagomarsino, X.; Soares De Lima, J.; Montossi, F. 2014. Uso eficiente de la mano de obra; suplementación invernal infrecuente de terneros sobre praderas. *Revista INIA*. no. 37: 25-31.

20. Lagreca, M.; Medero, P.; Rattín, A. 2008. El confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
21. Loy, T.; Mcdonald, T.; Klopfenstein, T.; Erickson, G. 2007. Effect of distillers grains or corn supplementation frequency on forage intake and digestibility. *Journal of Animal Science*. 85 (10):2625-2630.
22. Luzardo, S; Cuadro, R; Lagomarsino, X; Montossi, F; Brito, G; La Manna, A. 2014. Tecnologías para la intensificación de la recria bovina en el Basalto. Suplementación infrecuente sobre campo natural y pasturas mejoradas en Basalto. *In*: Berretta, E. J.; Montossi, F.; Brito, G. eds. Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. Montevideo, INIA. pp. 93-126 (Serie Técnica no. 217).
23. Macoon, B; Sollenberder, L; Moore, J; Staples, C; Fiker, J; Portier, K. 2003. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. *Journal of Animal Science*. 81 (9): 2357-2366.
24. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay. Montevideo. t.3, 452 p.
25. Meyer, J.; Weir, W. 1954. The tolerance of sheep to high intakes of sodium chloride. *Journal of Animal Science*. 13 (2): 443-449.
26. _____.; _____.; Ittner, N.; Smith, J. 1955. The influence of high sodium chloride intakes by fattening sheep and cattle. *Journal of Animal Science*. 14 (2): 412-418.
27. Moseley, G.; Jones, D. 1974. The effect of sodium chloride supplementation of a sodium adequate hay on digestion, production and mineral nutrition in sheep. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 83 (1): 37-42.
28. Nelson, A.; Macvicar, R.; Archer, W.; Meiske, J. 1955. Effect of high salt intake on the digestibility of ration constituents and on nitrogen, sodium, and chloride retention by steers and wethers. *Journal of Animal Science*. 14 (3): 825-830.
29. Figurina, G.; Methol, M. 1991. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. *In*: Mieres, J. M. ed. Guía para la alimentación de ganado. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Serie Técnica no. 5).

30. Quintans, G.; Echeverría, J.; Scarsi, A.; Rovira, P. 2013. Efecto del suministro de ración en comederos de autoconsumo en terneros destetados precozmente. In: Seminario de Actualización Técnica; Cría Vacuna (2008, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 207-218 (Serie Técnica no. 208).
31. Rich, T.; Armbruster, S.; Gill, D. 1976. G76-324 Limiting feed intake with salt. (en línea). Lincoln, Nebraska, University of Nebraska. Lincoln Extension. s.p. (Paper no. 274). Consultado 6 feb. 2015. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1275&context=extensionhist>
32. Riggs, J.; Colby, R.; Sells, L. 1953. The effect of self-feeding salt-cottonseed meal mixtures to beef cows. *Journal of Animal Science*. 12 (2): 379-393.
33. Rovira, J. 2012. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Requerimientos nutritivos. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
34. Rovira, P.; Velazco, J. 2012a. Análisis integrado de los experimentos. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 57-62 (Serie Técnica no. 199).
35. _____.; _____. 2012b. Antecedentes. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 4-11 (Serie Técnica no. 199).
36. _____.; _____. 2012c. Comparación de la suplementación diaria o en autoconsumo en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo. INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 199).
37. _____.; _____. 2012d. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en terneros suplementados sobre campo natural. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo. INIA. pp. 23-31 (Serie Técnica no. 199).
38. _____.; _____.; Quintans, G. 2012e. Monitoreo del consumo y conducta de terneros suplementados en comederos de autoconsumo

- sobre campo natural. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo. INIA. pp. 13-21 (Serie Técnica no. 199).
39. Schauer, C.; Lardy, G.; Slinger, W.; Bauer, M.; Sedivec, K. 2004. Self-limiting supplements fed to cattle grazing native mixed-grass prairie in the norther Great Planis. *Journal of Animal Science*. 82 (1): 298-306.
40. _____.; Bohnert, D.; Ganskopp, D.; Richards C.; Falck, S. 2005. Influence of protein supplementation frequency on cows consuming low-quality forage; performance, grazing behavior, and variation in supplement intake. *Journal of Animal Science*. 83 (7): 1715-1725.
41. Simeone, A.; Beretta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 118 p.
42. _____.; _____. 2005. Suplementación y engorde a corral; cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (7^a, 2005, Paysandú). Manejo nutricional en ganado de carne. Suplementación y engorde a corral; cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 8-28.
43. _____.; _____.; Elizalde, J.; Caorsi, J.; Viera, G. 2013a. Raciones totalmente mezcladas suministradas a terneros en comederos de autoconsumo. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15^a, 2013, Paysandú). Simplificando la intensificación ganadera; el autoconsumo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 62-67.
44. _____.; _____.; Caorsi, J.; Manaslisky, E.; Rodríguez, F. 2013b. Uso del autoconsumo en la alimentación a corral de terneros de destete precoz con raciones sin fibra larga. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15^a, 2013, Paysandú). Simplificando la intensificación ganadera; el autoconsumo. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 68-73.
45. Sun, L.; Auerswald, K.; Wenzel, R.; Schnyder, H. 2014. Drinking water intake of grazing steers; the role of environmental factors controlling canopy wetness. *Journal of Animal Science*. 92 (1): 282-291.

46. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2010. Manual para la descripción e interpretación del perfil del suelo. Montevideo. 43 p.
47. _____. _____. 2011. Tablas de composición de alimentos. Subproductos agroindustriales y pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo. 33 p.
48. Velazco, J.; Rovira, P. 2012a. Efecto del método de entrega de la ración en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 51-56 (Serie Técnica no. 199).
49. _____. _____.; Bonilla, O. 2012b. Efecto del método de entrega y del porcentaje de sal en la ración en el desempeño productivo de novillos suplementados durante el verano. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. L. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 43-50 (Serie Técnica no. 199).
50. Weir, W.; Miller, R. 1953. The use of salt as a regulator of protein supplement intake by breeding ewes. *Journal of Animal Science*. 12 (1): 219-225.

10. ANEXOS

10.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

Anexo 1. Disponibilidad de forraje

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	1,62	0,3337
Semana	4	12	13,21	0,0002
Trat x Semana	8	12	3,33	0,0300

Anexo 2. Altura del forraje disponible

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	33	1,75	0,1888
Semana	10	33	33,50	<,0001
Trat x Semana	20	33	2,12	0,0268

Anexo 3. Biomasa de forraje rechazado

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	15	86,87	<,0001
Semana	4	15	32,71	<,0001
Trat x Semana	8	15	2,21	0,0885

Anexo 4. Altura del forraje rechazado

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	6,68	0,0785
Semana	4	12	6,78	0,0043
Trat x Semana	8	12	2,48	0,0759

Anexo 5. Utilización del forraje

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	2,59	193,65	0,0015
Semana	4	10,8	152,50	<,0001
Trat x Semana	8	10,7	4,45	0,0133

Anexo 6. Composición botánica del forraje rechazado

Fracción tallos e inflorescencias

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	0,00086433	0,00043217	1,89	0,2940

Fracción hojas

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	0,00167700	0,00083850	2,91	0,1985

Fracción restos secos

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	0,00502233	0,00251117	259,78	0,0004

Anexo 7. Peso vivo final

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	1336,667054	668,333527	77,81	0,0127
PVini	1	256,330971	256,330971	29,84	0,0319

Anexo 8. Peso vivo analizado como regresión lineal general con medidas repetidas en el tiempo

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	36,5	0,19	0,8275
Días	1	136	1379,15	<,0001
Trat x días	2	136	35,64	<,0001
PVini	1	21,5	88,88	<,0001

Anexo 9. Consumo de MS de forraje en kg/animal/día

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	18,85	0,0200
Semana	4	12	80,56	<,0001
Trat x semana	8	12	4,40	0,0109

Anexo 10. Consumo de MS de forraje en % PV

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	18,70	0,0202
Semana	4	12	37,80	<,0001
Trat x semana	8	12	3,33	0,0301

Anexo 11. Consumo de MS de suplemento en kg/animal/día

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	2,98	159,68	0,0009
Semana	11	32	85,64	<,0001
Trat x semana	22	32	22,27	<,0001

Anexo 12. Consumo de MS de suplemento en % PV

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	2,85	478,81	0,0002
Semana	11	30,9	12,05	<,0001
Trat x semana	22	30,9	8,30	<,0001

Anexo 13. Consumo de MS total en kg/animal/día

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	0,79	0,5289
Semana	4	12	105,30	<,0001
Trat x semana	8	12	5,21	0,0055

Anexo 14. Consumo de MS total en % PV

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	4,50	0,1249
Semana	4	12	42,32	<,0001
Trat x semana	8	12	3,87	0,0176

Anexo 15. Composición química del forraje consumido

Fracción materia orgánica

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	69,36333	34,68166667	13,98	0,0302

Fracción proteína cruda

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	1,170000	0,58500000	0,36	0,7240

Fracción FDN

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	195,903333	97,95166670	5,60	0,0972

Fracción FDA

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	152,003333	76,00166670	19,45	0,0192

Anexo 16. Composición química del suplemento consumido

Fracción materia orgánica

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	394,4933	197,24666670	292,94	0,0004

Fracción proteína cruda

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	25,3200	12,66000000	Infty	<0,0001

Fracción FDN

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	95,20333	47,60166667	336,01	0,0003

Fracción FDA

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	2,17	1,08500000	25,04	0,0134

Anexo 17. Eficiencia de conversión global

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	20,27048128	10,13524064	34,75	0,0280
PVini	1	1,99730276	1,99730276	6,85	0,1230

Anexo 18. Eficiencia de conversión global ajustada por NaCl agregado

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trat	2	18,95970376	9,47985188	34,10	0,0285
PVini	1	2,00267520	2,00267520	7,20	0,1153

Anexo 19. Consumo de agua (L/animal/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	3	98,56	0,0018
Semana	10	30	66,11	<,0001
Trat x semana	20	30	8,52	<,0001

Anexo 20. Comportamiento animal en pastoreo

Evolución de la cantidad de MS de suplemento consumida (kg/animal/día) dentro de la semana

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	2	234,11	0,0043
Semana	1	1	62,85	0,0799
Día dentro semana	7	7	15,33	0,0009
Trat x semana	2	2	15,99	0,0589
Trat x día dentro semana	14	14	4,74	0,0031

Evolución de la altura de forraje dentro de la semana (cm)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	2	4,05	0,1982
Semana	1	1	17,38	0,1499
Día dentro semana	8	8	35,83	<,0001
Trat x semana	2	2	1,46	0,4059
Trat x día dentro semana	16	16	1,51	0,2089

Anexo 21. Probabilidad de ocurrencia de cada actividad dentro del período de observación

Actividad de pastoreo

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	48,91	<,0001
Semana	1	21	116,68	<,0001
Día dentro semana	2	42	22,76	<,0001
Trat x semana	2	21	0,38	0,6900
Trat x día dentro semana	4	42	5,06	0,0020

Actividad de consumo de suplemento en comedero

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	58,21	<,0001
Semana	1	21	54,83	<,0001
Día dentro semana	2	42	6,28	0,0041
Trat x semana	2	21	2,52	0,1041
Trat x día dentro semana	4	42	11,69	<,0001

Actividad de consumo de agua

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	1,17	0,3299
Semana	1	21	14,42	0,0011
Día dentro semana	2	42	7,79	0,0013
Trat x semana	2	21	2,08	0,1496
Trat x día dentro semana	4	42	1,89	0,1300

Actividad de rumia

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,90	0,4217
Semana	1	21	3,02	0,0971
Día dentro semana	2	42	18,14	<,0001
Trat x semana	2	21	2,06	0,1522
Trat x día dentro semana	4	42	1,96	0,1186

Actividad de descanso

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	20,62	<,0001
Semana	1	21	143,69	<,0001
Día dentro semana	2	42	31,97	<,0001
Trat x semana	2	21	3,90	0,0362
Trat x día dentro semana	4	42	6,51	0,0004

Anexo 22. Distribución de la probabilidad de ocurrencia de cada actividad cada 2 horas durante el período de observación

Actividad de pastoreo

De 8 a 10 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	11,93	0,0003
Semana	1	21	104,56	<,0001
Día dentro semana	2	42	7,90	0,0012
Trat x semana	2	21	24,22	<,0001
Trat x día dentro semana	4	42	5,08	0,0020

De 10 a 12 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	1,51	0,2442
Semana	1	21	38,14	<,0001
Día dentro semana	2	42	0,33	0,7206
Trat x semana	2	21	6,72	0,0056
Trat x día dentro semana	4	42	0,80	0,5344

De 12 a 14 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	8,16	0,0024
Semana	1	21	0,80	0,3803
Día dentro semana	2	42	18,61	<,0001
Trat x semana	2	21	1,11	0,3488
Trat x día dentro semana	4	42	1,60	0,1918

De 14 a 16 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	9,35	0,0012
Semana	1	21	17,63	0,0004
Día dentro semana	2	42	0,52	0,5987
Trat x semana	2	21	1,02	0,3779
Trat x día dentro semana	4	42	1,66	0,1777

De 16 a 18 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	3,47	0,0497
Semana	1	21	0,83	0,3719
Día dentro semana	2	42	5,65	0,0067
Trat x semana	2	21	3,42	0,0517
Trat x día dentro semana	4	42	0,87	0,4910

De 18 a 20 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,18	0,8402
Semana	1	21	5,19	0,0334
Día dentro semana	2	42	8,44	0,0008
Trat x semana	2	21	0,47	0,6290
Trat x día dentro semana	4	42	1,83	0,1414

Actividad de consumo de suplemento en comedero

De 8 a 10 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,00	1,0000
Semana	1	23	4,17	0,0528
Día dentro semana	2	32	0,00	1,0000
Trat x semana	0	.	.	.
Trat x día dentro semana	4	32	0,01	0,9996

De 10 a 12 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,11	0,8991
Semana	1	19	12,58	0,0022
Día dentro semana	2	27	1,15	0,3326
Trat x semana	2	19	2,30	0,1270
Trat x día dentro semana	2	27	3,37	0,0493

De 12 a 14 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,00	1,0000
Semana	1	22	10,20	0,0042
Día dentro semana	2	34	0,00	1,0000
Trat x semana	1	22	14,07	0,0011
Trat x día dentro semana	3	34	0,00	1,0000

De 14 a 16 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,00	1,0000
Semana	1	21	0,00	0,9986
Día dentro semana	2	32	0,00	0,9966
Trat x semana	2	21	1,83	0,1847
Trat x día dentro semana	3	32	0,12	0,9481

De 16 a 18 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,00	1,0000
Semana	1	14	0,00	0,9945
Día dentro semana	2	19	0,01	0,9879
Trat x semana	1	14	0,00	0,9936
Trat x día dentro semana	1	19	0,00	0,9800

De 18 a 20 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	1	22	0,03	0,8620
Semana	1	22	5,27	0,0316
Día dentro semana	2	39	0,00	1,0000
Trat x semana	1	22	1,94	0,1775
Trat x día dentro semana	4	39	0,35	0,8429

Actividad de rumia

De 8 a 10 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	6,58	0,0060
Semana	1	21	1,83	0,1900
Día dentro semana	2	42	4,28	0,0203
Trat x semana	2	21	7,81	0,0029
Trat x día dentro semana	4	42	4,79	0,0028

De 10 a 12 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	2,15	0,1417
Semana	1	21	20,32	0,0002
Día dentro semana	2	42	0,85	0,4349
Trat x semana	2	21	4,59	0,0222
Trat x día dentro semana	4	42	1,96	0,1177

De 12 a 14 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	6,13	0,0080
Semana	1	21	0,03	0,8657
Día dentro semana	2	42	7,54	0,0016
Trat x semana	2	21	4,31	0,0270
Trat x día dentro semana	4	42	5,81	0,0008

De 14 a 16 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,59	0,5653
Semana	1	21	4,67	0,0425
Día dentro semana	2	42	5,01	0,0112
Trat x semana	2	21	4,03	0,0330
Trat x día dentro semana	4	42	2,63	0,0476

De 16 a 18 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,19	0,8267
Semana	1	21	2,56	0,1248
Día dentro semana	2	42	2,60	0,0866
Trat x semana	2	21	4,27	0,0277
Trat x día dentro semana	4	42	0,60	0,6655

De 18 a 20 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	1,29	0,2965
Semana	1	21	0,00	0,9450
Día dentro semana	2	35	6,23	0,0048
Trat x semana	2	21	0,59	0,5651
Trat x día dentro semana	3	35	2,10	0,1175

Actividad de descanso

De 8 a 10 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	3,56	0,0465
Semana	1	21	31,63	<,0001
Día dentro semana	2	42	0,27	0,7659
Trat x semana	2	21	2,11	0,1463
Trat x día dentro semana	4	42	4,81	0,0028

De 10 a 12 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	2,32	0,1229
Semana	1	21	29,10	<,0001
Día dentro semana	2	42	4,30	0,0201
Trat x semana	2	21	6,95	0,0048
Trat x día dentro semana	4	42	0,77	0,5515

De 12 a 14 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	4,42	0,0250
Semana	1	21	7,72	0,0113
Día dentro semana	2	42	18,75	<,0001
Trat x semana	2	21	1,09	0,3555
Trat x día dentro semana	4	42	1,76	0,1547

De 14 a 16 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	11,74	0,0004
Semana	1	21	21,64	0,0001
Día dentro semana	2	42	4,58	0,0159
Trat x semana	2	21	1,07	0,3606
Trat x día dentro semana	4	42	2,99	0,0292

De 16 a 18 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	1,47	0,2534
Semana	1	21	2,43	0,1343
Día dentro semana	2	42	20,04	<,0001
Trat x semana	2	21	4,05	0,0326
Trat x día dentro semana	4	42	0,60	0,6615

De 18 a 20 horas

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	0,75	0,4866
Semana	1	21	1,11	0,3030
Día dentro semana	2	42	10,10	0,0003
Trat x semana	2	21	0,37	0,6979
Trat x día dentro semana	4	42	5,68	0,0010

Anexo 23. Tasa de bocado

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr>F
Trat	2	21	8,57	0,0019
Semana	1	20	13,82	0,0014
Día dentro semana	2	39	1,01	0,3743
Trat x semana	2	20	2,76	0,0876
Trat x día dentro semana	4	39	9,98	<,0001

10.2. CONSUMO DE AGUA

Anexo 24. Consumo de agua de bebida y agua consumida en el forraje para los tres tratamientos

	SD	AC C/S	AC S/S
Agua de bebida (L/a/día)	9,16	21,81	16,42
Agua consumida en forraje (L/a/día)*	21,93	18,82	10,17
Agua consumida total (L/a/día)**	31,09	40,63	26,59

*Calculado considerando que el forraje ofrecido presentó en promedio 20,4% de MS durante el experimento. **No incluye el agua contenida en el suplemento consumido.