

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL USO DE COMEDEROS DE AUTOCONSUMO PARA LA  
SUPLEMENTACIÓN INVERNAL DE TERNEROS EN CONDICIONES DE  
OFERTA CONTRASTANTE**

**por**

**María Belén ALGORTA GILARDONI  
Gonzalo IRULEGUY IRAZÁBAL  
Inés LÓPEZ SARALEGUI**

**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: 24 de julio de 2015

Autor: -----  
María Belén Algorta Gilardoni

-----  
Gonzalo Iruleguy Irazábal

-----  
Inés López Saralegui

## AGRADECIMIENTOS

A nuestros tutores Ing. Agr. Álvaro Simeone e Ing. Agr. Virginia Beretta, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

Al personal de la EEMAC, especialmente a Diego Mosqueira, por su ayuda durante el trabajo de campo.

A Sully Toledo, por la colaboración y disposición en la presentación de la tesis.

A nuestras familias por acompañarnos en este proceso de formación y permitirnos concretar esta fuerte vocación por la carrera.

A nuestros compañeros de la generación EEMAC 2013, a los que nos ayudaron en el trabajo de tesis, y a todos los que nos acompañaron desde nuestro inicio.

A Dios, por ser la guía de nuestras vidas.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. INTRODUCCIÓN .....	3
2.2. IMPORTANCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LA RECRÍA .....	4
2.3. FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL .....	5
2.3.1. <u>Valor nutritivo</u> .....	5
2.3.2. <u>Disponibilidad</u> .....	7
2.3.3. <u>Altura</u> .....	8
2.4. EFECTO DE LA PRESIÓN DE PASTOREO SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL .....	8
2.5. SUPLEMENTACIÓN SOBRE PASTURAS DESBALANCEADAS .....	12
2.6. SUPLEMENTACIÓN ANIMAL EN PASTOREO .....	13
2.6.1. <u>Características del suplemento</u> .....	15
2.6.2. <u>Nivel de suplementación</u> .....	16
2.6.3. <u>Efectos de la suplementación</u> .....	17
2.6.3.1. En el animal y en la pastura .....	17
2.6.3.2. Sustitución y adición .....	18
2.7. FRECUENCIA DE SUMINISTRO DEL CONCENTRADO .....	21
2.7.1. <u>Caracterización de los sistemas</u> .....	21
2.7.2. <u>Respuesta a la suplementación según frecuencia de suministro</u> .....	24
2.8. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO .....	30
2.8.1. <u>Patrón de comportamiento en pastoreo y actividades básicas</u> .....	30
2.8.2. <u>Otras consideraciones sobre el comportamiento en pastoreo</u> .....	31
2.8.3. <u>Componentes del consumo diario</u> .....	33
2.9. HIPÓTESIS .....	36
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	38
3.1. PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL .....	38
3.2. CLIMA .....	39
3.3. ANIMALES .....	40

3.4. PASTURA Y SUPLEMENTOS .....	40
3.5. TRATAMIENTOS.....	40
3.6. MATERIALES E INFRAESTRUCTURA.....	41
3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	41
3.8. REGISTROS Y MEDICIONES.....	43
3.8.1. <u>Pastura</u> .....	43
3.8.1.1. Disponibilidad de forraje para ajuste de la asignación .....	43
3.8.1.2. Altura de forraje.....	43
3.8.1.3. Estimación de consumo de forraje.....	43
3.8.1.4. Calidad de la pastura.....	44
3.8.2. <u>Animales</u> .....	44
3.8.2.1. Peso vivo.....	44
3.8.2.2. Consumo de suplemento.....	45
3.8.2.4. Comportamiento ingestivo.....	45
3.8.3. <u>Análisis químicos</u> .....	45
3.9. SANIDAD.....	46
3.10. VARIABLES CALCULADAS.....	46
3.10.1. <u>Ganancia media diaria</u> .....	46
3.10.2. <u>Eficiencia de conversión del suplemento</u> .....	46
3.10.3. <u>Tasa de sustitución del forraje</u> .....	46
3.10.4. <u>Utilización del forraje</u> .....	46
3.10.5. <u>Asignación de forraje efectiva</u> .....	47
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	47
3.11.1. <u>Peso vivo</u> .....	47
3.11.2. <u>Disponibilidad, rechazo, altura, consumo y utilización</u> .....	48
3.11.3. <u>Actividad: rumia, descanso y pastoreo (global y patrón de actividad)</u> .....	48
3.11.4. <u>Tasa de bocado</u> .....	49
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	50
4.1. PRECIPITACIONES Y TEMPERATURA .....	50
4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA.....	51
4.2.1. <u>Asignación de forraje efectiva</u> .....	51
4.2.2. <u>Disponibilidad de forraje y altura de entrada</u> .....	52
4.2.3. <u>Biomasa y altura de rechazo</u> .....	54
4.2.4. <u>Utilización del forraje</u> .....	55
4.2.5. <u>Composición química</u> .....	57
4.3. RESPUESTA ANIMAL .....	58
4.3.1. <u>Evolución del PV y GMD</u> .....	58
4.4. CONSUMO.....	61
4.4.1. <u>Consumo de MS de forraje</u> .....	62

4.4.2. <u>Consumo de MS de suplemento</u> .....	63
4.4.3. <u>Consumo de MS total</u> .....	64
4.4.4. <u>Tasa de sustitución</u> .....	66
4.4.5. <u>Eficiencia de conversión del suplemento</u> .....	67
4.5. <u>COMPORTAMIENTO ANIMAL</u> .....	68
4.5.1. <u>Actividad de pastoreo, descanso y rumia</u> .....	68
4.5.2. <u>Patrón de comportamiento ingestivo</u> .....	73
4.5.3. <u>Tasa de bocado</u> .....	74
4.5.4. <u>Patrón diario de defoliación de la pastura</u> .....	75
4.5.5. <u>Patrón diario de consumo de suplemento</u> .....	77
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	79
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	83
7. <u>RESUMEN</u> .....	84
8. <u>SUMMARY</u> .....	86
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	87
10. <u>ANEXOS</u> .....	105

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Consumo diario de sal según el peso vivo animal. ....	22
2. Antecedentes de trabajos evaluando formas y frecuencias de suplementación. ....	25
3. Composición química del sorgo. ....	40
4. Temperaturas mínima, máxima y media, y precipitaciones promedio mensuales durante julio, agosto y setiembre. ....	50
5. Medias ajustadas por tratamiento para las variables de la pastura: disponibilidad y altura de entrada, biomasa y altura de rechazo, asignación de forraje efectiva y utilización. ....	51
6. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la semana experimental en la asignación de forraje efectiva. ....	52
7. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la forma de suplementación (SUPL) sobre la utilización del forraje. ....	55
8. Composición química de la pastura en función de las semanas experimentales (período 03/07/2014 a 4/09/2014). ....	57
9. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre la ganancia diaria. ....	59
10. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre el peso vivo final. ....	61
11. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre el consumo de materia seca (MS) de forraje, suplemento y total, expresado en % de peso vivo (PV). ....	61
12. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre el consumo de materia seca (MS) de forraje, suplemento y total, expresado en kg/a/día. ....	62

13.Efecto de la asignación de forraje (AF) y la forma de suplementación (SUPL) sobre la tasa de sustitución de forraje..	66
14.Efecto de asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) en la eficiencia de conversión del suplemento..	67
15. Distribución porcentual de la visita al comedero a lo largo del día, según la forma de suplementación.....	69
16.Efecto de la forma de suplementación, la semana experimental y el día dentro de la semana sobre la probabilidad de ocurrencia de pastoreo.....	69
17.Efecto de la asignación de forraje (AF), del día dentro de la semana y de la interacción forma de suplementación y semana experimental (SUPL × SEM) sobre la probabilidad de ocurrencia de descanso.....	71
18. Resultados de las principales variables según los tratamientos. ....	79
19. Producción de carne por tratamiento para terneros Hereford pastoreando avena y suplementados al 1% de PV con grano de sorgo. ....	81

Figura No.

1. Relación entre carga animal y ganancia/animal y ganancia/ha, según Mott (1960)....	10
2. Efecto de la asignación del forraje sobre la utilización del mismo y la ganancia media diaria de novillos pastoreando verdeos (otoño) o pasturas mejoradas (invierno, primavera y verano) en diferentes momentos del año. ....	11
3. Diferentes respuestas a la suplementación en pastoreo. ....	20
4. Influencia de variación de disponibilidad de forraje en a) consumo diario de forraje (kg de materia orgánica), b) peso de bocado (mg de materia orgánica), c) tasa de bocado (bocados/min) y d) tiempo de pastoreo (horas)..	34
5. Diagrama simplificado de la relación planta/animal.....	36

Gráfica No.

1. Evolución de precipitación acumulada y temperatura media diaria de los meses de julio, agosto y setiembre, desde 2002 hasta 2013 inclusive.....	39
2. Disponibilidad de entrada de las semanas muestreadas(período 10/07/2014 a 4/09/2014).. .....	53
3. Disponibilidad y evolución de la composición química de la pastura a lo largo de todo el período experimental(período 03/07/2014 a 4/09/2014).....	58
4. Evolución del peso vivo a lo largo de todo el período experimental(03/07/2014 a 11/09/2014).. .....	59
5. Efecto de la forma de suministro (autoconsumo vs. diario) y la semana experimental sobre el consumo de suplemento, expresado en % de peso vivo.....	64
6. Contribución relativa del CMS de forraje y suplemento al consumo total de MS en novillos pastoreando diferentes asignaciones de forraje y suplementación en autoconsumo o diariamente.....	65
7. Probabilidad de ocurrencia de actividad de pastoreo, descanso y rumia según día de pastoreo en la semana; y la evolución de altura de forraje.....	72
8. Efecto de la asignación de forraje (AF) y de la forma de suplementación (SUPL) sobre la evolución de la distribución diaria de las actividades de comportamiento ingestivo.. .....	73
9. Efecto de la asignación de forraje (AF) sobre la evolución diaria de la tasa de bocado (boc/min).. .....	75
10. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la forma de suplementación (SUPL) sobre la variación diaria en la altura de la pastura al avanzar el tiempo de permanencia en la franja de pastoreo.. .....	77
11. Efecto de la forma de suplementación (SUPL) sobre la variación diaria en el consumo de suplemento al avanzar el tiempo de permanencia en la franja de pastoreo... .....	78

## 1. INTRODUCCIÓN

La recría de vacunos en nuestro país se desarrolla mayormente sobre campo natural donde está comprobado que los animales presentan pérdidas de peso invernal que oscilan entre 0,150-0,200 kg/a/día. Esta performance tiene efectos directos en el potencial de crecimiento animal, y determina consecuencias negativas para el sistema productivo en su conjunto, tales como el retraso en la edad de faena y edad de entore (Beretta y Simeone, 2008).

La inclusión de verdes en los sistemas de producción ganaderos del país, es una práctica que ha venido en aumento en los últimos tiempos debido a una búsqueda de sustentabilidad en el largo plazo en el uso del suelo. Aquellas empresas ganaderas que han incorporado la agricultura como fuente de diversificación y/o intensificación del factor tierra, pueden aprovechar estratégicamente el forraje que estos generan para la producción de carne. El uso de pasturas sembradas y/o verdes manejados a altas asignaciones de forraje (AF) permite obtener ganancias medias diarias (GMD) del orden de 0,550 kg/a/día (Beretta et al., 2009).

Como otra alternativa, la suplementación con concentrados energéticos sobre la misma base forrajera, permite reducir la AF, manteniendo similares GMD. Existe información que sostiene que terneros suplementados diariamente al 1% de peso vivo (PV) y pastoreando pasturas de calidad (2,5 a 3% del PV), presentan ganancias cercanas a 0,550 kg/día. Una de las mayores ventajas de suplementar esta categoría joven es la buena eficiencia de conversión que es posible lograr, alcanzando valores que oscilan entre 5 y 6 kg de concentrado por cada kg de PV adicional (Beretta y Simeone, 2008).

Sin embargo, el hecho de suplementar podría presentar dificultades operativas asociadas al suministro diario del suplemento, las cuales podrían limitar la adopción de esta tecnología. La incorporación de comederos de autoconsumo, posibilitando suministrar el concentrado en mayores intervalos de tiempo, podría levantar esta limitante.

La adopción de ésta tecnología plantea una interrogante asociada a los posibles riesgos de acidosis y el consecuente detrimento de la performance animal. Diversos trabajos desarrollados sobre pasturas sembradas han demostrado que la performance invernal de terneros suplementados con grano de sorgo en comederos de autoconsumo no se ve afectada con respecto a la suplementación diaria, logrando similares ganancias de peso y eficiencias de conversión del suplemento. Además es posible reducir los riesgos de generar acidosis si se restringe el consumo diario de suplemento al 1% del PV.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con grano de sorgo y la forma de suministro del suplemento (diariamente o en

autoconsumo) sobre la ganancia de peso vivo y la eficiencia de conversión en terneros pastoreando verdeos de invierno con oferta de forraje contrastantes.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

La inclusión de verdes de invierno como cultivos de cobertura en los sistemas de producción agropecuarios del país es una práctica que en los últimos años ha experimentado un aumento importante, debido en parte a una búsqueda de sustentabilidad en el uso del suelo en el largo plazo (García Ferré, 2005). Por otra parte, la estacionalidad del forraje en campo natural (Millot et al., 1987) determina que los terneros de parición de primavera, cuando manejados sobre estas pasturas, sean sometidos durante el primer otoño-invierno de vida a un plano alimenticio en el cual no sólo se producen pérdidas de peso (Rovira 1996, Beretta et al. 2010a), sino que se desaprovecha su potencial productivo. Es en ambos casos donde los verdes de invierno juegan un rol fundamental, permitiendo utilizar estratégicamente el forraje que éstos generan para la producción de carne, particularmente para aquellas empresas ganaderas que han incorporado la agricultura como fuente de diversificación y/o intensificación del factor tierra (Uriarte, 2014).

La mencionada problemática de la recria de terneros manejados sobre campo natural durante su primer invierno de vida ha sido diagnosticada en numerosos trabajos nacionales (Beretta y Simeone 2008, Rovira y Velazco 2009, Beretta et al. 2010a, Rovira 2014), los cuales reportan pérdidas de peso promedio en torno a los 200 gramos diarios (Beretta y Simeone 2008, Beretta et al. 2010a). Esto trae aparejado que tanto la edad de faena de machos como la edad al primer entore de hembras sea elevada, resultando en una baja eficiencia de los sistemas productivos (Beretta et al., 2010a). Con el objetivo de superar esta limitante y aumentar la performance animal invernal, se han explorado diferentes alternativas tecnológicas para minimizar pérdidas de peso en invierno entre las que se destacan la suplementación con concentrados (Beretta et al., 2010a), y el pastoreo de pasturas sembradas (Andreoli et al., 1997). La combinación de ambas técnicas persigue el objetivo de manejar los animales a una asignación de forraje restringida (alta carga), de manera tal de hacer un uso eficiente de forraje, y a su vez mantener una tasa de ganancia en terneros en torno a las 550 g/día, y que luego pueda ser potenciada durante la primavera. A través de esto es posible mantener simultáneamente altas cargas y buenas eficiencias de uso del forraje, sin resentir la performance individual (Beretta y Simeone, 2008).

La suplementación cobra relevancia desde dos puntos de vista. Por un lado permite aumentar la carga animal de un sistema, incrementar la ganancia de peso de los animales, y mejorar la eficiencia de utilización del alimento base (Ferrari, 2014); y por otro lado, cuando se realiza sobre verdes de invierno, permitiría corregir el desbalance nutricional de la pastura, debido a la baja relación energía/proteína que se da en el rumen

y que podría reducir la eficiencia de síntesis de proteína microbiana y por ende la digestión. Además aumentar el bajo contenido de materia seca y fibra efectiva que posee el verdeo que podría disminuir el consumo efectivo de materia seca total (Zanoniani et al. 2000, Pordomingo 2003, Banchemo y Vaz Martins 2005, Noro et al. 2006).

Existen antecedentes demostrando la respuesta favorable a la suplementación (Simeone et al. 2003, Cepeda et al. 2005, Rovira y Velazco 2009, Blasina et al. 2010, Rovira 2014), sin embargo el suministro diario del concentrado podría representar una restricción operativa para muchos de los sistemas ganaderos de tipo más extensivos. Trabajos realizados en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) sobre pasturas mejoradas han mostrado que el uso de comederos de autoconsumo en sustitución de la suplementación diaria no afectó a la ganancia diaria de peso vivo de terneros de destete pastoreando con oferta de forraje restringida (Simeone et al., 2003, 2006), mientras que no se han realizado estudios cuando dicha asignación es elevada.

Cuando se realiza la suplementación, es de esperar que ocurran efectos de interacción entre el forraje, el suplemento y el animal, que van a repercutir principalmente en el comportamiento ingestivo animal (Hodgson 1990, Elizalde 2003, Álvarez et al. 2005). Cuando se suplementa, Pordomingo (2003) afirma que el consumo de forraje por parte del animal se ve alterado, modificando el consumo total de materia seca, por lo que se espera un cambio en el comportamiento animal en pastoreo. Temas que se abordarán más adelante en los capítulos de sustitución y adición, y comportamiento animal en pastoreo.

Debido a que la base forrajera de la mayoría de los sistemas de producción del país lo constituyen las pasturas naturales y cultivos forrajeros, el animal debe alterar su comportamiento para adaptarse a los recursos disponibles y mantener, en un amplio rango de situaciones, el consumo de nutrientes (Cangiano y Gómez, 1985). Dicho comportamiento ingestivo, es función de tres variables: tiempo de pastoreo, tasa de bocado durante el pastoreo y tamaño de bocado (Hodgson, 1990), y se encuentra afectado principalmente por la altura y la densidad del forraje (Forbes y Coleman, 1993).

## 2.2. IMPORTANCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN EN LA RECRÍA

La suplementación en el primer invierno de vida de los terneros constituye una herramienta de fundamental importancia en la mejora de la eficiencia del proceso de recría y de todo el ciclo productivo en su conjunto. Su aplicación cobra vital trascendencia justamente en esta estación del año, cuando normalmente se registran déficit de cantidad y/o calidad de forraje (Luzardo et al., 2012).

Ferrari (2014) afirma que la importancia de criar los animales de forma más eficiente, tiene como consecuencia inmediata la reducción en la edad de entore o faena,

y por lo tanto un aumento en la eficiencia global del sistema de producción, que se refleja en el mediano plazo en un mejor resultado económico del sistema.

La necesidad de aumentar la productividad en los sistemas ganaderos, sumado al reducido crecimiento o pérdida de peso invernal de la recría vacuna (Luzardo et al., 2012) y la muy buena eficiencia de conversión que presenta la categoría (Beretta et al., 2010a), hacen pensar seriamente la posibilidad de implementar la tecnología de suplementación a terneros de recría. Esto constituye una práctica económicamente viable en un amplio rango de precios del suplemento y del ternero (Beretta et al., 2010a).

Cibils et al. (2002) reafirman el concepto definido anteriormente en cuanto a que la recría es la etapa de crecimiento en la vida del animal donde es más eficiente convertir alimento en músculo y hueso. A su vez afirman que restricciones severas en esta etapa (especialmente de proteína), afectan el tamaño final adulto del animal.

Los mismos autores, llegan a la conclusión que en la etapa de recría también se ve condicionada la ganancia diaria potencial y el peso vivo adulto. En caso de no lograr buenos resultados en la recría, se cuantifican disminuciones de peso vivo adulto y ganancia diaria entre un 15 a 20% del potencial.

Según Beretta y Simeone (2008) plantean como forma de obtener ganancias de 0,550 kg/día en un sistema pastoril, mediante la suplementación con un concentrado energético como puede ser el sorgo molido. En experimentos realizados en la UPIC, se logró llegar a la ganancia diaria mencionada con asignaciones de forraje entre 2,5 y 3% del peso vivo animal y suplementación al 1% del peso vivo. Pero no sólo con el uso de la suplementación se han obtenido dichos resultados, sino que mediante el pastoreo de pasturas de calidad a altas asignaciones de forraje también se han reportado similares ganancias.

## 2.3. FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.3.1. Valor nutritivo

Según Raymond (1964) el valor nutritivo de una pastura es función del consumo del animal, digestibilidad del forraje y eficiencia de utilización de nutrientes por parte de éste, por lo que se puede inferir que a igual cantidad de forraje ingerido, cuanto mayor sea la concentración de nutrientes en el mismo, mayor será la productividad por animal (Dumestre y Rodríguez, 1995).

Si nos referimos al valor nutritivo de las pasturas como la capacidad potencial de la misma de lograr mayor cantidad de producto animal, según Zanoniani et al. (2000) el

mismo depende de: especie y potencial genético del material utilizado, estado de madurez del forraje a la hora de pastorear, condiciones ambientales y manejo del pastoreo. A su vez, la calidad de una pastura depende de factores intrínsecos de la misma tales como: digestibilidad, palatabilidad y aroma, siendo todos factores que se relacionan directamente con el consumo de materia seca (Blaser y Fontenot, 1965).

A continuación, nos limitaremos a describir los factores mencionados anteriormente, como responsables del valor nutritivo, o calidad del forraje, en la ingesta del animal.

Dentro del área accesible para pastoreo, en primer lugar, el hecho de poseer pasturas monoespecíficas o multiespecíficas genera un impacto muy importante en el sistema de producción. Pasturas compuestas por gramíneas y leguminosas, en comparación con aquellas que sólo están compuestas por gramíneas, provocan un aporte adicional de nutrientes, a nivel de mejora en la digestibilidad y concentración nutritiva de lo consumido. El consumo de forraje aumenta más o menos a tasas constantes según el valor de la digestibilidad de la pastura, aunque la relación entre la digestibilidad de la dieta y el consumo es compleja (Hodgson, 1990). Según estos autores, a una misma digestibilidad, dependiendo de la especie de la planta y su composición, la tasa de digestión puede diferir. Las leguminosas tienen un menor contenido de pared celular frente a las gramíneas a cualquier nivel de digestibilidad, por lo tanto la tasa de digestión y la cantidad de forraje consumida son mayores cuando estamos en presencia de pasturas con leguminosas que aquellas compuestas únicamente por gramíneas.

Sumado a esto, dentro de una oferta de pasturas sembradas, la especie y cultivar ofrecido también poseen una directa influencia en el valor nutritivo, afectado por el consumo y digestibilidad de las mismas (Carámbula, 2007).

El aporte de nutrientes de una pastura varía en función de la evolución de su estado de desarrollo, así como también de la parte pastoreada de la planta. Es sabido que el pastoreo de pasturas en estado vegetativo en comparación con la misma pastura en estado reproductivo, y dentro de la planta, las hojas en comparación con las vainas son de mayor calidad (menor contenido de lignina y mayor cantidad de carbohidratos solubles) y consecuentemente, aportan mayor cantidad de nutrientes al animal (Cherney y Cherney, 1998). Por lo que se podría inferir que el manejo del pastoreo y su efecto en la productividad animal se encuentran directamente relacionados con las características morfo-fisiológicas del forraje (Zanoniani et al., 2000). A su vez, se conoce el hecho de que el animal, en caso de encontrarse con la disponibilidad de forraje adecuada, pastorea bajo preferencia seleccionando el material a ingerir (Blaser y Fontenot, 1965).

Existen evidencias de la relación en la selectividad del alimento y la composición química de los mismos. Santonstal, citado por Hardison et al. (1952) confirmó el hecho de que el pasto consumido por el animal poseía más nitrógeno comparado con diversas muestras tomadas al azar. También se pudo confirmar en el experimento de Hardison et

al. (1952) que el promedio de ingesta por los animales contenía 23,3% más de proteína, 37,3% más de grasa y 25,6% más de ceniza, como también un 16,8 % menos de fibra comparado al promedio de las muestras. Según el mismo autor, el objetivo que se debería perseguir en un sistema de producción pastoril, es maximizar el aporte de nutrientes de la especie a ser pastoreada. Por lo tanto, la especie a pastorear y la evolución de su estado fenológico son factores que cobran fundamental importancia a la hora del manejo del sistema pastoril.

Otro factor a tener en cuenta cuando se habla de valor nutritivo del forraje, es la variación que el mismo sufre a lo largo del día en términos de su calidad. Se conoce que ésta varía significativamente a lo largo del día, desde el amanecer al atardecer. Esta variación se debe a la pérdida de humedad y a un aumento de la concentración de azúcares por efecto de la fotosíntesis, resultando que a igual tasa de bocado, la ingesta de nutrientes sea mayor (Delagarde et al., 2000). Por lo tanto se mejoraría la performance animal y se utilizarían de forma más eficiente los nutrientes aportados por el pasto cuando los animales pastorean durante la tarde (Elizalde, 2003).

### 2.3.2. Disponibilidad

Como afirma Chacón et al. (1978) la disponibilidad de forraje es uno de los factores más importantes que afectan la performance de novillos en pastoreo. Según Allden y Whittaker (1970), existe una estrecha relación entre la ingesta de forraje y la disponibilidad del mismo, lo que es reafirmado por Greenhalgh et al. (1966) donde se animan a establecer que dicha relación es del tipo curvilíneo. Esto determina que haya aumentos decrecientes en la ingesta de forraje a medida que aumenta la disponibilidad de éste, hasta un máximo que se da cuando se le ofrece al animal cantidades 3 o 4 veces mayores a su demanda (Holmes y Wilson 1989, Hodgson 1990). La mayor disponibilidad implica mayor altura y densidad de forraje, y por lo tanto mayor peso de bocados (Laca et al., citados por Jacobo et al., 2011).

Greenhalgh et al. (1966) afirman que un incremento en la disponibilidad de forraje, afecta tanto la cantidad como la calidad de forraje consumido, debido a la posibilidad de una mayor selección del mismo.

Siguiendo con el trabajo de Chacón et al. (1978) las mayores tasas de crecimiento en novillos fueron encontradas cuando se evaluaron en pasturas de alta disponibilidad y calidad. Sin embargo, la disponibilidad de forraje cobra mayor importancia luego de concluir que los novillos no pudieron suplir sus requerimientos nutritivos en una pastura de alta calidad pero de baja disponibilidad, incluso luego de que su tiempo de pastoreo aumentó para compensar el menor tamaño de bocado.

Allden y Whittaker (1970) cuantificaron que a disponibilidades mayores a 3000 kg MS/ha, la tasa de consumo y el tiempo de pastoreo son relativamente constantes. Cuando la disponibilidad disminuyó de 3000 a 500 kg MS/ha, la tasa de consumo se redujo cuatro veces y el tiempo de pastoreo aumentó dos veces. Estos mismos autores, establecieron que el límite mínimo de disponibilidad para maximizar el consumo es de 1800 kg MS/ha. Según Forbes y Coleman (1987) el tamaño de bocado se maximiza con disponibilidades de forraje cercanas a 5000 kg MS/ha.

### 2.3.3. Altura

En un experimento realizado en ovejas, Allden y Whittaker (1970) encontraron que el tamaño de bocado aumenta en forma lineal a medida que se incrementa la altura del forraje. Sin embargo, este aumento lineal se da hasta que el forraje entra en fase reproductiva, y a partir de ahí decrece el consumo (Forbes y Hodgson, 1985). A su vez Forbes y Coleman (1987) también encontraron que existe una estrecha relación entre tamaño de bocado y altura de la pastura. Se ha constatado que en vacunos, el consumo de forraje aumenta hasta una altura de 30 cm (Allden y Whittaker, 1970) o 40 cm (Hodgson, citado por Carámbula, 2004). Este último destaca que el consumo se ve limitado en pasturas con altura inferior a 9 cm.

Delagarde y Prache (s.f.) afirman que la altura del forraje afecta el tamaño del bocado, principalmente a través de su efecto en la profundidad del bocado, y que ésta es relativamente constante en todos los casos, siendo un 50% de la altura del forraje. Según Forbes (1988) la altura del forraje aparece como el principal factor que determina el tamaño del bocado y por lo tanto, el consumo y la producción.

## 2.4. EFECTO DE LA PRESIÓN DE PASTOREO SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Hodgson (1990) define presión de pastoreo como la cantidad de animales por unidad de forraje disponible en un momento determinado de tiempo. La carga animal es la relación entre la cantidad de animales y la superficie ganadera que ocupan éstos en un tiempo determinado, expresándose en kg/ha/período o cabezas/ha/período (Bavera y Bocco, 2001). Asignación de forraje es definida por Lombardo (2012), como los kg de pasto que se les ofrece a los animales, expresado en kg de materia seca (MS) de pasto cada 100 kg de peso vivo por día. Este último presenta una ventaja muy importante sobre los otros, ya que toma en cuenta la cantidad de forraje disponible para aplicar las

decisiones de manejo correspondientes, lo que permite trabajar con una carga variable en función del forraje disponible.

El manejo y la presión del pastoreo utilizados en un sistema de producción determinado, tienen una marcada influencia en las ganancias diarias registradas en los animales y en la evolución del peso vivo de los mismos. El efecto de ambos factores puede ser parcialmente atribuido a la selectividad que ejerce el animal durante el pastoreo (Bryant et al., 1970).

Bryant et al. (1970) afirman que la presión de pastoreo puede afectar la productividad por animal y por hectárea, ya sea en un sistema de pastoreo continuo o rotacional. Una presión de pastoreo adecuada, que sea capaz de proveer al animal una alta disponibilidad de forraje, y a su vez, oportunidad para seleccionar aquel de mayor calidad, generalmente redundará en una alta productividad animal, comparado con presiones de pastoreo que ofrecen baja disponibilidad de forraje.

Parsons et al., citados por Cangiano (1997) afirma que para lograr la máxima producción de forraje por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que a su vez, sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia.

En la figura No. 1 se presenta la relación entre carga animal y ganancia/animal, y ganancia/ha, según Mott (1960).

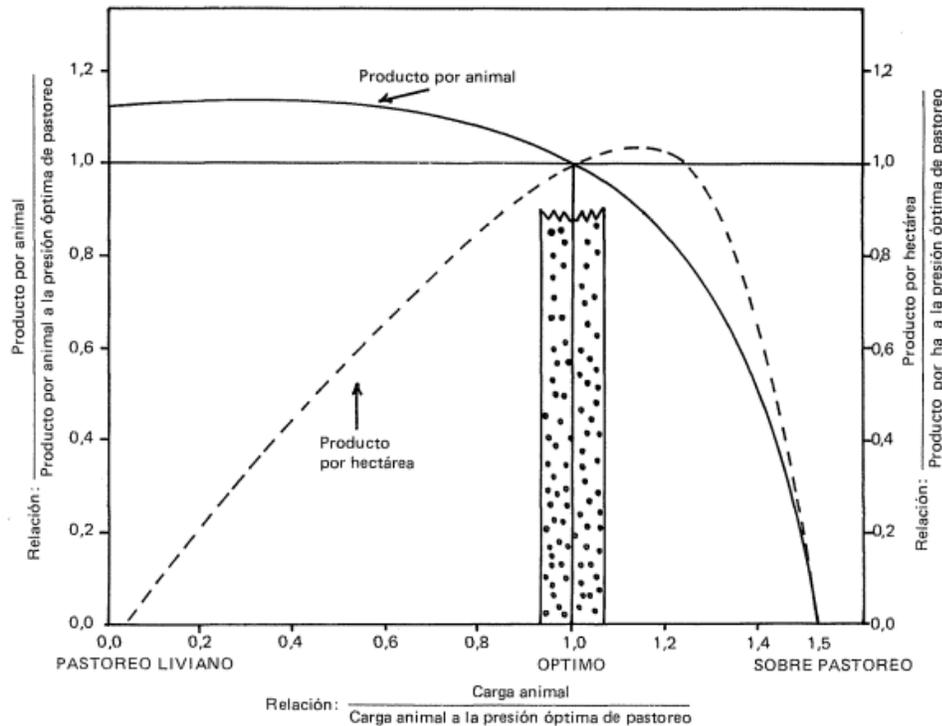


Figura No. 1. Relación entre carga animal y ganancia/animal y ganancia/ha, según Mott (1960).

El concepto de la curva de Mott (1960) parte del hecho de que sucesivos incrementos en la carga animal determinarán aumentos de producción de carne sin afectar la producción individual, hasta un cierto nivel a partir del cual nuevos incrementos de carga pueden proporcionar aumentos en la producción de carne por hectárea, aunque sacrificando producción individual. Si a partir de éste punto se continúa aumentando la carga, cae bruscamente la producción de carne por hectárea (Bavera y Bocco, 2001). Así mismo, Cangiano (1997), Beretta y Simeone (2008) reafirman que el aumento de la carga provoca un aumento en la producción de carne/ha de pastoreo, debido a una mejora en la utilización del forraje producido. Como contraparte los incrementos en la carga tienden a disminuir la ganancia individual. Por otro lado, el aumento de la asignación de forraje mejora la performance individual a expensas de una menor eficiencia de utilización del forraje (Beretta y Simeone, 2008).

Este concepto se aplica tanto para el manejo de un período breve de tiempo de pastoreo, como al resultado de todo un predio en el año (Bavera y Bocco, 2001). Puede concluirse entonces que el nivel de asignación de forraje, y por lo tanto la carga animal, tienen un alto impacto sobre la productividad de los sistemas, lo cual en buena medida debería relacionarse con una mayor eficiencia en la utilización del forraje (White, Kloster et al., citados por Álvarez et al., 2005).

En la figura No. 2 se puede observar lo expresado anteriormente por Beretta y Simeone (2008) en cuanto a que el aumento de la carga (es decir, menor asignación de forraje) mejora la utilización del forraje producido, variando entre las estaciones del año. A su vez se aprecia que a una misma oferta de forraje, la ganancia diaria es mayor cuanto mejor es la calidad de la pastura, lográndose ganancias de peso más altas con menores ofertas de pasto; hecho que se observa claramente en la curva de primavera, contrastando con la de verano. Otro aspecto a considerar, es que cuando la pastura es de buena calidad, la ganancia diaria es muy sensible a pequeños cambios en la asignación de forraje, como se observa en las curvas de invierno y primavera.

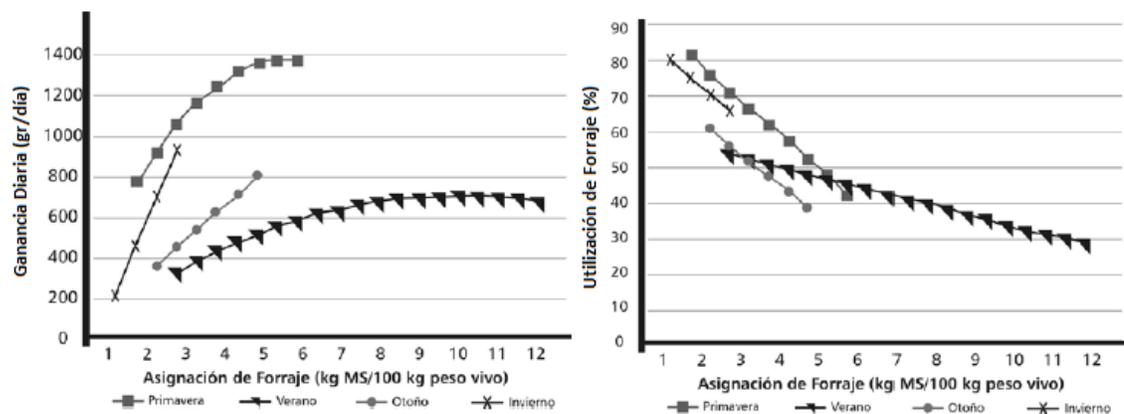


Figura No. 2. Efecto de la asignación del forraje sobre la utilización del mismo y la ganancia media diaria de novillos pastoreando verdeos (otoño) o pasturas mejoradas (invierno, primavera y verano) en diferentes momentos del año. Extraído de Beretta y Simeone (2008).

Según Elizalde (2003b) para obtener un máximo consumo voluntario (3% del PV), se debe asignar 5-6 kg MS/100 kg PV. Con estos valores de asignación de forraje, se puede esperar un 45% de utilización del mismo. Similares valores fueron reportados por Bianchi (1982) a iguales asignaciones. Sin embargo, este valor que a primera vista parecería relativamente bajo, es compensado por una mayor utilización (73%) de la materia orgánica digestible total, determinando una elevada utilización del forraje de alta calidad presente en el tapiz (Bianchi, 1982).

Poppi et al. (1987) afirman que existe una gran relación entre la disponibilidad de forraje a la entrada (kg MS/ha), asignación de forraje (kg MS/ha) y el forraje residual (kg MS/ha) luego del pastoreo, con el consumo y la performance animal. Para lograr un alto consumo y consecuentemente una buena performance animal, el pastoreo debe realizarse en condiciones de alta disponibilidad y asignación de forraje, y los animales deben retirarse antes de que el remanente decline a bajos niveles, obteniéndose como consecuencia de esto una baja utilización.

Lombardo (2012) en una publicación del Plan Agropecuario, describe en sentido general tres asignaciones de forraje distintas (baja, media y alta), con sus respectivos resultados de consumo, performance animal y utilización de forraje, en animales de 380 kg. La asignación baja, de 3%, determina una utilización de forraje alta, cercana a 60% y un consumo estimado de entre 6,2 y 6,8 kg MS por animal. Esto determina ganancias individuales medias a bajas en los animales. La asignación media corresponde al 8% del PV, determinando utilidades de 45%. En este escenario se logran ganancias de peso moderadas, con consumos máximos del orden de 11,4 kg MS. Finalmente, la alta asignación de forraje, correspondiente a 12% del PV, determina utilidades de 35% debido a que el forraje ofrecido casi triplica el potencial de consumo. En este caso se logran elevadas ganancias individuales, debido a la posibilidad de lograr altos consumos de aquellas especies más nutritivas.

## 2.5. SUPLEMENTACIÓN SOBRE PASTURAS DESBALANCEADAS

Klein (s.f.) caracteriza un verdeo de avena como una pastura con alto porcentaje de humedad, bajo contenido de fibra, y un elevado porcentaje de proteína cruda en relación a la energía. En las próximas líneas se describirá y analizará el efecto del pastoreo de dicha especie a nivel fisiológico y metabólico del animal, como también el efecto que provoca la suplementación en estas condiciones, como forma de superar las limitantes nutritivas que impone el pastoreo.

Teniendo en cuenta todas las características mencionadas, el aprovechamiento de los nutrientes que ofrece la pastura es consecuentemente variable para el animal (Elizalde, 2003b). Klein (s.f.) remarca el hecho de que si bien la calidad de la pastura ofrecida como forraje verde es muy superior a la de forrajes conservados, ésta tiene limitantes nutricionales y desbalances que deben ser considerados.

Klein, Cibils et al., Ruiz, citados por Noro et al. (2006) afirman que los dos elementos principales a considerar son un elevado contenido de proteína cruda, altamente degradable en el rumen, y un reducido contenido de fibra estructural. Estas características imponen limitantes muy importantes para alcanzar un máximo consumo de materia seca y energía (Peyraud y Delaby, 2001). Elizalde (2003a) ahonda en este tema y afirma que el nitrógeno presente en estas pasturas es más soluble y degradable que en los forrajes secos, lo que resulta en mayores pérdidas ruminales de nitrógeno a iguales consumos del mismo. Solimano (2003), Banchero y Vaz Martins (2005), detallan claramente lo que sucede a nivel ruminal: la proteína soluble consumida se degrada rápidamente en el rumen en el proceso de fermentación, liberando elevadas cantidades de N-NH<sub>3</sub>. El bajo contenido de carbohidratos solubles de los verdes de invierno hace que se produzca una menor eficiencia en la utilización del N-NH<sub>3</sub>. Si en el rumen no hay suficiente cantidad de carbohidratos solubles para la síntesis bacteriana, el

N-NH<sub>3</sub> se difundirá a través de las paredes del mismo y se transformará en urea, para posteriormente ser eliminado a través de la orina, con el consiguiente gasto de energía. Simeone et al. (2008) trabajando con novillos pastoreando avena, calculó el costo energético de este proceso, encontrando que éste representa un incremento de 1,64 % en los requerimientos de energía de mantenimiento, equivalente a dejar de ganar 22 g/día, no teniendo estos valores relevancia biológica. Sin embargo Di Marco y Aello (2002), plantean una incertidumbre en este tema, pues afirman que no está claro si la detoxificación del exceso de amonio es lo que realmente aumenta el gasto de energía. A su vez, suponiendo que en efecto haya un gasto extra de energía, tampoco se conoce si el mismo se debe a la producción de urea en sí o a otros procesos asociados a la detoxificación del amonio.

Klein (s.f.), Elizalde (2003a), Pordomingo (2003), Banchero y Vaz Martins (2005) coinciden en que es aquí donde la suplementación energética cobraría relevancia, permitiendo balancear las deficiencias de la pastura, y aumentando el consumo de materia seca y por lo tanto, de nutrientes. Knowlton et al., Bargo et al., citados por Noro et al. (2006) profundizan en este concepto, afirmando que la suplementación con concentrados ricos en almidón se caracteriza por modificar las proporciones molares de los ácidos grasos volátiles, producto de la degradación del almidón en el rumen, favoreciendo la producción de propionato, que es el principal precursor de glucosa en los rumiantes, situación que influye positivamente en el metabolismo energético. Siguiendo con Noro et al. (2006) la suplementación con concentrados energéticos, además de aumentar el consumo de materia seca de los animales en pastoreo, mejora la eficiencia de utilización del nitrógeno de la pastura por parte de los microorganismos ruminales (Sinclair et al., Bargo et al., citados por Noro et al., 2006), aumentando la glucemia y disminuyendo la concentración de urea en sangre, y consecuentemente balanceando el metabolismo intermediario energético y proteico (Sinclair et al., citados por Noro et al., 2006).

## 2.6. SUPLEMENTACIÓN ANIMAL EN PASTOREO

El concepto de suplementar se refiere a la acción de adicionar o agregar determinados nutrientes a la dieta animal, que se encuentran deficientes en el consumo diario debido al pastoreo, para poder cumplir con los objetivos de producción buscados (Vallentine, 2001). Cabe destacar la idea de Elizalde y Santini (2001) que el acto de suplementar refiere a “agregar más de lo que falta” y no “dar más de lo que sobra”.

Por lo tanto es de vital importancia identificar cuáles son los nutrientes que la pastura es incapaz de proveer en el período de tiempo en el que se realiza dicho manejo diferencial, y además, conocer el suplemento a suministrar, en términos de valor

nutritivo, de manera tal de conseguir un uso más eficiente de los recursos disponibles (Elizalde y Santini, 2001).

Según Ferrari (2014) la suplementación pretende obtener varios efectos inmediatos, como ser aumentar la carga animal de un sistema, incrementar la ganancia de peso de los animales y su ritmo de engorde, lograr un buen grado de terminación de los animales, y mejorar la eficiencia de utilización del alimento base, entre otras.

Las pasturas de alta calidad, como es el caso de la avena para pastoreo, proporcionan una cantidad importante de nutrientes capaces de satisfacer los requerimientos de los animales (Leaver, citado por Elizalde, 2003a), aunque la producción animal obtenida es altamente variable según la época del año (Elizalde y Santini, citados por Elizalde, 2003a). Esta variabilidad en la respuesta animal puede deberse a cambios en la disponibilidad de forraje o en la calidad del mismo. En este contexto, existen alternativas que se pueden aplicar para atenuar dichas variaciones, y de esta forma optimizar el uso del forraje disponible. La suplementación toma importancia en estas condiciones, debido a su capacidad de adicionar algo que falta, ya sea en cantidad o calidad, para que la producción animal en pastoreo se mantenga o aumente, mediante el incremento de la ganancia diaria por animal, o de la carga animal por hectárea (Elizalde, 2003a).

Baldi et al. (s.f.) definen la respuesta a la suplementación como la producción adicional que se obtiene por el hecho de suplementar en relación a la alternativa de no hacerlo. Dicha respuesta es una variable determinada por un conjunto de factores que interactúan entre sí, y que generan diversas relaciones entre la pastura y el suplemento. Estos factores se pueden agrupar en tres grandes grupos: aquellos atribuibles a la pastura, al suplemento y al animal.

Entre los factores relacionados a la pastura, Baldi et al. (s.f.), Bartaburu (s.f.) coinciden que la disponibilidad de forraje es el principal factor en determinar la respuesta a la suplementación. Como regla general, Baldi et al. (s.f.), Lanzúa y Parga (2006), establecen que en la medida que la oferta de forraje por animal es mayor, la respuesta a la suplementación disminuye como consecuencia de una mayor tasa de sustitución de forraje por concentrado. La calidad del forraje es otro factor que afecta la respuesta a la suplementación, y en este sentido los mismos autores y Elizalde (2003b), confirman que a medida que la calidad de la pastura es mayor, como en el caso de verdes de invierno, la respuesta a la suplementación tiende a bajar.

En cuanto al suplemento, es necesario tener en cuenta las características, el tipo y la cantidad del mismo. Entre las características a considerar, se destacan su composición química, la concentración de energía metabolizable y el sitio de digestión del almidón. En relación al tipo de suplemento, es esperable que a niveles normales de suplementación (0,5-1% del PV) no se observen diferencias significativas en cuanto al tipo de grano utilizado, sin embargo aquellos que presentan mayor digestión a nivel

ruminal han demostrado alguna ventaja sobre otros tipos. En lo que refiere a la cantidad de suplemento a utilizar, es posible obtener respuestas en un rango que varía de 0,5 a 1,0 % del PV. Por encima de niveles del 1% la respuesta a la suplementación disminuye como consecuencia de la mayor tasa de sustitución de forraje por grano (Baldi et al., s.f.).

En relación a los factores del animal, la edad y el estado fisiológico de los mismos son los que más influyen en la respuesta a la suplementación. De esta manera, los animales más jóvenes, por tener una mejor eficiencia de conversión del suplemento, presentan una mayor respuesta al mismo (Baldi et al., s.f.). En cuanto al estado fisiológico, Lanzúa y Parga (2006) afirman que a medida que el nivel de producción de las vacas se incrementa o que éstas se encuentran en la primera etapa de la lactancia, mayor es la respuesta en producción de leche a la suplementación.

En función de esto, a continuación se analizan las características del suplemento, el nivel de suplementación, los efectos de la suplementación en el animal y en la pastura, destacando los efectos de sustitución y adición.

#### 2.6.1. Características del suplemento

A grandes rasgos, tanto los cereales de invierno (trigo, cebada y avena) como los de verano (maíz y sorgo) son igualmente aceptados en su uso, dado el potencial de aporte de energía para los bovinos (Brouk, 2012). Pero la elección de uno u otro muchas veces está condicionada por factores ajenos al efecto en la performance animal, tales como adaptabilidad del cultivo a las condiciones ambientales, precio de mercado, necesidad de procesos de transformación para aumentos de su digestión, inserción del cultivo en el sistema, entre otros. Al comparar el uso de un cereal de verano frente a los de invierno, los primeros se caracterizan por poseer una fracción de almidón de menor degradabilidad ruminal, aumentando considerablemente la digestión, tanto en el intestino delgado como en el grueso (Philippeau et al., 1999).

Si comparamos el sorgo para suplementación con el grano de maíz, el primero posee características negativas a tener en cuenta. Su composición química es altamente variable, dada por variaciones climáticas en el período de desarrollo. Posee un endosperma periférico más desarrollado, así como la presencia de más cuerpos proteicos en el grano, que limitan la degradación bacteriana con respecto al maíz (Elizalde y Montiel, 2004). La concentración de taninos (factor que interfiere en la digestión de las proteínas con efectos antinutricionales), y la menor concentración de aceites esenciales que el maíz (Gallardo, 2007) son también aspectos diferenciales con respecto a este último. Sin embargo, dada la rusticidad del cultivo de sorgo y su gran adaptabilidad a los

distintos suelos del país, hacen que sea un grano más accesible (Elizalde y Montiel, 2004).

Entre 70 y 80% de la materia seca del grano de sorgo es almidón, que junto con pequeñas cantidades de pectinas y azúcares simples conforman los carbohidratos estructurales del grano. Los gránulos de almidón están compuestos por dos moléculas principales: amilasa y amilopectina en diferente proporción, lo que hace variar su digestibilidad. La fracción amilasa es la menos soluble, por lo tanto cuanto mayor sea su proporción, menor digestibilidad tendrá el grano (Elizalde y Montiel, 2004).

Los mismos autores señalan que las proteínas representan el segundo componente en importancia del grano de sorgo, cuantificado por Domanski et al. (1997) con una media de 10,7% de la materia seca. Predominan las prolaminas, también llamadas kafirinas, que se encuentran principalmente en el endosperma. Domanski et al. (1997) afirman que la calidad de la proteína del sorgo está relacionada con la capacidad de satisfacer los requerimientos proteicos de la alimentación y depende de dos factores: porcentaje de proteína total y distribución de aminoácidos que componen la misma. En este aspecto el sorgo está limitado por el bajo contenido de lisina, metionina y triptofano, por lo que concuerda con Elizalde y Montiel (2004) en que estas proteínas son de baja calidad nutricional. Además, al ser insolubles en agua, no se degradan en el rumen, por lo que disminuyen la disponibilidad del almidón, ya que éste se encuentra encastrado en el endosperma. La matriz y los cuerpos proteicos que rodean a los gránulos de almidón son la principal barrera para el ataque por las bacterias, limitando así su digestibilidad, disponibilidad y aprovechamiento por parte del animal (Elizalde y Montiel, 2004).

Para poder sortear esta limitante de su baja degradabilidad ruminal, existen varios métodos de procesamiento del mismo de manera de aumentar la velocidad y el grado de digestión del almidón, dando como resultado un aumento en el valor alimenticio del mismo (Mader y Stock, 2005). Uno de ellos, es la molienda del grano. Esto tiene como objetivo aumentar el área específica de contacto con los microorganismos del rumen, dando un mayor grado de digestión del mismo (Beretta y Simeone, 2008). Vale resaltar la importancia de maximizar la degradación del almidón en el rumen, pues la absorción máxima se logra en el tracto intestinal, y es del orden del 45% (Philippeau et al., citados por Carreño y Mansilla, 2003).

#### 2.6.2. Nivel de suplementación

Pordomingo (1999), afirma que la cantidad de suplemento que se debe ofrecer diariamente a los animales depende en gran parte del objetivo con el que se aplique la tecnología. Si lo que se pretende es corregir deficiencias o excesos de nutrientes del

verdeo, aumentar la carga animal o extender la vida útil del forraje, basta con suministrar una cantidad de suplemento cercana a 0,5% del PV. Sin embargo, si el objetivo es obtener ganancias de peso, es necesario suplementar a razón del 1 al 1.5% del PV. Con estos últimos niveles, el suplemento estará aportando a la dieta del animal aproximadamente el 50% del total de materia seca, y más del 60% de la cantidad de energía. Por lo tanto, con el aumento de los niveles de suplemento en la dieta, es necesario controlar el balance de nutrientes ofrecidos en el total de la dieta animal.

Continuando con Pordomingo (1999), a medida que aumenta la cantidad de suplemento consumido por el animal, disminuye la cantidad de forraje fresco ingerido, teniendo como consecuencia la reducción de su efecto corrector de la oferta de nutrientes vitamínicos, minerales y nitrogenados. A su vez, cuando en las dietas el suplemento constituye más del 50% de la ingesta diaria, comienza a cobrar importancia la forma de presentación del mismo, por los posibles trastornos que pueda generar y por los cambios en la eficiencia de conversión del mismo en producto.

La explicación a la oferta de suplemento de 1% del peso vivo animal la proporcionan Stritzler (2004), Rovira (2014), donde concuerdan que a ese nivel es donde generalmente se obtiene la mejor respuesta biológica y económica de la suplementación en esquemas pastoriles. Si el nivel de suplementación supera ese umbral (1%), puede que se produzca un exceso de almidón que podría comprometer la digestión de la fibra en el rumen del animal, causando un descenso en la respuesta a la suplementación y provocando posibles problemas en la salud, como puede ser acidosis. Por otro lado, Pordomingo (2003), sugiere que la mejora de la eficiencia de conversión de la dieta diaria total (suplemento + pasto) se manifiesta en niveles de suplementación por encima de 0,75% del PV del animal.

### 2.6.3. Efectos de la suplementación

#### 2.6.3.1. En el animal y en la pastura

La suplementación de animales en pastoreo con granos o concentrados permite aumentar el consumo diario de energía. Los mejores resultados de dicha práctica se maximizan cuando se comprende la interacción suplemento-forraje. Los granos como el sorgo ofrecen energía (altos contenidos de almidón), poca concentración de proteína y casi nada de fibra. Por lo que el alimento base (forraje) deberá aportar la proteína para complementar la dieta con el suplemento (Pordomingo, 1999).

Siguiendo con Pordomingo (1999) la calidad de los verdeos de invierno, cuando estos son bien manejados, sobrepasa los requerimientos de los animales en cuanto a

proteína degradable en rumen y nitrógeno no proteico. En tal caso, la suplementación con granos o fuentes de almidón de rápida degradación ruminal, permitiría un buen balance de la dieta.

En la mayoría de los casos donde existe la práctica de la suplementación, el grano consumido por los animales ejerce efectos relativamente importantes en la digestión de la fibra del forraje. En forrajes de alta calidad, y a los niveles de suplementación normales (1% del PV), el suplemento difícilmente provoque un efecto negativo en la digestión de la fibra (Sanson y Clanton, citados por Elizalde, 2003a). En esta circunstancia, el efecto de la suplementación parece ser más importante sobre la reducción del consumo de forraje, y no tanto sobre la digestión de la fibra (Bowman y Sanson, Elizalde et al., citados por Elizalde, 2003a).

Según afirma Mac Loughlin (2005) la pastura es la fuente principal de nutrientes en un sistema de pastoreo con suplementación, y ejerce un papel muy importante en el consumo del suplemento. A menor calidad y disponibilidad de pastura, mayor será la demanda, la competitividad y la variación entre consumos individuales de los animales por el suplemento. Contrariamente, a medida que aumenta la calidad y la disponibilidad de forraje, disminuyen los factores anteriormente mencionados del suplemento, llegando al extremo de perder casi completamente el interés por el suplemento cuando el consumo de forraje es ad libitum (demanda cercana a cero).

#### 2.6.3.2. Sustitución y adición

Cuando se suplementa un forraje de alta calidad y en condiciones no limitantes de disponibilidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento del consumo total de materia seca provocado por la suplementación. Este efecto es llamado sustitución, y es mayor cuanto mejor es la calidad del forraje base (Pordomingo, 2003). Como forma de cuantificar dicho efecto, Tyler y Wilkinson, citados por Elizalde (2003a), afirman que los valores de sustitución promedios en pasturas de alta calidad varían entre 0,5 y 1 kg de forraje sustituido por cada kg de suplemento consumido. Mientras que Klein (s.f.) toma valores de tasa de sustitución entre 0,3 hasta 0,8 kg de MS de forraje por kg de MS de concentrado. Cuando se da este fenómeno, el animal deja de consumir pasto, y la respuesta al suplemento será un reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje.

Esta tendencia resulta coincidente en el sentido que a mayor cantidad de forraje ofrecido mayor será la posibilidad que el concentrado sustituya la pastura en lugar de suplementarla (Álvarez et al., 2005).

Desde otra perspectiva, a modo de cuantificar, se presume que la sustitución de forraje por grano cuando el animal se encuentra consumiendo forrajes de mala calidad

inician con niveles de 1% de suplementación, con niveles menores se da un aumento del consumo; en cambio en forrajes de alta calidad la sustitución comienza en niveles de suplementación de 0,2-0,3% del PV (Elizalde, 2003a).

Hodgson (1990) agrega que, en el consumo de forraje influye tanto el comportamiento ingestivo como las limitaciones alimenticias, de modo que, cuando una fuente fácilmente asimilada de nutrientes es puesta a disposición en la forma de un concentrado, los animales probablemente gasten menos esfuerzo en el consumo de forraje (costo de cosecha) y reduzcan el consumo del mismo.

En relación al efecto de adición de un suplemento, Stritzler (2004) menciona que cuando la disponibilidad es baja, los animales pueden verse impedidos a cosechar todo el forraje que podrían consumir, y por lo tanto, se reduce el consumo y la ganancia de peso. En estos casos, la suplementación completa la ración diaria, y se produce un efecto de adición del suplemento al consumo de forraje de la pastura, es decir que el consumo total de alimento aumenta, y los animales suplementados tienen mayor ganancia de peso que los que no reciben suplemento. Por otro lado, a medida que la calidad de forraje aumenta, el efecto aditivo se va transformando en sustitutivo, en el que el animal deja de consumir parte del pasto para comer el suplemento. Stritzler (2004), resume lo dicho anteriormente, afirmando que el efecto de adición del suplemento a la pastura no solo se produce cuando la cantidad de pasto no es suficiente, sino que también ocurre cuando la calidad de la pastura es baja.

En conclusión, puede esperarse que si se suplementa sobre bases forrajeras de baja y mediana calidad, aumenta el consumo total de MS y por ende la ganancia de peso de los animales. Para el caso de pastoreos en forrajes de alta calidad, no se obtendrá un efecto importante sobre la ganancia de peso diaria de cada animal, pero si sobre la carga o la duración de la pastura. Por lo tanto, la respuesta a la suplementación dependerá del grado en que se presenten los efectos de adición y sustitución (Stritzler, 2004).

A modo de visualizar las diferentes interacciones que se dan al momento de suplementar animales en pastoreo, se presenta en la figura No. 3 dichas interacciones.

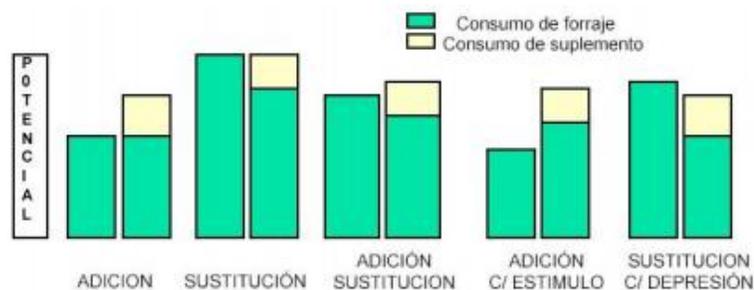


Figura No. 3. Diferentes respuestas a la suplementación en pastoreo. Adaptado de Simeone (2005).

Según Pigurina, citado por Cepeda et al. (2005), el efecto de la suplementación no es siempre aditivo o sustitutivo. Se definen cinco tipos de relaciones posibles que se describen a continuación:

- Adición, se da cuando el aporte de nutrientes por parte de la pastura es insuficiente. La deficiencia hace que un pequeño aporte de nutrientes vía suplemento se suma a los de la pastura bajo pastoreo.
- Adición con estímulo, ocurre en casos en que el suplemento suministra nutrientes y a su vez estimula el consumo de forraje. Por lo tanto mayor consumo total.
- Sustitución, ocurre cuando la pastura cubre los requerimientos del animal y se manifiesta claramente cuando el suplemento suministrado es de mayor palatabilidad y calidad que la pastura.
- Sustitución con depresión, se presenta cuando el suplemento de mayor valor nutritivo que el forraje consumido, provoca depresión en el consumo y digestión en el mismo.
- Adición sustitución, se presenta cuando el suplemento deprime el consumo de forraje pero hace aumentar el consumo total.

En todos los casos la respuesta productiva a la suplementación dependerá de la disponibilidad de pastura y a su vez de la carga que es determinante del grado de utilización de la misma (Pigurina, citado por Cepeda et al., 2005).

## 2.7. FRECUENCIA DE SUMINISTRO DEL CONCENTRADO

Una mayor intensificación determina sistemas más complejos, donde aparece como una opción interesante la búsqueda de alternativas que permitan conseguir la misma eficiencia biológica pero simplificando el esquema de producción o, dicho de otra manera, mantener la misma ganancia de peso de los animales, pero con un esquema de menor trabajo y un uso más eficiente de los recursos (La Manna et al., 2007).

A continuación se caracterizarán los diferentes sistemas de suministro del concentrado, y la respuesta animal según éstos mediante la revisión de antecedentes nacionales y regionales.

### 2.7.1. Caracterización de los sistemas

Según Beretta y Simeone (2008) el uso de sistemas de alimentación con comederos de autoconsumo permite contribuir a levantar una limitante práctica asociada a la dificultad operativa del suministro diario de concentrados a los animales, desde el punto de vista de la maquinaria, tamaño de potreros, acceso frecuente a los mismos con vehículos, entre otros.

Este sistema particular consiste en proveer a los animales de un alimento determinado dentro de un comedero especialmente diseñado para el libre acceso de los mismos, en los momentos que ellos lo requieran (Beretta y Simeone, 2008). El diseño de dicho comedero es detallado por los mismos autores, y comprende una estructura en forma de casilla que posee un depósito de alimento con capacidad promedio de 2400 kg (Sampedro y Maidana, 2012) o 2500 kg y dos frentes de ataque de 3 metros de largo, por donde los animales acceden al alimento. Beretta y Simeone (2008) continúan afirmando que un solo comedero es suficiente para alimentar entre 150 y 200 terneros de 150 kg promedio, pues se considera un acceso por animal de 3 cm lineales (Beretta y Simeone 2008, Rovira y Velazco 2012), y se supone que no todos los animales irán a consumir alimento al mismo tiempo.

El sistema obliga a tener una fuente de agua permanente, sin restricciones en cuanto a cantidad y calidad (Beretta y Simeone, 2008). Mac Loughlin (2005) afirma que los requerimientos de agua para beber aumentan entre un 50% y 70% cuando se ofrece el suplemento mezclado con sal.

Según Simeone y Beretta (2008), no todos los concentrados energéticos son aptos para el uso en comederos de autoconsumo. Ellos establecen determinadas características que dichos suplementos deben cumplir para ser usados en estos sistemas, las cuales son composición química y aporte de energía y proteína en función de los

requerimientos de la categoría a suplementar; sus características nutricionales (degradabilidad ruminal y velocidad de fermentación), su capacidad para estimular rumia y masticación, y su estabilidad. Teniendo en cuenta estas características, el grano entero de maíz y el grano molido de sorgo son los alimentos que mejor se adaptan a estas condiciones. En el caso de éste último, la molienda se realiza para incrementar la baja degradabilidad ruminal que presenta su almidón. Pordomingo (1999) establece que el grano de maíz es el mejor suplemento para ofrecer.

Continuando con Simeone y Beretta (2008), la cantidad diaria de concentrado que se desea que los animales consuman es función del objetivo de producción y del nivel de forraje base. Al ser un sistema donde la cantidad de alimento remanente en el comedero es siempre superior a la cantidad que los animales requieren y consumen, es necesario regular ese consumo. En este sentido, el cloruro de sodio es uno de los componentes más utilizados para realizar dicha práctica (Beretta y Simeone 2008, Rovira 2014), ya que el animal dejará de consumir cuando haya ingerido una determinada cantidad de sal (Simeone y Beretta, 2008). Según Mac Loughlin (2005), el uso de reguladores de consumo disminuye la demanda por el concentrado y la variación de consumo individual. En el caso de utilizarse concentrados energéticos, ayuda a controlar la aparición de acidosis.

Simeone y Beretta (2008) establecen que en condiciones normales el valor de sal debe ser del orden del 10% de la mezcla, mientras que en situaciones de escasez de forraje extrema el valor debe subir a 15%. Rovira et al. (2007), reafirman el concepto de estos autores, indicando que con una cantidad de 10-15% de sal en la mezcla se logra que el consumo se limite en alrededor del 1% del PV, manteniendo niveles moderados de suplementación y evitando posibles trastornos debido a niveles mayores de consumo de concentrado.

Cuadro No. 1. Consumo diario de sal según el peso vivo animal.

Peso Vivo (kg)	Consumo diario de sal (% de peso vivo)		
	Bajo	Promedio	Alto
135	0,10	0,17	0,20
225	0,10	0,12	0,14
315	0,09	0,10	0,13
405	0,08	0,10	0,12
495	0,07	0,10	0,12

Fuente: elaborado en base a Rich et al. por Beretta y Simeone (2013).

Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013), plantean que si bien la sal puede ser utilizada para regular el consumo, existen factores como la variabilidad natural entre animales en su capacidad para tolerar mayores consumos de sal, que generan que

no se trate de un regulador preciso. Debido a esto, es que han realizado recomendaciones prácticas a efectos de la formulación de mezclas incluyendo sal (cuadro No. 1). Además de estas recomendaciones, mencionan otros factores que influyen tales como la palatabilidad de la ración o la disponibilidad de forraje y su calidad, los cuales podrían modificar el consumo esperado. Por otra parte, se recomienda similar granulometría entre el suplemento a utilizar y la sal, como forma de evitar la separación de ingredientes de la mezcla y el consumo excesivo.

El sistema de autoconsumo también ha sido utilizado para el suministro de suplementos proteicos sobre pasturas. En 2013 en la EEA Mercedes, del INTA, se llevó a cabo un experimento con el fin de evaluar el uso de un concentrado proteico sobre comederos de autoconsumo. La experiencia se realizó sobre vaquillonas de sobreaño, y manejadas sobre campo natural a una carga de 0,9 vaquillonas/ha. El suplemento se caracterizó por tener 30% de proteína y 12% de sal, que fue utilizada para poder regular el consumo de concentrado en alrededor de 1% de PV. El objetivo era determinar la ganancia de peso de las vaquillonas en la etapa de recría. Como resultado de este trabajo, se determinó un consumo diario de 1,08 kg de ración por vaquillona/día y una ganancia de peso diaria de 0,274 kg/a/día. Sin embargo, los investigadores esperaban una respuesta superior, del orden de 0,350 kg/a/día, hecho que atribuyen a las condiciones climáticas negativas ocurridas durante el trabajo experimental (Hug et al., 2013).

Esteves et al. (2013) a su vez, evaluaron la viabilidad del uso de diferentes fuentes proteicas (Optigen® vs. harina de soja) en comederos de autoconsumo sobre campo natural, utilizando terneros de destete precoz. Los tratamientos fueron testigo sin acceso a suplemento, suplementación con harina de soja (SHS) al 1% del PV (proteína verdadera), y suplementación con Optigen® (SOP) al 1% del PV (NNP de lenta liberación). Los resultados marcaron una clara superioridad entre los tratamientos suplementados frente al testigo (0,678 kg/a/día en SHS, 0,540 kg/a/día en SOP, y 0,188 en testigo). Sumado a esto, entre los tratamientos suplementados se observaron diferencias significativas de 0,138 kg/a/día a favor de SHS en comparación con SOP, viéndose manifestado también en una mejor eficiencia de conversión (5,14 vs. 6,2). Concluyendo que esta superioridad se debe a un mayor consumo de MS de suplemento, la cual atribuyen a una diferencia en palatabilidad entre los suplementos consumidos.

Continuando con frecuencia de suministro, Arelovich (2004) concluye que la suplementación más frecuente es la que promueve los mejores resultados biológicos. Sin embargo, programas de suplementación de tres veces por semana no parecen afectar demasiado la productividad del ganado, si éste ingresa al plan de suplementación en buen estado de forma. Esto puede ser explicado por las conclusiones de La Manna et al. (2007) donde atribuyen que la ausencia de estas diferencias se deben a la tasa de pasaje y la digestibilidad del concentrado. Ellos encontraron que en la medida que la suplementación se hacía más infrecuente, la tasa de pasaje del alimento en el rumen se

hacía más lenta, lo que determina una mayor digestibilidad y mejora en la eficiencia de uso del alimento.

La suplementación infrecuente busca reducir el número de veces que se suplementa al ganado en el correr de la semana sin sacrificar ganancias de peso (La Manna et al., 2005), pero manteniendo fija la cantidad promedio diaria que se ofrece. Los mismos autores plantean que las ventajas de este sistema de suministro se maximizan en situaciones que puedan complicar o encarecer la tarea de suplementar el ganado, tales como cuando el tamaño de los lotes es muy grande, la disponibilidad de maquinaria es escasa, el hecho de contar con fracciones de campo separadas o la poca disponibilidad de personal para realizar la tarea. Fernández (2006) complementa esta información proporcionando otras ventajas de este sistema, tales como la posibilidad de suplementar mayor cantidad de lotes, y de lotes más lejanos, y de reducir los costos de combustible y mano de obra.

#### 2.7.2. Respuesta a la suplementación según frecuencia de suministro

La Manna et al., citados por Cepeda et al. (2005), afirman que al suplementar con concentrados energéticos, sin restricción de otros nutrientes, se obtiene por lo general una mejor eficiencia en el uso del suplemento cuando el suministro es diario que cuando se realiza en forma infrecuente. Esto se acentúa aún más a altos niveles de grano, donde darlos en forma infrecuente puede provocar problemas de acidosis en los animales. Mac Loughlin (2005) reafirma este concepto, estableciendo que a medida que se disminuye la frecuencia de suministro, el riesgo de aparición de acidosis es mayor, debido al exceso de consumo del concentrado energético de algunos individuos. Kloster y Latimori (s.f.) dan por hecho que mientras más fraccionada se entregue la ración de concentrados, más estable resultará el ambiente ruminal que se genere en los animales.

A su vez, una de las condiciones para implementar la suplementación infrecuente con granos y que tenga la posibilidad de ser viable, es que la proteína en la dieta no debe ser limitante. En caso que lo fuera, al dar un grano como maíz o sorgo puede no obtenerse respuesta, ya que la proteína actúa como limitante o cuello de botella (La Manna et al., 2007).

Se han realizado algunas investigaciones internacionales con el fin de evaluar la respuesta a la suplementación utilizando sistemas de autoconsumo, obteniendo como resultado que no existen diferencias significativas con la suplementación diaria en cuanto a performance por animal (Riggs et al., Weir y Miller, Chicco et al., citados por Blasina et al., 2010).

A nivel nacional también se han realizado estudios con el mismo fin, obteniéndose similares resultados (Blasina et al., 2010).

En el cuadro No. 2 se presenta en resumen una serie de experimentos nacionales y regionales evaluando la performance animal en respuesta a diferentes frecuencias de suplementación y sistemas de suministros.

Cuadro No. 2. Antecedentes de trabajos evaluando formas y frecuencias de suplementación.

EPOCA	CATEGORIA	FORRAJE	SUPLEMENTO	AF %	FRECUENCIA SUPL.	NIVEL SUPL.	GMD	EC	AUTOR	
Suplementación Infrecuente										
	Novillos		Sorgo molido	4%	24 hs 2 veces por semana	0,3%	0,907 0,896	s/d s/d	Balbuena et al. (1997)	
	Novillos	Trébol blanco, Festuca, Alfalfa y Lotus	Maíz entero	4%	Testigo 24 hs 48 hs L a V	- 0,5% 1% 0,7%	0,683 0,929 0,906 0,934	- 7,4 8,1 7,4	Fernandez et al. (2005)	
	Vaquillonas	Heno de alfalfa	Maíz quebrado	s/d	Testigo 24 hs 48 hs 72 hs	- 0,5% 1% 1,5%	0,480 0,770 0,750 0,620	- s/d s/d s/d	La Manna et al. (2007)	
	Novillos	Trébol blanco, Festuca, Alfalfa y Lotus	s/d	3%	Testigo 24 hs 48 hs L a V	s/d s/d s/d s/d	0,900 0,993 1,056 1,071	s/d s/d s/d s/d	La Manna et al. (2007)	
Suplementación Diaria vs. Autoconsumo en pastoreo										
	Terneros	Trébol blanco, Festuca y Lotus	Maíz entero	s/d	Testigo 24 hs Autoconsumo	- 1% 1%	0,363 0,607 0,417	- s/d s/d	Simeone et al. (2003)	
	Invierno	Terneros	Raigras resiembra	2,5%	Testigo Diario Autoconsumo	- 1% 1%	0,540 0,779 0,779	- 6,3 6,9	Cepeda et al. (2005)	
	Invierno	Terneros/as DP	Festuca, Trébol Blanco y Lotus	8% 4%	Sin suplementar Sin suplementar Diario Diario Autoconsumo	- - 0,5% 1% 1%	0,547 0,434 0,650 0,844 0,842	- - 2,4 3 2,3	Beretta et al. (2009)	
	Invierno	Novillos	Trébol blanco, Lotus y Raigras	Ración comercial 12% PC	3%	Testigo Diario AC restringido AC ad libitum	- 1% 1% ad libitum	0,274 0,833 0,736 1,040	- 6,4 8,0 8,7	Rovira y Velazco (2009a)
	Primavera	Novillos	Trébol blanco, Lotus y Raigras	Ración + 0,5% sal Ración + 0,5% sal Ración + 10% sal	- - -	Diario 48 hs Autoconsumo	1% 1% 1%	1,450 1,490 1,370	5,2 5,3 6,5	Rovira y Velazco (2009b)
	Invierno	Terneras	Campo Natural	Ración comercial 14% PC	-	Testigo Diario Autoconsumo	- 1% 1%	-0,237 0,260 0,348	- 3,2 3,7	Blasina et al. (2010)
	Verano	Terneras DP	Achicoria y Trébol Rojo	Ración COPAGRAN para DP	8%	Diario Autoconsumo con sal Autoconsumo sin sal	1% 1% ad libitum	0,631 0,859 1,114	- - -	Henderson et al. s/p. (2014)
Suplementación Diaria vs. Autoconsumo a corral										
FUENTE DE FIBRA										
	Invierno	Terneros	Heno de moha ad libitum	Sorgo quebrado,afrechillo de trigo, expeler de girasol	- -	Diario Autoconsumo	2,5% -	0,703 0,850	7,5 6,5	Lagrega (2008)
	Invierno	Terneros	Cáscara de arroz	Sorgo molido y suplemento proteico	- -	Diario Autoconsumo	- ad libitum	1,516 1,362	4,5 4,2	Beretta et al. (2011)
	Verano	Terneros	Ensilaje PE sorgo Retornable fino	Ración comercial de DP	- -	Diario Autoconsumo	ad libitum -	1,480 1,400 1,480	3,1 3,2 3,5	Manasliski y Rodriguez (2013)

AF: asignación de forraje (%); SUPL: suplementación; GMD: ganancia media diaria (gr/día); EC: eficiencia de conversión; L a V: lunes a viernes; PC: proteína cruda; AC: comederos de autoconsumo; PE: planta entera; DP: destete precoz.

Balbuena et al. (1997) trabajaron en la Estación Experimental Colonia Benítez del INTA, en la provincia de Chaco, Argentina, sobre 20 novillos cruza Cebú. Los mismos fueron asignados a dos pasturas de *Dichanthium caricosum*, una especie de gran adaptación a la zona del experimento, y suplementados con sorgo molido. Los animales fueron asignados a dos tratamientos diferentes de suplementación: un grupo fue

suplementado diariamente a razón de 0,3% de su PV, y el otro fue suplementado dos veces por semana, recibiendo la misma cantidad total de suplemento que el otro grupo. Como resultado principal, determinaron que los novillos tuvieron significativamente la misma performance en cuanto a ganancia diaria independientemente de la frecuencia de suministro del suplemento.

Fernández et al. (2005) trabajando sobre 48 novillos Hereford pastoreando una pradera al 4% de asignación de forraje, evaluaron también el efecto de la frecuencia de suplementación pero con grano entero de maíz. Dicho experimento se dividió en 4 tratamientos, donde los animales consumieron siempre la misma cantidad de suplemento: testigo sin suplementación, suplementación al 0,5% del PV todos los días, suplementación al 1% del PV cada 48 horas y suplementación al 0,7% del PV de lunes a viernes. Como resultado de este trabajo, los autores observaron que la suplementación se mostró superior en todos los casos al tratamiento testigo, y además la frecuencia de suplementación no afectó la performance animal, siendo lo mismo suplementar todos los días que suplementar cada dos días o de lunes a viernes.

La Manna et al. (2007a), trabajando con 60 vaquillonas Holando durante 84 días, las cuales se alimentaron con una base de fibra de heno de alfalfa y como concentrado energético maíz quebrado, continuaron con la misma línea de investigación acerca de la frecuencia de suministro. Los tratamientos fueron suplementación diaria (cada 24 hs.) al 0,5% del PV, cada 48 hs. al 1% del PV, cada 72 hs. al 1,5% del PV, y un testigo sin suplementar. Como resultado, en la medida que la frecuencia de suplementación se hizo más espaciada la ganancia fue menor en forma lineal. Sin embargo no hubo diferencias significativas entre los tratamientos de 24 hs. y 48 hs. No ocurrió lo mismo si se suplementaba cada 72 horas, donde los animales perdían eficiencia. En el tratamiento de suplementación cada 48 horas el menor consumo se vio compensado en parte por una menor tasa de pasaje, la que explica una mayor digestibilidad y mejora en la eficiencia de uso del alimento.

En otra de las publicaciones de La Manna et al. (2007b), se observan tendencias similares al ensayo anteriormente mencionado de Fernández et al. (2005). Trabajando con novillos de 355 kg de peso sobre una pradera de trébol blanco, festuca, alfalfa y lotus ofrecida al 3%; evaluaron ganancias de peso en el período para el testigo (pastoreo restringido) y para las diferentes estrategias de suplementación: todos los días (24 hs.), cada dos días (48 hs.), o de lunes a viernes (L a V). Según los resultados, la conclusión es que espaciar la suplementación a día por medio o dar lo previsto para la semana de lunes a viernes, es lo mismo para el caso de este tipo de pasturas y estos niveles de suplementación que hacerlo todos los días.

Entrando en el análisis de los antecedentes existentes en el uso de comederos de autoconsumo, se puede hacer referencia al trabajo de Simeone et al. (2003), quienes en el año 2002 realizaron una investigación para comparar el efecto de la suplementación

diaria o semanal con grano entero de maíz sobre terneros Hereford. El mismo se llevó a cabo en la EEMAC, Paysandú, Uruguay. Se utilizaron 36 animales, los cuales fueron asignados en una pradera al 2,5% o 5% de AF y fueron suplementados a razón de 1% de su PV, diariamente o una vez por semana en comederos de autoconsumo. Para controlar el consumo de los animales suplementados semanalmente se utilizó sal común, la cual fue mezclada al grano de maíz en una proporción de 200 gr./kg de grano ofertado. Como resultado, obtuvieron que los animales de suplementación diaria presentaron mayor ganancia media diaria que aquellos suplementados una vez por semana en autoconsumo. Los autores atribuyen esto a un menor consumo de grano por parte de estos últimos. A su vez el alto consumo de sal y el acceso restringido al agua (desde las 12:00 hasta las 13:00) también parecen reducir el consumo de forraje y la eficiencia de utilización del alimento.

Otra de estas investigaciones se llevó a cabo en el invierno del 2004 en la UPIC, realizada por Cepeda et al. (2005). Utilizando terneros Hereford, sobre una pastura de raigrás de resiembra al 2,5% de asignación de forraje. Se evaluó la suplementación con maíz entero en comederos de autoconsumo, siendo los tratamientos: suplementación diaria (1% PV), suplementación en autoconsumo con recarga semanal (1% PV regulado con sal al 5%), y un testigo sin suplementar. En ella no se encontraron diferencias significativas en la performance animal de terneros entre el suministro diario y el uso de comederos de autoconsumo, a diferencia del ensayo anteriormente mencionado de Simeone et al. (2003). Los autores concluyen que el cambio en la frecuencia de suplementación de suministro diario a semanal, no afectó el consumo de grano ni la respuesta en ganancia en los animales.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la asignación de forraje, el nivel de suplementación y la frecuencia de suministro del concentrado sobre el desempeño de terneros nacidos de parición de otoño, destetados precozmente en invierno y manejados sobre pasturas sembradas, Beretta et al. (2009) realizaron un ensayo con las características que se observan en el cuadro No. 2. Cabe aclarar, que la regulación con sal en el tratamiento de suplementación semanal fue el 5% de la mezcla. Estos autores llegaron a que, cuando no se suplementó, un aumento de la AF no mejoró significativamente la GMD. En 4% de AF, la respuesta a la suplementación en GMD determinó incrementos de 41 gr/día por cada 0,1% PV de aumento en la oferta de ración. Suplementando al 1% de PV, la frecuencia de suministro no afectó la GMD. Como reflexión final, el logro de altas tasas de ganancias en terneros destetados precozmente en invierno iría, más que por un aumento en la oferta de forraje, por suplementar con concentrado energético proteico en cantidad variable de acuerdo al peso objetivo al fin del invierno.

Rovira y Velazco (2009a) trabajaron en el invierno de 2008 en la Estación Experimental Palo a Pique del INIA con 32 novillos Aberdeen Angus, los cuales asignaron a cuatro tratamientos distintos: testigo sin suplementación, suplementación

diaria al 1% del PV, suplementación restringida en autoconsumo al 1% del PV (ajustado por sal en la ración al 9%), y suplementación ad libitum en autoconsumo. El suplemento utilizado fue ración comercial de engorde con 12% de PC, y la base forrajera fue una pradera de segundo año de raigrás, trébol blanco y lotus. La suplementación tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso comparado con el testigo sin suplemento, y si bien no hubo diferencias significativas entre los tratamientos con suplementación, los animales en autoconsumo ad libitum ganaron más peso que los animales suplementados diariamente o en autoconsumo restringido. La suplementación diaria fue más eficiente desde el punto de vista biológico debido a una mejor eficiencia de conversión del suplemento a PV. Comparando los tratamientos de autoconsumo, el sistema ad libitum logró un mejor desempeño productivo de los animales que el sistema restringido asociado a un consumo de ración significativamente mayor en el primero de los casos, pero con una mayor eficiencia de conversión.

Entre setiembre y diciembre del mismo año, Rovira y Velazco (2009b) evaluaron el efecto del método de entrega del concentrado en la ganancia diaria y eficiencia de conversión de novillos. El trabajo experimental se llevó a cabo en la misma estación descrita anteriormente, sobre la misma pradera, pero variando el concentrado utilizado, ya que en este caso contenía 10% de PC. Se utilizaron 24 novillos distribuidos en 3 tratamientos: suministro de la ración en comederos de autoconsumo con 10% de sal, suministro de ración cada 48 hs con 0,5% de sal, y suministro diario de ración con 0,5% de sal. El nivel de suplementación fue 1% del PV en todos los tratamientos. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos para GMD, concluyendo que el método de entrega de la ración no afectó significativamente el desempeño productivo de novillos suplementados sobre praderas de buena calidad.

Otro de los ensayos evaluando el sistema de autoconsumo en invierno, fue realizado por Blasina et al. (2010), utilizando terneras Hereford y Hereford x Aberdeen Angus en el departamento de Río Negro. El mismo resultó en que las ganancias medias diarias y el consumo de suplemento en pastoreo sobre campo natural fueron significativamente mayores en el tratamiento de comederos de autoconsumo en relación a la suplementación diaria, y aún más al tratamiento testigo sin suplementar (en el que se observaron pérdidas de peso vivo). Cabe destacar que en el último mes del invierno, se vieron obligados a aumentar el % de sal en la ración (de 11% a 15%) para controlar el consumo, lo que hizo disminuir el mismo del 1,4% al 1,2% del PV.

Henderson et al. (2014), en un experimento realizado en la UPIC aún sin publicar, trabajaron con terneras Hereford destetadas precozmente en verano. El objetivo fue evaluar el sistema de autoconsumo con y sin sal (ad libitum) en comparación con el suministro diario en pastoreo al 8% de asignación de forraje. Los registros de consumo de suplemento y las ganancias diarias fueron superiores en el tratamiento ad libitum, siguiendo con el autoconsumo con sal y la suplementación diaria.

Profundizando en el análisis de la forma de suministro dentro del sistema a corral, Lagreca et al. (2008) evaluaron el efecto de diferentes estrategias de incorporación de concentrados y voluminosos a la dieta de terneros, sobre la performance animal. El experimento se llevó a cabo en la UPIC en el invierno de 2006, donde fueron evaluadas dos formas de suministro del concentrado (diario vs. autoconsumo); dos formas de inclusión del voluminoso (mezclado con el concentrado en una ración totalmente mezclada o en forma separada), y dos niveles de suministro del voluminoso (restringido o ad libitum). Se utilizaron 40 terneros Hereford de destete precoz. El concentrado estaba compuesto por sorgo quebrado, afrechillo de trigo y expeller de girasol, y fue proporcionado a razón del 2,5% de su PV. Como conclusiones de este trabajo, los autores afirman que estrategias de suministro del alimento en las que el voluminoso se ofreció separado del concentrado no afectaron la ganancia de PV de terneros alimentados en condiciones de corral. Además, el suministro del concentrado en comederos de autoconsumo, así como el nivel de oferta de la fuente de fibra tampoco afectaron la ganancia de peso.

Continuando en la misma línea de investigación, Beretta et al. (2011), sobre 48 terneros Hereford en el invierno del 2010, realizaron un experimento con el objetivo de evaluar el sistema de autoconsumo para su uso en dietas sin fibra larga ofrecidas a terneros alimentados a corral (sistema ADT: alimentación diferencial del ternero), a través de su efecto sobre la performance animal. Dichos animales fueron asignados al azar en 8 corrales a cielo abierto, con una ración formulada a base de sorgo molido y suplemento proteico, incluyendo cáscara de arroz como fuente de fibra. Se evaluaron dos tratamientos: suministro diario de la dieta y suministro de la misma dieta en comederos de autoconsumo, ambas en oferta ad libitum. Los resultados arrojaron que terneros alimentados a corral con comederos de autoconsumo, si bien registran ganancias levemente inferiores a las observadas en terneros con suministro diario de alimento debido a un menor consumo de MS, presentan una mejor eficiencia de conversión.

Manasliski y Rodríguez (2013), en verano y sobre terneros de destete precoz, se plantearon evaluar el efecto de la fuente de fibra (ensilaje vs. retornable fino) y de la forma de suministro del alimento (diario vs. autoconsumo), sobre la ganancia de PV y eficiencia de conversión del alimento, a corral y con raciones totalmente mezcladas, altamente concentradas. El experimento consistió en 27 animales cruza de las razas Hereford y Bonsmara, nacidos en la primavera 2010, distribuidos en 9 corrales a cielo abierto durante 68 días. El alimento evaluado fue una dieta con retornable fino por un lado y ensilaje de planta entera de sorgo picado fino por otro, bajo una misma ración base comercial peleteada para terneros de destete precoz, siendo ambas dietas dos raciones totalmente mezcladas (RTM), ambas ofrecidas ad libitum. Por último, se comparó el sistema de autoconsumo con la ración con retornable fino. No se constataron

diferencias significativas en la ganancia media diaria bajo ninguno de los tres sistemas evaluados, tampoco se detectaron diferencias entre el sistema de suministro.

## 2.8. COMPORTAMIENTO ANIMAL EN PASTOREO

Contar con la información de las variables relacionadas con el consumo y el comportamiento voluntario animal en sistemas pastoriles resulta fundamental para diseñar adecuadas estrategias de manejo del forraje, tratando de maximizar la eficiencia del uso de los recursos naturales ofrecidos, con el objetivo de lograr el máximo beneficio económico. Por lo que es trascendente conocer el comportamiento ingestivo, pues es uno de los factores que determinan la producción de carne en pastoreo.

El comportamiento ingestivo hace referencia a la secuencia de actividades que realizan los animales en la obtención de nutrientes para su mantenimiento y productividad (Martínez et al., citados por Patiño Pardo et al., 2008).

### 2.8.1. Patrón de comportamiento en pastoreo y actividades básicas

Según plantea Moore, citado por Jacobo et al. (2011), en la ganadería pastoril la producción de carne es altamente dependiente del consumo voluntario de forraje, el que a su vez es regulado por la cantidad y calidad de los recursos, las características físicas y metabólicas de los animales y el comportamiento ingestivo. A continuación se mencionarán y describirán las actividades normales que el bovino realiza de forma voluntaria, siendo entre ellas, la actividad de pastoreo, la clave para determinar la performance animal.

El ganado vacuno, dentro de los sistemas pastoriles, divide el día en tres grandes actividades; pastoreo, rumia y descanso (Vallentine, 2001). Referido a los momentos del día con que el ganado efectúa el pastoreo, se entiende que el animal tiene dos períodos principales de actividad, el amanecer (tiempo antes de la salida del sol prolongándose por unas dos a tres horas) y el atardecer (final de la tarde continuando hasta entrada la noche), habiendo también períodos cortos de pastoreo entre dichos momentos, que varían en función de la estación del año, clima, estado de desarrollo del animal, entre otros (Wagnon et al., citados por Rovira, 2002). El pasaje de la actividad de rumia a pastoreo puede darse de inmediato, mientras que el cambio de pastoreo a rumia no se manifiesta, sino después de un período de tiempo (Rovira, 2002).

Según Blackshaw (1986) el patrón de comportamiento en pastoreo de cada miembro del grupo de animales es relativamente similar. Los animales rumian cuando descansan y el tiempo dedicado a esta actividad es aproximadamente  $\frac{3}{4}$  del tiempo que dedican al pastoreo. El tiempo que el ganado dedica a descansar depende de las condiciones ambientales, el tiempo de rumia y pastoreo, y de la raza. No presentándose el efecto de dominancia en relación a los sitios de descanso, los cuales son elegidos según la preferencia individual. En relación a la raza, las de origen índico prefieren pastorear y descansar en lugares soleados, mientras que las británicas buscan la sombra. En caso de altas temperaturas durante el día, el pastoreo se realiza preferentemente en la noche (Pereyra y Leiras, Krysl et al., citados por Blackshaw, 1986). Los animales tratan de evitar lugares de ruido y disturbios a la hora de descansar, pero si se encuentran bajo estas condiciones eligen zonas de descanso no habituales (Reinhardt et al., citados por Blackshaw, 1986).

La rumia depende de la calidad del alimento, siendo menor el tiempo destinado a ella cuanto mayor es la calidad del mismo. El animal invierte entre 5 y 9 horas al día para esta actividad, que consiste en regurgitación, masticación, salivación y deglución del alimento, y el intervalo entre bolos. El momento del día en que se da el mayor período de rumia es luego del pico de ingesta que ocurre al anochecer (Leiras y Pereyra, 1991).

Además de las tres grandes actividades mencionadas, Leiras y Pereyra (1991) añaden una cuarta actividad: la bebida. Esta actividad no presenta un patrón determinado, pero se identifican tres momentos principales: al promediar la mañana, al mediodía y a la tarde. El consumo de agua es afectado por diversos factores entre los que se destacan el clima, el consumo de materia seca, la suplementación y la sal, y el momento fisiológico del animal. El mismo aumenta a altas temperaturas, a mayor consumo de materia seca y niveles de suplementación, y en momentos fisiológicos tales como preñez y lactancia.

#### 2.8.2. Otras consideraciones sobre el comportamiento en pastoreo

Allden y Whittaker (1970) definieron la cantidad de forraje consumido como el producto del tiempo gastado en pastoreo y la tasa de consumo durante el mismo. Dicho forraje consumido se ve afectado por la capacidad del retículo-rumen y por la tasa de digestión realizada por dicho órgano (Allison, 1985). El tiempo de realización de dicha actividad a su vez depende casi exclusivamente de la cantidad y calidad del alimento ingerido. El forraje tallado o de alto contenido de fibra, con relativamente bajo contenido de energía digestible, provoca una disminución de la tasa de pasaje del alimento y su absorción dado por la necesidad de mayor tiempo de rumia, mientras que

el forraje con alto contenido de hojas, y bajo de fibra (alta digestibilidad) determina período de rumia más corto (Rovira, 2002).

Características morfo-fisiológicas de las planta (tamaño y formas de las hojas, espinas, entre otros), también posee influencias en la tasa de consumo de los animales en pastoreo. Por ejemplo, las espinas de las plantas restringen el tamaño del bocado y reducen el consumo, aunque los animales extienden el tiempo de pastoreo para tratar de compensar los bocados más pequeños (Lyons et al., s.f.).

En un experimento realizado por Soca et al. (1998), en cuatro asignaciones de forraje (5%; 7,5%; 10% y 12,5%), durante dos años, en novillos Holando, bajo pastoreo rotativo con 7 días de ocupación y 35 de descanso, se constató un inmediato efecto en la presión de pastoreo; donde a mayores asignaciones de forraje por animal se asociaron a pastoreos selectivos (Poppi et al., 1987) y una menor utilización de la pastura. A su vez, los animales bajo dichas asignaciones desarrollaron una actividad de pastoreo más intensa, destinándole mayor tiempo a la elección del sitio y bocado de pastoreo (Rinaldi et al., 1992). Por el otro lado se visualiza un efecto compensatorio del comportamiento ingestivo a mayores presiones de pastoreo (Forbes y Hodgson, 1985). Dichos autores mencionan que a menor altura de forraje residual, el animal realiza mayor número de bocados de menor tamaño para mantener el nivel de consumo.

La tendencia del ganado vacuno a unirse y realizar las actividades en forma grupal, se manifiesta claramente durante el pastoreo, incluso en actividades tan básicas como rumiar o echarse (Blackshaw, 1986). Sin embargo, existen animales líderes que por su forma de comportamiento se diferencian del conjunto por ser los que inician el movimiento (o actividad), siendo seguidos por el resto del grupo (Sato, citado por Bowman et al., 1999). Éstos se mueven a propósito en una dirección, atrayendo la atención del resto y posteriormente siendo imitados por el grupo (Tyler, Greenwood y Rittenhouse, citados por Bowman et al., 1999). Se lo diferencia de animales dominantes, quienes actúan por beneficio propio, bajo competencia por los recursos, como ser animales bajo suplementación. Dicha dominancia podría verse dado por factores como manejo, mezcla de distintas categorías, o sexo, entre otros. (Bowman et al., 1999). Los animales líderes y los dominantes no presentan necesariamente correlación entre ambos comportamientos (Bowman et al., 1999).

Por otra parte, la suplementación ya sea energética o proteica, provoca cambios en el patrón normal de pastoreo del ganado (Allison, 1985). La suplementación proteica en pasturas de baja calidad aumenta el consumo (Elliot, Cook y Harris, Lyons et al., Kartchner, citados por Allison, 1985), mientras que bajo la misma pastura, una suplementación energética lo disminuye (Elliot, Cook y Harris, Rittenhouse et al., Lusby et al., Lake et al., citados por Allison, 1985).

En el ensayo descrito anteriormente por Blasina et al. (2010), llegaron a la conclusión que las terneras suplementadas dedicaron menor tiempo al pastoreo que las

terneras sin suplementación, siendo este efecto más pronunciado cuando se suplementó en comederos de autoconsumo. Estas diferencias se ampliaron a medida que avanzaba la estación crítica del invierno y el forraje se hacía cada vez más limitante.

En otro antecedente nacional, Cepeda et al. (2005), reportaron que la suplementación disminuyó el consumo de forraje pero igualmente permitió un mayor consumo de MS total; y la frecuencia de suministro del grano no afectó el consumo del mismo, ni la respuesta a la suplementación.

Al ser una actividad a cielo abierto, parte de la energía total que el ganado gasta en pastoreo se debe al esfuerzo en la búsqueda por alimento y a la exposición constante de las adversidades del clima (Hodgson, 1990). Se puede afirmar, que en condiciones de pastoreo, el viento frío, lluvias y temperaturas bajas tienden a incrementar las pérdidas de calor por parte de los animales, incrementando los requerimientos de energía para mantenimiento, y en consecuencia el consumo (Rovira, 2002). Por el contrario, temperaturas ambientales mayores a 25°C y humedades relativas elevadas disminuyen el consumo de materia seca (Holmes y Wilson, 1989).

### 2.8.3. Componentes del consumo diario

Allden y Whittaker (1970) establecieron que el consumo de forraje de los animales en pastoreo es el producto de tres variables: el tiempo de pastoreo (TP), la tasa de bocado durante el pastoreo (TB) y el peso de forraje consumido por bocado (PB), resultando la siguiente ecuación:  $CD = PB \times TB \times TP$ .

El peso de bocado es el factor que tiene mayor influencia en el consumo, siendo la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo variables compensatorias (Forbes 1988, Hodgson 1990). A su vez, Allden y Whittaker (1970) afirman que dicha variable es la más influenciada por las condiciones del forraje, decayendo cuando la disponibilidad y la altura son bajas. La tasa de bocado generalmente tiende a incrementarse cuando declina el peso de bocado, pero la tasa de incremento rara vez llega a compensar el bajo peso del bocado, y por lo tanto es incapaz de evitar el descenso de la tasa de consumo.

Cuando la tasa de consumo disminuye, como respuesta adaptativa, el animal es capaz de incrementar el tiempo de pastoreo. Sin embargo, el grado de compensación está nuevamente limitado por las variaciones observadas en el peso del bocado, que reflejan estrechamente las variaciones en el consumo diario de forraje. En casos de forraje muy limitante, el tiempo de pastoreo puede reducirse, incrementando el efecto depresivo del peso de bocado (Hodgson, 1985).

La respuesta relativa de los componentes del comportamiento ingestivo en función de la disponibilidad de forraje, y su influencia en el consumo diario del mismo, se ilustran en la figura No. 4.

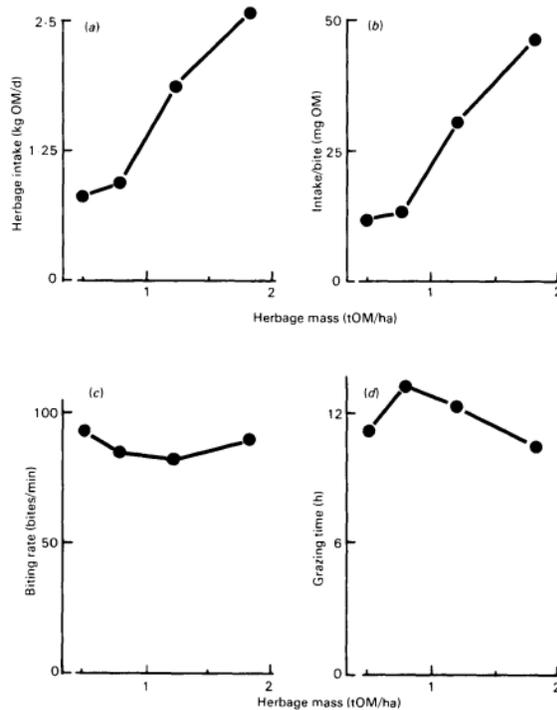


Figura No. 4. Influencia de variación de disponibilidad de forraje en a) consumo diario de forraje (kg de materia orgánica), b) peso de bocado (mg de materia orgánica), c) tasa de bocado (bocados/min) y d) tiempo de pastoreo (horas). Fuente: extraído de Bircham por Hodgson (1985).

Los animales son capaces de variar su tasa de consumo durante el pastoreo para regular su consumo total diario, en respuesta a sus requerimientos de nutrientes. Por ejemplo, en el caso de vacas en lactancia su tasa de consumo incrementa 19% respecto a vacas que no están en lactación (Gibb y Orr, 1997). Para incrementar la tasa de consumo en pastoreo Newman et al. (1994) plantean dos estrategias: aumentar el peso de bocado y disminuir el “handling time” (tiempo necesario para dar el bocado y masticar el forraje del mismo).

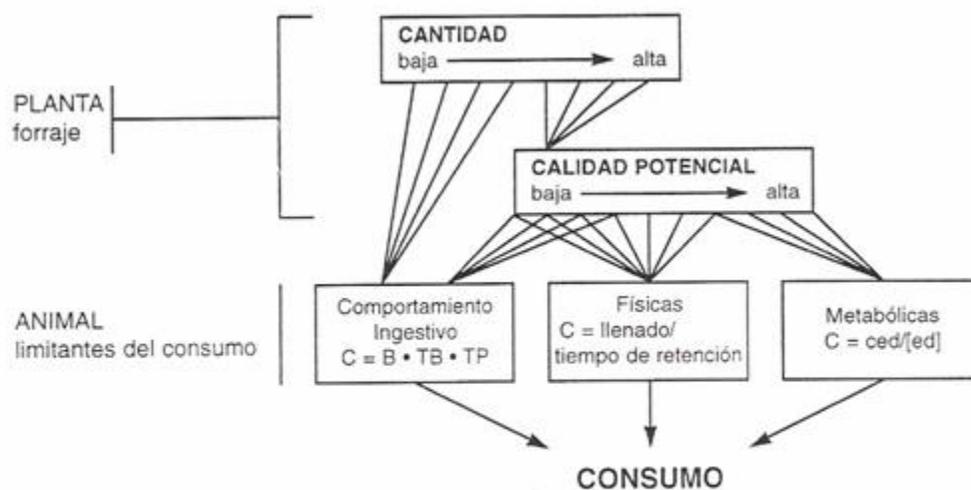
Se ha notado que el tamaño de bocado tiende a aumentar en función del tamaño adulto y, en cambio, la tasa de bocado es más alta en terneros que en vacas adultas: 60 a 70 bocados/minuto en terneros vs. 50 a 60 en las vacas (Zoby y Holmes, citados por Rovira, 1996).

La tercera variable que compone la ecuación de consumo diario es el tiempo de pastoreo. Este es dependiente principalmente de la cantidad y calidad de forraje disponible a cosechar, además de la disponibilidad de otra fuente de alimento como suplemento (Stobbs, 1970). Cuando los animales son provistos de una adecuada cantidad de forraje, la cantidad de materia seca consumida está fuertemente relacionada al tiempo que éstos dedican al pastoreo (Fernando y Carter, citados por Stobbs, 1970). Brumby, citado por Stobbs (1970) descubrió una pequeña pero positiva relación entre el tiempo de pastoreo y el consumo de materia seca, y entre el tiempo de pastoreo y la producción animal. Más allá de esto, Stobbs (1970) afirma que el consumo de materia seca en relación al tiempo de pastoreo depende de manera muy importante de la calidad del forraje y de la presencia de especies palatables para el ganado. Incluso establece que cuando los animales fueron sometidos a pastoreo de leguminosas, el tiempo destinado a dicha actividad fue mayor que cuando se les ofreció una pastura de gramíneas, determinando mayor consumo total de materia seca.

Varios autores coinciden que el tiempo promedio que el ganado pasa pastoreando oscila entre 7 a 11 horas por día (Stobbs 1970, Rovira 2002), alargándose cuando el forraje es escaso, y disminuyendo cuando el forraje es abundante (Rovira, 2002). A su vez, cuando el forraje se encuentra en abundancia, pero el mismo es de mala calidad (baja digestibilidad), se alarga a unas 12 horas por día (Gómez, Hodgson, Hancock y McMeekan, citados por Stobbs, 1970). Sin embargo Castle et al., Hancock, citados por Stobbs (1970) se atreven a cuantificar valores de sólo 6 horas diarias de pastoreo, para el caso de pasturas de gramíneas en climas templados.

Cuando el ganado es suplementado con algún concentrado energético, como es el caso del sorgo, el tiempo de pastoreo también disminuye (Stobbs, 1970).

A modo de resumen, se presenta en el diagrama siguiente la relación planta/animal que se produce en condiciones de pastoreo.



C = consumo; B = peso de bocado; TB = tasa de bocado; TP = tiempo de pastoreo;  
ced = consumo de energía digestible; [ed] = concentración de energía digestible; tomado de Moore 1981

Figura No. 5. Diagrama simplificado de la relación planta/animal (Moore, citado por Cangiano, 1997).

Según Cangiano (1997) en relación al diagrama, cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta, el carácter del forraje determina el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el forraje es de muy alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Para el caso de baja cantidad de forraje, el carácter del mismo puede tener poco o nada de efecto sobre el consumo. En este caso, el consumo es afectado por el comportamiento ingestivo del animal mediante limitaciones en el peso de bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo. Estas limitaciones podrían también ocurrir en condiciones de alta cantidad de forraje, pero de baja disponibilidad efectiva o accesibilidad.

## 2.9. HIPÓTESIS

La suplementación invernacional con un concentrado energético a terneros de destete manejados sobre un verdeo de calidad, incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementación. La respuesta a la suplementación está mediada por cambios en las relaciones de sustitución/adición de forraje por suplemento y cambios en el patrón de comportamiento ingestivo de los animales, la cual varía dependiendo de la AF.

Dicha respuesta sería independiente de la forma de suministro, diariamente o en comederos de autoconsumo, no generando diferencias significativas en relación a la ganancia media diaria y eficiencia de conversión.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento fue llevado a cabo en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, dentro de la UPIC, Facultad de Agronomía (ruta 3 km 363; latitud: 32° 20.9' S, longitud: 58° 2.2' W), departamento de Paysandú.

El mismo fue realizado entre el día 3 de julio y 11 de septiembre de 2014, teniendo una duración de 10 semanas. Se realizó un período pre-experimental de 10 días previos al inicio, del 23 de junio al 2 de julio inclusive.

En la figura No. 6 se muestra el área descrita anteriormente.

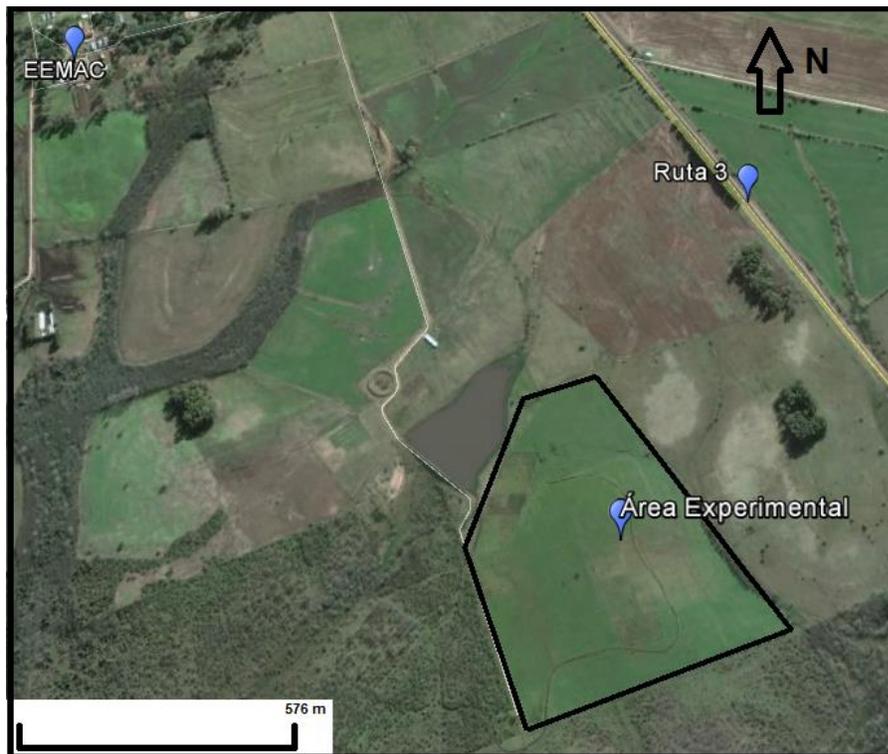


Figura No. 6. Croquis del área experimental.

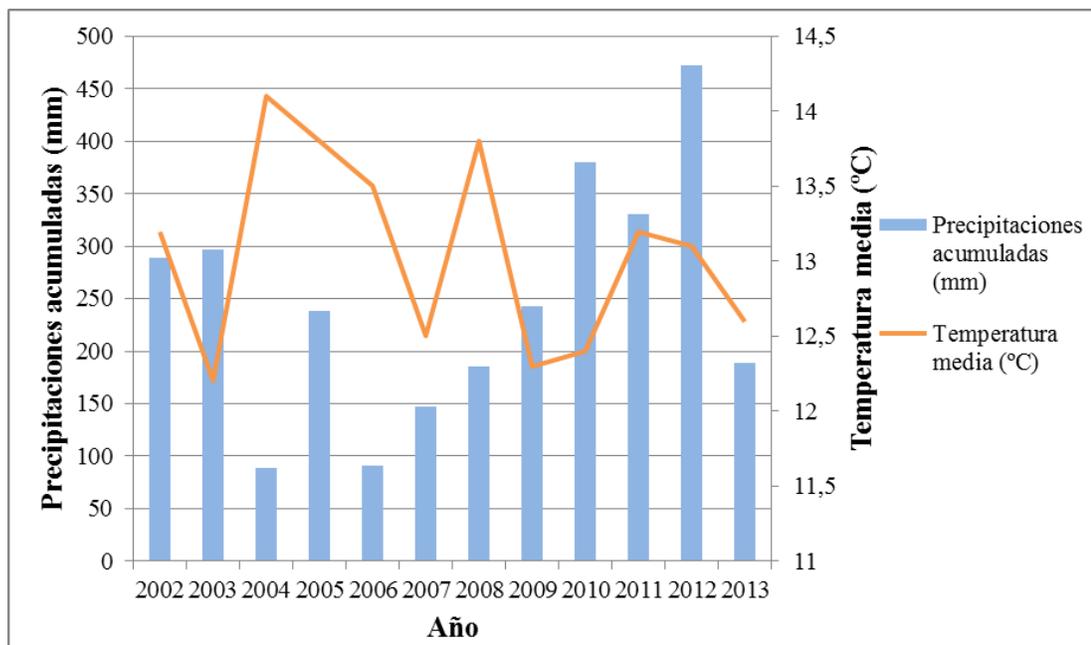
Fuente: Google Earth.

El área experimental se encuentra ubicada sobre suelos pertenecientes a la Unidad San Manuel, dentro de la formación geológica Fray Bentos, y teniendo como el grupo de suelo dominante el 11.3. Los suelos de las zonas altas son una asociación de Brunosoles Eútricos Lúvicos, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa,

fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenados; y Solonetz. En las laderas existen Brunosoles Eútricos Típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales (MGAP. DIRENARE, 2001).

### 3.2. CLIMA

En la gráfica No. 1 se presenta la acumulación de precipitaciones y temperatura media histórica en los meses que el experimento se llevó a cabo (julio, agosto y setiembre).



Gráfica No. 1. Evolución de precipitación acumulada y temperatura media diaria de los meses de julio, agosto y setiembre, desde 2002 hasta 2013 inclusive<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. EEMAC. s.f. Datos extraídos de la Estación Meteorológica; 2002-2013 (sin publicar).

### 3.3. ANIMALES

Se utilizaron 48 terneros machos Hereford, castrados al nacimiento, nacidos en la primavera de 2013 y destetados precozmente en diciembre de ese año. El peso promedio de los mismos al inicio del experimento fue de  $192,3 \pm 6,9$  kg.

### 3.4. PASTURA Y SUPLEMENTOS

El trabajo se llevó a cabo sobre un verdeo de *Avena byzantina* cv. RLE 115, sembrado entre el 7 y el 10 de marzo de 2014. El 18 de abril de 2014 se aplicó herbicida Clerb para el control de malezas. El verdeo presentó una fertilización inicial de 100 kg/ha de fosfato de amonio (18-46-0) y una refertilización el 10 de junio de 2014 con 60 kg/ha de urea.

Se utilizó sorgo molido, proveniente de la Cooperativa Agraria de Paysandú (COPAGRAN). Su composición química se presenta en el cuadro No. 3 perteneciente al análisis químico realizado en julio de 2014.

Cuadro No. 3. Composición química del sorgo<sup>2</sup>

Humedad (%)	Proteína (%)	Aflatoxinas totales (B1,B2, G1, G2) (ppb)	DON (ppb)	Zearalenona (ppb)
13,7	9,8	<5	<500	<50

### 3.5. TRATAMIENTOS

Fueron evaluados 2 niveles de AF: 2,5 y 5 kg MS/100 kg de PV; y 3 manejos de la suplementación: testigo sin suplemento (T), suplementación diaria (D) y suplementación en autoconsumo (AC), dando lugar a 6 tratamientos en un arreglo factorial  $2 \times 3$ .

Los animales fueron distribuidos al azar en 12 grupos, previa estratificación por PV, y posteriormente cada grupo asignado al azar a cada uno de los tratamientos. Éstos quedaron constituidos por 2 repeticiones, teniendo cada repetición 4 animales. Cada

---

<sup>2</sup> Cayrús, F. 2015. Com. personal.

repetición pastoreó en una parcela independiente, la cual constituyó la unidad experimental.

El detalle de los tratamientos es el siguiente:

- Asignación de forraje 5%, testigo sin suplementación (5% T).
- Asignación de forraje 5%, con suplementación diaria (5% D).
- Asignación de forraje 5%, con suplementación semanal en autoconsumo (5% AC).
- Asignación de forraje 2,5%, testigo sin suplementación (2,5% T).
- Asignación de forraje 2,5%, con suplementación diaria (2,5% D).
- Asignación de forraje 2,5%, con suplementación semanal en autoconsumo (2,5% AC).

### 3.6. MATERIALES E INFRAESTRUCTURA

Para los tratamientos de suplementación diaria se utilizaron dos comederos (por parcela) adaptados de tanques de glifosato de 90 cm de largo y 55 cm de ancho, por lo tanto un área de acceso por comedero de 0,495 m<sup>2</sup>, siendo el total de acceso por parcela 0,99 m<sup>2</sup>.

A modo de caracterizar los comederos de autoconsumo, los mismos presentaron una capacidad de 500 kg de ración y 1,05 m de frente de ataque por 39 cm de ancho, totalizando un área de 0,41 m<sup>2</sup> por parcela. Éstos fueron diseñados específicamente para ensayos experimentales.

### 3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Previo al comienzo del período experimental, se llevó a cabo una fase pre-experimental de 10 días (23/6 al 3/7), de introducción gradual de los animales al consumo de suplemento y a la rutina de dicho manejo. Durante este período, los animales se adaptarían al consumo de un concentrado energético, y a su vez se familiarizarían a vivir en franjas pequeñas delimitadas por alambrado eléctrico. Esta adaptación al suplemento consistió en proporcionar el mismo concentrado que sería utilizado en el experimento, a razón de 0,3% del PV, y aumentar cada día dicha cantidad en 100 gr., hasta llegar al 1% del PV objetivo. En el último día se realizó un registro del

PV de los animales, tomando dichos datos como peso de inicio de los animales del experimento.

Durante el período experimental, los animales correspondientes a los tratamientos de suplementación diaria, fueron suplementados a razón del 1% del PV en base seca, a primera hora de la mañana, todos los días.

En los tratamientos con autoconsumo, se procuró limitar el consumo de suplemento siguiendo la recomendación de consumo máximo diario de sal reportado por Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013), en función del PV animal, y para un consumo objetivo de MS de ración de 1% del PV. Ello representó el agregado de cloruro de sodio (NaCl) a razón del 11% en base fresca en una mezcla totalmente homogénea sorgo y sal. El abastecimiento de los comederos se realizó semanalmente, en donde la cantidad ofertada superaba la demandada, de forma que el animal siempre estuviese provisto de suplemento.

Tanto en los tratamientos de suplementación diaria como de autoconsumo, el ajuste de la cantidad de suplemento ofrecido fue realizado cada 14 días en función de la evolución de peso de los animales.

El pastoreo se realizó en forma rotativa, en franjas semanales y sin retorno a las parcelas ya pastoreadas. El ajuste de la AF fue realizado en cada cambio de franja variando la superficie de las parcelas en función de la disponibilidad de MS de la zona en la que se harían las mismas, y en función del último peso vivo registrado para cada tratamiento. De esta manera, todas las semanas se estimaba la disponibilidad de forraje (kg MS) en la zona donde irían las próximas parcelas, y se ajustaba la superficie según el PV promedio del tratamiento, asignando 2,5 o 5 kg MS/100 kg de PV según correspondía. A efectos de confundir la heterogeneidad natural de la pastura con los tratamientos, cada semana estos fueron rotados en su ordenamiento dentro del área experimental.

Las franjas semanales fueron delimitadas utilizando alambrado eléctrico. Todas las parcelas siempre tuvieron agua a disposición, mediante la inclusión de tanques azules de glifosato, los cuales se recargaban de agua cada 3 o 4 días, según disponibilidad del personal de EEMAC.

## 3.8. REGISTROS Y MEDICIONES

### 3.8.1. Pastura

#### 3.8.1.1. Disponibilidad de forraje para ajuste de la asignación

Las mediciones de disponibilidad de forraje fueron realizadas semanalmente, dos días previos al cambio de franjas, mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El procedimiento realizado consistió en el marcado de una escala de tres estratos, en función de la cantidad de biomasa aérea, donde el estrato 1 representa baja cantidad de forraje, el estrato 2 media cantidad, y el estrato 3 alta cantidad de biomasa aérea, asignándose puntos medios dentro de cada rango para lograr mayor precisión en la estimación. Se realizaron 6 cortes al ras del suelo de biomasa aérea (dos por cada estrato), usando cuadros de  $30 \times 30$  cm, los que luego fueron secados en estufa por 48 hrs. para obtener la cantidad de materia seca obtenida dentro de cada cuadrado. Luego de haber obtenido las muestras de cada estrato, se procedió a arrojar el cuadrado 120 veces en forma aleatoria sobre la zona a utilizar, registrando la frecuencia de aparición de cada estrato en la pastura. Finalmente, con el peso de cada estrato y la frecuencia de aparición, se calculó la disponibilidad de MS de forraje de la zona a realizar las parcelas.

#### 3.8.1.2. Altura de forraje

Antes de cortar el forraje de cada muestra de la escala, se registró la altura del mismo en 5 puntos de la diagonal, registrando el punto más alto de contacto de una regla con la hoja viva más alta sin extender. Esta medida de altura se repitió, además, cada 20 tiradas del cuadro.

#### 3.8.1.3. Estimación de consumo de forraje

En las semanas 2, 5, 7, 8 y 9 se registró la cantidad de biomasa ofrecida y rechazada dentro de cada parcela, estimando, mediante el método agronómico de forraje desaparecido (Moore, 1994), el consumo de forraje. Para la realización de dichas mediciones, se utilizó la misma técnica de doble muestreo, pero con la diferencia que esta vez el cuadro se arrojó 30 veces dentro de las parcelas de 2,5% de AF, y 50 veces en las parcelas 5% de AF, para estimar la biomasa ofrecida por parcela. El procedimiento

se llevó a cabo instantes previos al ingreso de los animales a la parcela, y la estimación de la biomasa final se realizó inmediatamente después que los animales pasaron a una nueva parcela.

Sumado a esto, en las semanas 2 y 9, se realizaron mediciones diarias de altura de forraje, midiendo la evolución de desaparición del mismo cada 24 hrs. Estas mediciones se realizaron en 50 puntos al azar en las parcelas de 5% de AF, y en 25 puntos en las parcelas de 2,5% de AF. Esto fue realizado en el marco de las semanas de comportamiento ingestivo que se detallarán más adelante.

#### 3.8.1.4. Calidad de la pastura

En las semanas 1, 2, 4 y 6, fue determinada la calidad de la pastura. Para esto, en el momento en que se realizó la estimación de la disponibilidad de forraje para establecer las parcelas, uno de cada 20 cuadros tirados al azar fue cortado y conservado para posteriormente analizarlo químicamente. Además en las semanas 7, 8 y 9 se llevó a cabo la técnica de “Hand-clipping”, que consiste en simular el efecto de pastoreo del animal, cortando el forraje de forma tal que el residuo sea similar al dejado por el mismo. Luego estas muestras fueron secadas en estufa de la misma forma que las muestras para disponibilidad, y luego molidas en un molinillo y conservadas para posterior análisis químico, siendo identificadas claramente y enviadas al laboratorio de Nutrición Animal, Facultad de Agronomía.

#### 3.8.2. Animales

##### 3.8.2.1. Peso vivo

Los animales fueron pesados al inicio de la etapa pre-experimental con el fin de ser asignados a los diferentes tratamientos. Luego de dicha etapa se volvieron a pesar, correspondiendo este registro, al PV de inicio del período experimental. Posteriormente durante todo el experimento, se registró el PV individual cada 14 días.

Los registros fueron realizados con una balanza electrónica, con capacidad de precisión de  $\pm 0,5$  kg. Al momento de pesar los animales, los tratamientos estaban mezclados y los mismos ingresaban sin orden predeterminado. El horario de pesada fue siempre a primera hora de la mañana, precedido de un encierro de ayuno de aproximadamente 12 horas.

### 3.8.2.2. Consumo de suplemento

El consumo de suplemento fue estimado como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada.

En el tratamiento con suplementación diaria, se pesó diariamente la cantidad de suplemento ofrecida a cada parcela. Antes de ofrecer el suplemento, se corroboró que no hubiera residuo de suplemento del día anterior, y en caso de haberlo, fue retirado, pesado y secado para la determinación del contenido de materia seca.

En los tratamientos de autoconsumo, se siguió el mismo procedimiento de pesado del suplemento ofrecido y rechazado, pero en intervalos de una semana, coincidiendo con el cambio de franja del pastoreo. El remanente de suplemento fue medido finalizado el último día de franja semanal. En los días de lluvia, se debió eliminar del comedero el suplemento mojado, el cual fue pesado y puesto a secar en estufa, para obtener el dato de MS. En el marco del análisis de comportamiento ingestivo, en las semanas 2 y 9 se vaciaban diariamente los comederos de autoconsumo para determinar el consumo diario.

### 3.8.2.4. Comportamiento ingestivo

El comportamiento ingestivo fue caracterizado durante las semanas 2 y 9, registrando mediante apreciación visual las actividades de pastoreo, rumia, descanso, acceso a comedero y bebederos, cada 15 minutos, en el período de horas luz (de 9 a 17 hrs.). A su vez se midió la tasa de bocado cada intervalo de 3 horas aproximadamente, registrando el número de bocados de prehensión realizados en un minuto (dos repeticiones de la medición).

Dichas mediciones fueron realizadas en 2 animales por parcela (seleccionados al azar), siendo los mismos en las dos semanas de control. Se llevaron a cabo los días 2 y 5 de la semana 2, y los días 2,3 y 4 de la semana 9.

### 3.8.3. Análisis químicos

A los alimentos evaluados se les determinó el contenido de MS por secado a 105 °C, cenizas (C) y proteína cruda (PC) según son descriptos por Horwitz y Latimer (2007). Los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) fueron determinados con tecnología Ankom Fiber Analyzer 200, de forma secuencial (Van Soest et al., 1991).

### 3.9. SANIDAD

En lo que respecta a la sanidad de los animales, el primer día del período experimental (3 de julio) se les administró Ricovert, un antiparasitario inyectable, interno y de amplio espectro, a una dosis de 6 cc por animal.

### 3.10. VARIABLES CALCULADAS

#### 3.10.1. Ganancia media diaria

La GMD para cada individuo, promedio para todo el período experimental se estimó a partir de la pendiente de la regresión lineal de los registros individuales de PV en el tiempo.

#### 3.10.2. Eficiencia de conversión del suplemento

La eficiencia de conversión del suplemento fue calculada como la cantidad de grano de sorgo consumido (kg MS), por unidad de PV adicional respecto al tratamiento testigo manejado a la misma AF.

#### 3.10.3. Tasa de sustitución del forraje

La tasa de sustitución de forraje (kg de forraje que deja de comer el animal por cada kg de suplemento consumido) fue calculada como el cociente entre la diferencia de consumo de forraje (kg MS) entre los tratamientos suplementados y su correspondiente testigo; y los kg de grano consumido.

#### 3.10.4. Utilización del forraje

La utilización del forraje para cada tratamiento, fue calculada como la diferencia entre las mediciones semanales de forraje disponible y las mediciones semanales de forraje rechazado, de cada una de las franjas de los tratamientos. Dicha utilización

representa una proporción de forraje desaparecido en relación al forraje disponible previo al pastoreo.

### 3.10.5. Asignación de forraje efectiva

La asignación de forraje efectiva para cada tratamiento, fue calculada a partir de los registros de disponibilidad de entrada por parcela en las semanas 2, 5, 7, 8 y 9, y los PV correspondientes a la última pesada antes de entrar a la misma.

## 3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 3.11.1. Peso vivo

El efecto de los tratamientos sobre la GMD fue analizado usando un modelo de heterogeneidad de pendientes para medidas repetidas en el tiempo. En el mismo se estudió la evolución del PV en función del tiempo transcurrido. La forma general del modelo estadístico fue:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \epsilon_{ijk} + \beta_1 dl + \beta_{1i} \alpha_i dl + \beta_{1j} \tau_j dl + \beta_{1ij} (\alpha\tau)_{ij} dl + \beta_2 PV_{ijk} + \delta_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  es el peso vivo

$\beta_0$  es el intercepto

$\alpha_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima asignación de forraje

$\tau_j$  es el efecto de la  $j$ -ésima suplementación

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

$\epsilon_{ijk}$  es el error experimental (entre animales)

$\beta_1$  es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días ( $dl$ )

$\beta_{1i}$  es la pendiente para cada tratamiento de asignación ( $\alpha_i$ )

$\beta_{1j}$  es la pendiente para cada tratamiento suplementación ( $\tau_j$ )

$\beta_{1ij}$  es la pendiente para cada combinación asignación-suplementación ( $(\alpha\tau)_{ij}$ )

$\beta_2$  es la pendiente que afecta a la covariable peso vivo al inicio ( $PV_{ijk}$ )

$\delta_{ijkl}$  es el error de la medida repetida (dentro de animales)

La estructura de correlación de la medida repetida fue autorregresiva de orden 1 (AR(1))

### 3.11.2. Disponibilidad, rechazo, altura, consumo y utilización de la pastura

El efecto de la suplementación y la AF sobre la disponibilidad, el rechazo, la altura, el consumo y la utilización de la pastura fue analizado usando un modelo lineal general con la siguiente forma:

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

Donde:

$Y_{ijk}$  es la variable estudiada

$\mu$  es la media general

$\alpha_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima asignación de forraje

$\tau_j$  es el efecto de la  $j$ -ésima suplementación

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

$\epsilon_{ijk}$  es el error experimental

Se usó el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS.

### 3.11.3. Actividad: rumia, descanso y pastoreo (global y patrón de actividad)

El efecto de la asignación y la suplementación sobre la actividad de los animales (pastoreo, rumia, descanso), fue estudiado mediante modelos lineales generalizados de medidas repetidas, donde se asumió que el número de veces que un animal realiza una actividad (en relación al número total de veces observado) tuvo distribución binomial. La forma general del modelo fue:

$$g(p_{ijkl}) = \beta_0 + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \lambda_k + (\alpha\lambda)_{ik} + (\tau\lambda)_{jk} + (\alpha\tau\lambda)_{ijk} + \eta_l(\lambda_k)$$

Donde:

$g(p_{ijkl})$  es la función logit de la probabilidad de realización de una actividad

$\beta_0$  es un intercepto  
 $\alpha_i$  es el efecto de la i-ésima asignación de forraje  
 $\tau_j$  es el efecto de la j-ésima suplementación  
 $(\alpha\tau)_{ij}$  es la interacción entre asignación y suplementación  
 $\lambda_k$  es el efecto de la k-ésima semana  
 $\lambda_k$  es el efecto del k-ésimo día  
 $(\alpha\lambda)_{ik}$  es la interacción entre semana y asignación  
 $(\tau\lambda)_{jk}$  es la interacción entre semana y suplementación  
 $(\alpha\tau\lambda)_{ijk}$  es la interacción entre semana, asignación y suplementación  
 $\eta_l(\lambda_k)$  es el efecto del l-ésimo día dentro de la k-ésima semana

Se usó el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS.

#### 3.11.4. Tasa de bocado

El efecto de la asignación y la suplementación sobre la tasa de bocado de los animales, fue estudiado mediante modelos lineales general de medidas repetidas. La forma general del modelo fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \epsilon_{ijk} + \lambda_l + (\alpha\lambda)_{il} + (\tau\lambda)_{jl} + (\alpha\tau\lambda)_{ijl} + \epsilon_{ijkl} + \eta_m(\lambda_l) + \epsilon_{ijklm}$$

Donde:

$Y_{ijklm}$  es la tasa de bocado  
 $\mu$  es un intercepto  
 $\alpha_i$  es el efecto de la i-ésima asignación de forraje  
 $\tau_j$  es el efecto de la j-ésima suplementación  
 $(\alpha\tau)_{ij}$  es la interacción entre asignación y suplementación  
 $\epsilon_{ijk}$  es el error experimental (entre animales)  
 $\lambda_l$  es el efecto de la l-ésima semana  
 $(\alpha\lambda)_{il}$  es la interacción entre semana y asignación  
 $(\tau\lambda)_{jl}$  es la interacción entre semana y suplementación  
 $(\alpha\tau\lambda)_{ijl}$  es la interacción entre semana, asignación y suplementación  
 $\epsilon_{ijkl}$  es el error de la medida repetida (entre semanas)  
 $\eta_l(\lambda_k)$  es el efecto del l-ésimo día dentro de la k-ésima semana  
 $\epsilon_{ijklm}$  es el error de la medida repetida (entre días, dentro de semanas)

La estructura de correlación de la medida repetida fue autorregresiva de orden 1 (AR(1))

Se usó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. PRECIPITACIONES Y TEMPERATURA

En el cuadro No. 4 se presentan las temperaturas y precipitaciones ocurridas en los meses que transcurrió el trabajo experimental.

Cuadro No. 4. Temperaturas mínima, máxima y media, y precipitaciones promedio mensuales durante julio, agosto y setiembre.

Mes	Temp. Mínima (°C)	Temp. Máxima (°C)	Temp. Media (°C)	Precipitaciones (mm)
julio	8,3	17,4	12,7	134,8
agosto	8,4	20,9	14,4	5,7
setiembre	10,6	21,3	15,7	182,8
Promedio/Acumulada	9,1	19,9	14,3	323,3

Promedio/Acumulada: refiere al promedio de las temperaturas y precipitación acumulada, respectivamente.

Fuente: Estación Meteorológica de la EEMAC.

Tomando como referencia la serie histórica 2002-2013 (anexo No. 1), se observa que no fue un año típico en relación a las precipitaciones promedio históricas. Tanto los meses de julio como setiembre, las precipitaciones fueron tanto 2,34 y 1,94 veces superiores al promedio histórico respectivo. Por el contrario, en el mes de agosto las mismas fueron de un 6% del promedio histórico.

El promedio de precipitaciones acumuladas del período experimental fue de 323,3 mm, superando al registro de la media histórica en 77 mm, en tanto el registro de temperaturas medias promedio del período experimental superó en 1,2 °C la media promedio de la serie histórica, siendo la misma 14,3 °C.

Dichos registros no causan ningún sobresalto, ya que según Baetghen y Giménez (2004) es muy poco probable que un año en particular se comporte como el “año promedio”.

Se podría concluir que se trató de un período cálido, con días atípicos dentro de la estación, incluyendo veranillos, con un régimen de lluvias levemente superior en comparación con el histórico, por lo que en su conjunto, se percibió ser un invierno poco agresivo.

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

La disponibilidad y altura promedio de entrada fueron de  $2336,4 \pm 713,7$  kg MS/ha y  $26,9 \pm 3,6$  cm, respectivamente. En cuanto a la calidad, los valores promedios entre las semanas 1 y 6 fueron de 20,7% de materia seca, 10,9% de cenizas, 14,7% de proteína cruda, 52,4% de fibra detergente neutro y 23,6% de fibra detergente ácido.

En el cuadro No. 5 se presentan las medias ajustadas por tratamiento sobre las variables analizadas de la pastura.

Cuadro No. 5. Medias ajustadas por tratamiento para las variables de la pastura: disponibilidad y altura de entrada, biomasa y altura de rechazo, asignación de forraje efectiva y utilización.

Asignación de forraje (%) Suplementación	2,5			5		
	T	D	AC	T	D	AC
AF efectiva (%)	3,6	2,8	2,9	5,9	5,1	5,5
Disp. de entrada (kg/ha)	2913,2	2222,6	2341,7	2347,4	2046,6	2146,7
Altura de entrada (cm)	26,8	26,9	28,7	30,2	25,7	23,3
Biomasa de rechazo (kg/ha)	591,1	783,1	716	945,5	931,2	1048,7
Altura de rechazo (cm)	5,2	6	7,7	9,1	12,2	13
Utilización (%)	78	65	69,3	59,2	54,1	51,1

AF: asignación de forraje; Disp.: disponibilidad; T: testigo; D: suplementación diaria; AC: autoconsumo.

### 4.2.1. Asignación de forraje efectiva

La AF efectiva fue afectada por la asignación de forraje (AF) ( $p < 0,0001$ ), la forma de suplementación (SUPL) ( $p = 0,0004$ ) y la semana experimental (SEM) ( $p = 0,0240$ ). Solo la interacción AF  $\times$  SEM arrojó diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) (anexo No. 2).

En relación a SUPL, se observó una AF efectiva mayor (4,79%) para el tratamiento T respecto a AC (4,20%) y D (3,97%) durante todo el período experimental, no habiendo diferencias significativas entre estos dos últimos. Esto se debe al hecho de que por azar los tratamientos T coincidieron con parcelas de mayor disponibilidad.

En relación a la AF, los animales que debieron estar al 2,5% AF registraron una AF efectiva promedio de 3,1%, en tanto los que deberían haber pastoreado en 5% AF registraron un valor medio de 5,5%.

La interacción AF × SEM significativa responde a una semana experimental (semana 5) en la cual la AF entre ambos niveles no difirió (cuadro No. 6). Este problema puede atribuirse a que la pastura en dicha semana fue muy heterogénea a pesar de presentar alta disponibilidad promedio, viéndose afectados los tratamientos de 5% AF y favorecidos los de 2,5% AF.

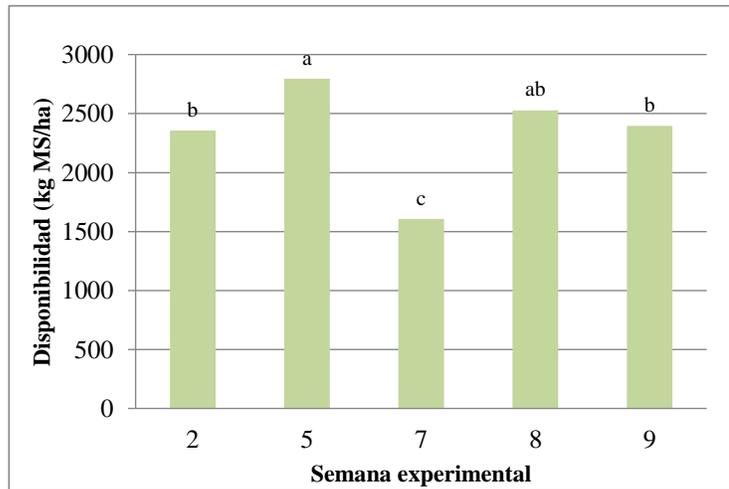
Cuadro No. 6. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la semana experimental en la asignación de forraje efectiva.

Asignación de forraje (kg/100 kg de PV)	Semana	AF efectiva (%)
5	7	6,3 a
5	8	6,2 a
5	9	5,5 ab
5	2	5,4 abc
5	5	4,3 bcd
2,5	5	4,0 cde
2,5	8	3,3 de
2,5	9	2,9 de
2,5	7	2,8 e
2,5	2	2,6 e

#### 4.2.2. Disponibilidad de forraje y altura de entrada

La disponibilidad de forraje de entrada a las parcelas varió con la AF ( $p=0,0002$ ), SUPL ( $p<0,0001$ ) y la SEM ( $p<0,0001$ ). También fue significativo el efecto de la AF × SEM ( $p<0,0001$ ) y SUPL × SEM ( $p=0,0031$ ) (anexo No. 3).

Se presenta en la gráfica No. 2 la disponibilidad de entrada en kg MS/ha durante el período experimental, verificándose que debido a la variación natural de la pastura, se generaron diferencias en la disponibilidad de entrada.



Gráfica No. 2. Disponibilidad de entrada de las semanas muestreadas (período 10/07/2014 a 4/09/2014).

Las disponibilidades a las cuales ingresaron al pastoreo los animales no serían limitantes para obtener los máximos consumos voluntarios de MS por parte de los mismos. Los valores de disponibilidad promedio obtenidos están por encima de 2000 kg MS/ha, valor considerado como limitante por Hodgson (1990). Allden y Whittaker (1970) establecen este límite en 1800 kg MS/ha. Cuando se analiza la disponibilidad por semana, en algunas no se llegó a dicho valor, pudiendo verse afectado la tasa de consumo o el tiempo de pastoreo (Allden y Whittaker, 1970). Igualmente, Pigurina et al. (1997) establecen que recién con una disponibilidad menor a 1000 kg MS/ha, los animales comienzan a tener problemas para consumir forraje.

En el cuadro No. 5 se presentan las medias ajustadas de biomasa disponible promedio de entrada para cada tratamiento durante todo el período experimental. Si bien la distribución de las unidades experimentales fue realizada al azar, la interacción AF × SUPL presentó una tendencia significativa ( $p=0,0699$ ), en la cual el tratamiento T pastoreando con una AF de 2,5% presentó mayor disponibilidad inicial de forraje promedio (2913,2 kg MS/ha), respecto a los restantes tratamientos que no presentaron diferencias entre sí.

En la interacción AF × SEM los tratamientos de 2,5% AF en la semana 5 se destacan sobre el resto, siendo la disponibilidad de entrada de 3649,7 kg MS/ha. Dicho valor pudo haber sido la causa principal de la elevada AF efectiva (4,0%) obtenida en este tratamiento (cuadro No. 6). Por el contrario se vio perjudicada la interacción de 2,5% AF semana 7, con 1512,3 kg MS/ha (anexo No. 3).

En SUPL × SEM, los tratamientos T en la semana 5 y los AC en la semana 8 se vieron beneficiados con una mayor disponibilidad de entrada, y por el contrario los

tratamientos T, D y AC en la semana 7, presentaron los mínimos valores observados (anexo No. 3).

Para la variable altura de entrada, el único efecto que por sí solo presentó diferencias significativas fue SUPL ( $p=0,0386$ ). En las interacciones, en  $AF \times SUPL$  ( $p=0,0017$ ) y en  $AF \times SUPL \times SEM$  ( $p=0,0005$ ) se observaron diferencias significativas (anexo No. 4).

En la interacción de  $AF \times SUPL$ , el grupo 5% T y todos los tratamientos de 2,5% fueron los que presentaron la mayor altura promedio de forraje a la entrada de la parcela, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Se vio perjudicado significativamente el tratamiento 5% AC, con una altura de entrada de 23,3 cm (cuadro No. 5).

En la triple interacción  $AF \times SUPL \times SEM$ , el tratamiento 5% T en la semana 2 fue el que presentó la mayor altura de entrada (32,7 cm), y el tratamiento 5% AC de la misma semana, fue el de menor altura de entrada (19,7 cm), ambos difiriendo significativamente del resto (anexo No. 4).

Al igual que en la disponibilidad de entrada, las alturas medias de ingreso tampoco serían limitantes para la obtención de máximos consumos. Los valores reportados se encuentran por encima del rango óptimo propuesto por Zanoniani et al. (2000), el cual es entre 15 y 20 cm.

#### 4.2.3. Biomasa y altura de rechazo

Los efectos principales AF ( $p<0,0001$ ) y SEM ( $p=0,0004$ ) afectaron a la biomasa de forraje rechazado luego de cada pastoreo, no habiendo efecto de la SUPL, ni de las interacciones dobles y triple entre factores (anexo No. 5).

Si bien no se manifestó un efecto significativo de la interacción  $AF \times SUPL$ , se observa claramente la superioridad de los tratamientos de 5% AF (975,1 kg MS/ha) comprado con los de 2,5% (696,7 kg MS/ha) (anexo No. 5). Estos resultados fueron los esperables debido a que en esta variable es donde el efecto de AF se manifiesta en mayor medida. Los tratamientos de mayor presión de pastoreo, fueron los que menor biomasa de rechazo presentaron, tal como afirman Poppi et al. (1987), Hodgson (1990), realizando un mayor aprovechamiento de la pastura para lograr satisfacer sus requerimientos nutricionales. Siguiendo esta idea, Bianchi (1982) reporta que a más forraje asignado mejor es la calidad del forraje consumido, por lo tanto es probable que asignaciones que presentan un mayor rechazo hayan seleccionado una dieta de mejor calidad.

Estos resultados de biomasa de rechazo concuerdan con los presentados por Beretta et al. (2002), trabajando con novillos Hereford pastoreando *Avena sativa*, donde

el forraje residual fue mayor en altas AF (1300 kg MS/ha en 5%) comparado a bajas asignaciones (804 kg MS/ha en 2,5%).

En relación al efecto SEM, todas las semanas evaluadas presentaron la misma biomasa rechazada, a excepción de la semana 7 que presentó el valor más bajo estadísticamente. Esto era esperable, ya que en dicha semana se registró la menor disponibilidad de entrada (gráfica No. 2).

En lo que refiere a altura de rechazo, todos los efectos principales presentaron diferencias significativas ( $p=0,003$  para AF,  $p=0,0238$  para SUPL, y  $p=0,0297$  para SEM). Únicamente la interacción de SUPL  $\times$  SEM determinó diferencias significativas ( $p=0,0126$ ) (anexo No. 6).

Dentro de AF, los tratamientos al 5% presentaron mayores alturas de rechazo que los 2,5 % (11,4 vs. 6,3 cm). De esta forma, habiendo presentado los valores de biomasa de rechazo se confirma la relación entre ambas variables; que a mayor AF mayor es la biomasa y altura rechazada. Acorde con Almada et al., Cabrera et al., citados por García et al. (2008) el forraje residual medido como altura remanente aumenta a medida que la presión de pastoreo disminuye.

La forma de suplementación mostró el mismo patrón en ambas AF: AC, D, T (de mayor a menor altura). El hecho de que la suplementación haya determinado efectos significativos en la altura del forraje rechazado contrasta con los resultados obtenidos por Cepeda et al. (2005), los cuales encontraron que la suplementación con grano entero de maíz no tuvo efecto sobre la altura de forraje rechazado.

#### 4.2.4. Utilización del forraje

Los efectos principales AF y SUPL generaron diferencias significativas en la utilización del forraje ( $p<0,0001$  y  $p=0,0020$  respectivamente), siendo estos efectos independientes entre sí ( $p= 0,2025$ ) (cuadro No. 7). Únicamente la interacción AF  $\times$  SEM determinó diferencias significativas ( $p=0,0383$ ) (anexo No. 7).

Cuadro No. 7. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la forma de suplementación (SUPL) sobre la utilización del forraje.

AF/SUPL	AC	D	T	Promedio
2,5%	69,3	65,0	77,9	70,7 A
5%	51,1	54,1	59,2	54,8 B
Promedio	60,2 b	59,6 b	68,6 a	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente  $p< 0,05$ .

A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente  $p< 0,05$ .

La utilización de forraje se redujo un 15% cuando se pasó de 2,5% a 5%, y la suplementación causó el mismo efecto con respecto al T, siendo ésta disminución entorno al 8%.

Los tratamientos 2,5% AF presentaron una utilización promedio de 70,7% mientras que en los de 5% AF fue de 54,8%. La diferencia entre estos valores fue similar a la obtenida por Berasain et al. (2002) quienes encontraron que la utilización se redujo un 20% al pasar de una baja a una alta AF. Dichos resultados fueron los esperados, y afirmados por Hodgson (1990), Risso et al. (1991) de que a mayor presión de pastoreo, mayor es la utilización del forraje. Se afirma entonces que la presión de pastoreo es la gran responsable de determinar la utilización de la pastura (Viglizzo, 1981). Los valores de utilización obtenidos no concuerdan con lo mencionado por Elizalde (2003b), quien sostiene que con AF del 5% sobre pasturas de calidad no se pueden esperar utilidades mayores al 45%, siendo que en el presente trabajo se obtuvo un 54,8% de utilización promedio a igual AF.

Cuando se realizan pastoreos en baja AF se favorece la utilización del mismo, mientras que en pastoreo a altas asignaciones, se reduce (Fulkerson y Slack, 1995). Por lo tanto se podría incrementar la producción animal por hectárea si se aumenta la carga debido a una mejor utilización del forraje (Viglizzo, 1981), pero se obtendrían menores ganancias individuales en los animales (Cangiano, 1997).

Los animales T fueron los que significativamente utilizaron mejor el forraje (68,6%), mientras que los tratamientos suplementados no difieren entre sí (60,2 % y 59,6 %, AC y D, respectivamente). Valores similares fueron encontrados por Berasain et al. (2002) donde al suplementar a iguales AF que las usadas en este experimento, la utilización disminuyó un 7%. Esto es confirmado por lo reportado por Carriquiry et al. (2002), Bartaburu et al. (2004), indicando que al suplementar disminuye significativamente el % de utilización del forraje, debido a la sustitución de forraje por concentrado.

#### 4.2.5. Composición química

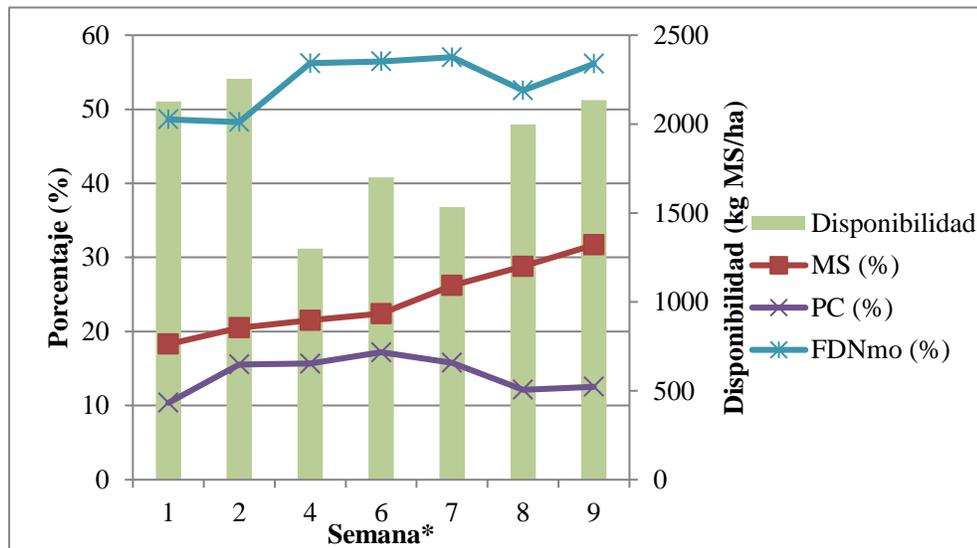
Cuadro No. 8. Composición química de la pastura en función de las semanas experimentales (período 03/07/2014 a 4/09/2014).

Semana*	MS (%)	C (%)	PC (%)	FDNmo (%)	FDAmo (%)
1	18,3	10,0	10,4	48,6	23,0
2	20,5	10,8	15,5	48,3	22,3
4	21,5	11,0	15,7	56,2	24,4
6	22,4	11,7	17,2	56,5	24,6
7	26,2	13,9	15,8	57,0	24,8
8	28,8	13,6	12,1	52,6	24,0
9	31,7	14,5	12,5	56,2	25,3

MS: materia seca; C: cenizas; PC: proteína cruda; FDNmo: fibra detergente neutro de la materia orgánica; FDAmo: fibra detergente ácido de la materia orgánica.

\*Las semanas 7, 8 y 9 corresponden a muestras de Hand-clipping.

Analizando los resultados de la composición química de la pastura utilizada, presentados tanto en el cuadro No. 8 como en la gráfica No. 3, se puede reafirmar el concepto desarrollado por Cherney y Cherney (1998), donde establecen que el aporte de nutrientes de una pastura varía en función de la evolución de su estado de desarrollo. Esto se puede apreciar claramente en el contenido de PC, FDN y FDA, los cuales varían en el tiempo. Zanoniani et al. (2000), detallando esta variación, establecen que a medida que la planta de forraje madura, la concentración de fibra y el componente MS aumentan, mientras que la concentración de proteína declina. Los resultados de las semanas 7, 8 y 9 corresponden a los obtenidos mediante la técnica de Hand-clipping, imitando el forraje cosechado por el animal. Cabe destacar que la pastura se mantuvo en estado vegetativo durante todo el período experimental.



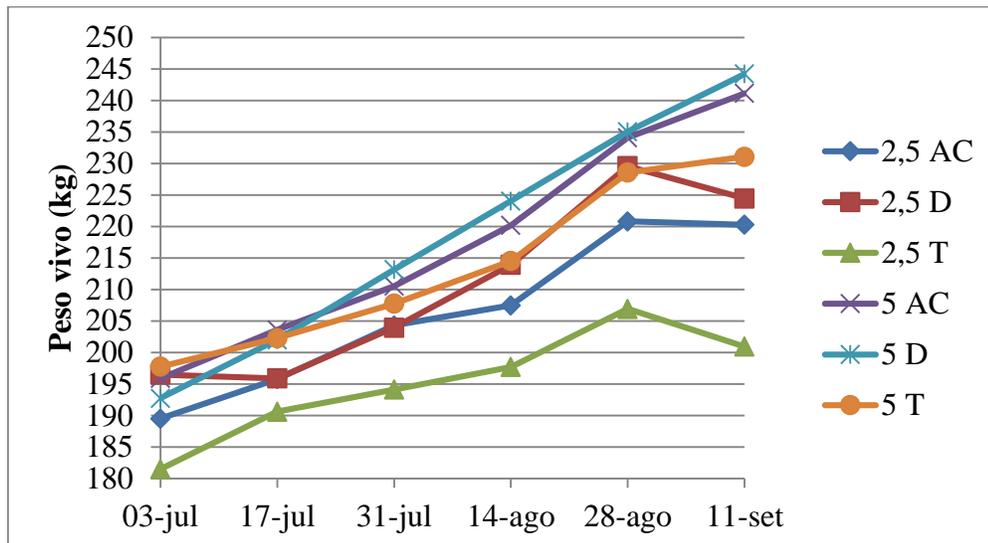
MS: materia seca; PC: proteína cruda; FDNmo: fibra detergente neutro de la materia orgánica.  
 \*Las semanas 7, 8 y 9 corresponden a muestras de Hand-clipping.

Gráfica No. 3. Disponibilidad y evolución de la composición química de la pastura a lo largo de todo el período experimental (período 03/07/2014 a 4/09/2014).

### 4.3. RESPUESTA ANIMAL

#### 4.3.1. Evolución del PV y GMD

En la gráfica No. 4 se observa la evolución de los PV por tratamiento a lo largo del período experimental.



AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

Gráfica No. 4. Evolución del peso vivo a lo largo de todo el período experimental (03/07/2014 a 11/09/2014).

La GMD fue afectada por AF ( $p < 0,0001$ ) y SUPL ( $p < 0,0001$ ), como era esperable. Sin embargo no se observó efecto de la interacción entre ambos factores (anexo No. 8).

En el cuadro No. 9 se presentan los coeficientes de regresión para las pendientes de evolución de PV en cada tratamiento, representando la GMD para todo el período experimental.

Cuadro No. 9. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre la ganancia media diaria.

AF/SUPL	AC	D	T	Promedio
2,5%	0,437	0,458	0,225	0,374 B
5%	0,675	0,745	0,521	0,647 A
Promedio	0,556 a	0,601 a	0,373 b	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

Los animales suplementados presentaron mayor GMD que los animales del tratamiento T, confirmando una de las hipótesis del trabajo. Esto puede deberse a que el suplemento permitiría corregir el desbalance nutricional de la pastura, debido a la baja relación energía-proteína que se da en el rumen, y que podría reducir la eficiencia de

síntesis de proteína microbiana y por ende la digestión (Pordomingo 2003, Banchemo y Vaz Martins 2005, Noro et al. 2006). A su vez, no se observaron diferencias significativas en GMD entre las dos formas del suministro del suplemento, verificándose otra de las hipótesis planteadas.

En relación al efecto AF, se observó la superioridad del 5% frente al 2,5% en 0,273 kg/a/día. Esta superioridad era esperable, ya que en similar experiencia también se manifestaron mayores performances al aumentar la AF. Simeone y Beretta (2004), trabajando con terneros Hereford pastoreando praderas mezcla en invierno, registraron en promedio (suplementados + testigos) GMD de 0,396 kg/a/día en 2,5% AF y 0,574 kg/a/día en 5% AF, siendo la diferencia 0,178 kg/a/día.

En otro experimento realizado por Beretta et al. (2010b) sobre avena en terneras Hereford sin suplementar, obtuvieron GMD superiores en 0,307 kg/a/día para 2,5% T, y 0,131 kg/a/día en 5% T.

Cepeda et al. (2005) trabajando con terneros sobre raigrás (2,5% AF) y suplementados con maíz entero al 1% del PV, obtuvieron resultados que si bien son superiores en GMD a los registrados a misma AF en el presente experimento, la respuesta a la suplementación fue similar (0,239 kg/día vs. 0,223 kg/día). Esta diferencia en GMD podría explicarse por un plano nutricional diferente, tanto en la base forrajera como en el suplemento.

La ausencia de interacción AF  $\times$  SUPL contradice la hipótesis planteada, en tanto se esperaba que la respuesta a la suplementación fuera inversa a la asignación de forraje (Simeone et al., 2004). Bartaburu et al. (2003) en términos de ganancia de peso, afirman que solo existe respuesta a la suplementación en los tratamientos de menor AF, no así en los tratamientos de mayor asignación. En este último caso es esperable que no exista respuesta debido a que la oferta forrajera es más que suficiente para que los animales expresen el máximo consumo y las máximas ganancias, pero también es de esperar mayor tasa de sustitución de forraje por suplemento en tales circunstancias (Simeone, 2005).

Esto posiblemente se relacione a la problemática de los verdes de invierno, como lo es la avena, en los cuales se plantean limitantes como el bajo contenido de MS y la baja concentración de carbohidratos solubles, afectando el consumo efectivo de MS y energía (Elizalde 1993, Méndez y Davies 2002), lo que ha sido indicado como una de las posibles causas de las bajas ganancias observadas en animales pastoreando este tipo de pasturas (Simeone, 2005).

Asimismo, el hecho de haberse registrado mayores valores de AF efectiva en los tratamientos T respecto a los suplementados, reduciría la respuesta a la suplementación. Ésta diferencia fue más acentuada en los tratamientos de menor AF (0,60 vs. 0,75) (cuadro No. 5).

En relación al PV final, los efectos principales AF y SUPL determinaron diferencias significativas ( $p < 0,0001$  en AF, y  $p = 0,0007$  en SUPL) (anexo No. 9). Como era esperable, en el cuadro No. 10 se observa la superioridad de los tratamientos al 5% AF frente a los tratados al 2,5%. Y dentro del efecto SUPL, los mayores pesos observados de los suplementados (sin diferencias significativas entre AC y D) frente a los tratamientos T.

Cuadro No. 10. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre el peso vivo final.

AF/SUPL	AC	D	T	Promedio
2,5%	220,3	224,5	200,9	215,2 B
5%	241,2	244,2	231,1	238,8 A
Promedio	230,7 a	234,4 a	216,0 b	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).  
A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma columna difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).  
AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

#### 4.4. CONSUMO

Cuadro No. 11. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre el consumo de materia seca (MS) de forraje, suplemento y total, expresado en % de peso vivo (PV).

	Asignación de forraje		Forma de suplementación		
	2,5%	5%	AC	D	T
CMS Forraje	2,24 B	3,06 A	2,43 b	2,31 b	3,22 a
CMS Suplemento	0,79 a	0,76 b	0,55 B	0,99 A	-
CMS Total	2,80 B	3,58 A	3,04	3,32	3,22

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).  
A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).  
CMS: consumo de materia seca; AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

Cuadro No. 12. Efecto de la asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) sobre el consumo de materia seca (MS) de forraje, suplemento y total, expresado en kg/a/día.

	Asignación de forraje		Forma de suplementación		
	2,5%	5%	AC	D	T
CMS Forraje	4,49 B	6,66 A	5,17 b	5,02 b	6,53 a
CMS Suplemento	1,64	1,62	1,14 B	2,12 A	-
CMS Total	5,66 B	7,81 A	6,50	7,17	6,53

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

A y B: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

CMS: consumo de materia seca; AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

#### 4.4.1. Consumo de MS de forraje

El CMS de forraje expresado como % de PV fue afectado por todos los efectos principales ( $p < 0,0001$  para AF,  $p < 0,0001$  para SUPL, y  $p = 0,0202$  para SEM) y por las interacciones AF  $\times$  SEM ( $p < 0,0001$ ) y SUPL  $\times$  SEM ( $p = 0,0431$ ) (anexo No. 10).

La misma variable expresada como kg/a/día presentó diferencias significativas en todos los efectos principales ( $p < 0,0001$  para AF,  $p = 0,0002$  para SUPL, y  $p = 0,0027$  para SEM). Además se aprecian diferencias significativas en el consumo debido a la interacción AF  $\times$  SEM ( $p < 0,0001$ ) (anexo No. 11).

El efecto SUPL determinó que los animales del grupo T consumieran significativamente mayor cantidad de forraje que los de AC o D, los cuales no difirieron entre sí. Esto coincide con Pordomingo (2003a), quien expresa que al suplementar con niveles superiores al 0,5% del PV del animal, se esperaría una disminución del consumo de forraje de los suplementados frente a los testigos. En este caso, el hecho de suplementar determinó una disminución de un 26% en el consumo de forraje (cuadro No. 11).

Coincidiendo con Berasain et al. (2002), García (2008), la AF mostró ser otro de los factores que afectan el consumo de forraje, más allá de que si los animales estaban siendo suplementados o no. Al aumentar la AF se obtuvo una respuesta positiva en el consumo de MS de forraje. Berasain et al. (2002) cuantifican este aumento en 34% más (en función del % de PV), al pasar de 2,5% a 5% de AF, mientras que en este trabajo se constató un 27% más de consumo. Esto coincide con los trabajos realizados anteriormente por Hodgson (1985), Méndez y Davies (2004), Damonte et al. (2004).

Según el modelo de predicción de consumo de forraje aportado por Australian Feeding Standards (1994), el consumo potencial para los animales sería de 9,33

kg/a/día. Cuando se corrige este consumo potencial por la calidad y disponibilidad de la pastura, el modelo predice un consumo real de 6,80 kg/a/día. Este valor correspondería a los animales sin suplementación, con forraje ad libitum (tratamiento 5% T), el cual fue de 7,65 kg/a/día (anexo No. 11).

#### 4.4.2. Consumo de MS de suplemento

El consumo de MS del suplemento analizado como % PV de los animales fue afectado por AF ( $p=0,0257$ ), SUPL ( $p<0,0001$ ) y por el efecto SEM ( $p<0,0001$ ). Cuando se consideran las interacciones entre estos factores, AF  $\times$  SUPL ( $p=0,0275$ ) y SUPL  $\times$  SEM ( $p<0,0001$ ) fueron los que determinaron diferencias significativas en el consumo (anexo No. 12).

En kg/a/día, los efectos principales que arrojaron diferencias fueron SUPL y SEM ( $p<0,0001$  en ambos casos). Únicamente la interacción SUPL  $\times$  SEM arrojó diferencias significativas ( $p<0,0001$ ) (anexo No. 13).

La interacción AF  $\times$  SUPL determinó que los animales suplementados diariamente consumieran la totalidad del suplemento ofrecido (1% PV) independientemente de la AF considerada. Sin embargo, cuando el suplemento se ofreció en AC, el consumo fue menor que el registrado diariamente, siendo éste más bajo cuando pastorearon en 5% AF (0,52%) que en 2,5% (0,58%) (anexo No. 12).

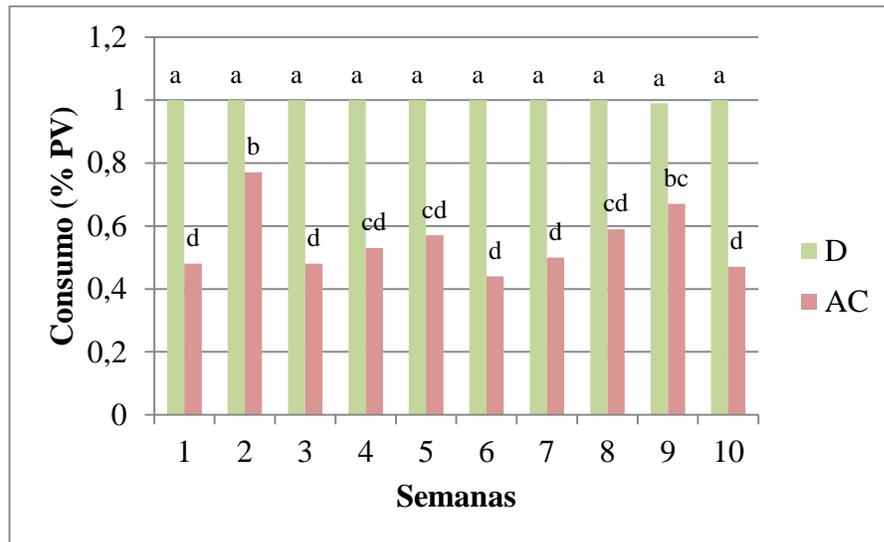
Teniendo en cuenta que parte del objetivo del experimento fue que los animales suplementados consumieran el 1% de su PV, en los animales suplementados en AC no se logró dicho objetivo, ya que el consumo fue de 0,55% promedio para ambas AF. Blasina et al. (2010), Henderson et al.<sup>3</sup>, suministrando el concentrado ad libitum en comederos de AC y controlando el consumo incluyendo 15% de sal común (recomendación de acuerdo al peso de terneros según Rich et al., citados por Beretta y Simeone, 2013), lograron restringir el consumo al 1,36% y 1,19% del PV, respectivamente. Visto esto, se podría plantear como una de las causas del bajo consumo, un efecto de restricción de la sal mayor al esperado. Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013), plantean que si bien la sal puede ser utilizada para regular el consumo, existen factores como la variabilidad natural entre animales en su capacidad para tolerar mayores consumos de sal, que generan que no se trate de un regulador preciso. Además mencionan otros elementos que influyen tales como la palatabilidad de

---

<sup>3</sup> Henderson, A.; Iribarne, R.; Silveira, B. 2014. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

la ración o la disponibilidad de forraje y su calidad, los cuales podrían modificar el consumo esperado.

Cuando se considera la interacción  $SUPL \times SEM$ , se aprecia nuevamente que todos los tratamientos de D son significativamente superiores e iguales entre sí en cuanto al consumo de suplemento que los tratamientos en AC, independientemente de la semana considerada. A su vez, se observa un consumo relativamente estable del AC a lo largo del experimento (gráfica No. 5).



AC: autoconsumo; D: suplementación diaria.

Gráfica No. 5. Efecto de la forma de suministro (autoconsumo vs. diario) y la semana experimental sobre el consumo de suplemento, expresado en % de peso vivo.

#### 4.4.3. Consumo de MS total

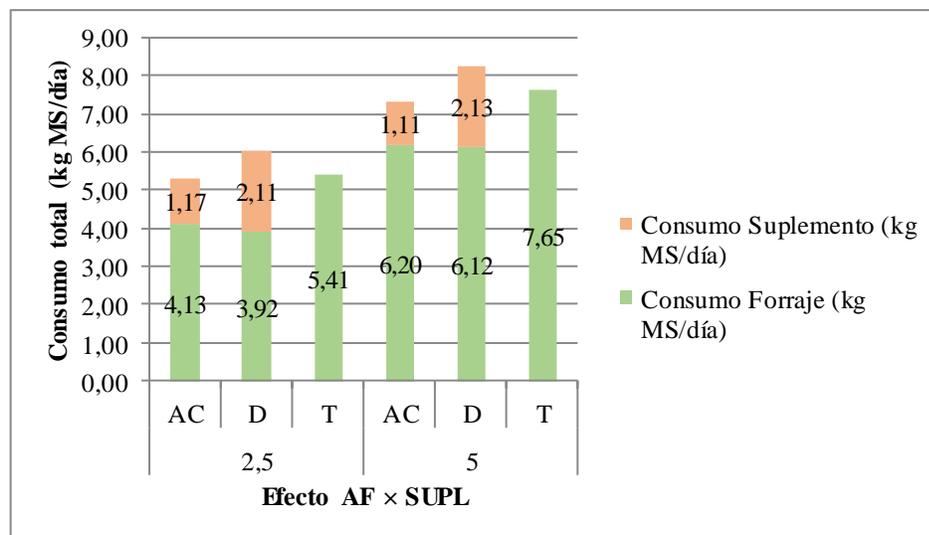
El CMS total expresado en porcentaje del PV fue afectado únicamente por AF ( $p < 0,0001$ ), SEM ( $p = 0,0302$ ) y por las interacciones  $AF \times SEM$  ( $p < 0,0001$ ) y  $SUPL \times SEM$  ( $p = 0,0413$ ) (anexo No. 14).

La misma variable expresada como kg/a/día fue afectada únicamente por AF ( $p < 0,0001$ ), SEM ( $p = 0,0020$ ) y las interacciones  $AF \times SEM$  ( $p < 0,0001$ ) y  $SUPL \times SEM$  ( $p = 0,0373$ ) (anexo No. 15).

En los cuadros No. 11 y 12 se aprecia el efecto individual de la AF tanto en % de PV como en kg/a/día, ya que los animales en 5% AF consumieron cantidades significativamente mayores de MS total que aquellos en 2,5%. Este hecho remarca la

importancia del forraje en la dieta, pues el mayor consumo total se da gracias a la mayor AF, tal como reportan Berasain et al. (2002).

Los resultados obtenidos difieren con los reportados por otros autores, quienes hallaron diferencias en consumo total de MS entre animales suplementados y no suplementados, siendo la respuesta observada dependiente de la AF a la cual pastoreaban. En nuestro caso el consumo total de MS fue de 2,77% y 2,86% para suplementados y no suplementados, en 2,5% AF; mientras que Berasain et al. (2002) registraron 2,26% y 1,43% PV, respectivamente. Para 5% AF, se registraron consumos totales de MS de 3,59% y 3,57% para suplementados y no suplementados; en tanto Berasain et al. (2002) registraron 2,43% y 2,03% PV (anexo No. 14).



AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

Gráfica No. 6. Contribución relativa del CMS de forraje y suplemento al consumo total de MS en novillos pastoreando diferentes asignaciones de forraje y suplementación en autoconsumo o diariamente.

El tratamiento 2,5% D mostró un comportamiento de sustitución con adición, debido a que se deprimió el consumo de MS del forraje pero aumentó el consumo de MS total (Pigurina, 1997). Mientras que el tratamiento en AC el suplemento generó solamente sustitución del forraje. Dicho comportamiento en AC y D también se observó en 5% AF, pero en AC el efecto de suplementación no sólo disminuyó el consumo de forraje, sino que también el consumo total de MS, siendo una sustitución con depresión. Viendo estos resultados se estaría comprobando una de la hipótesis planteadas, ya que la respuesta a la suplementación estuvo mediada por cambios en las relaciones de sustitución/adición.

Esto es confirmado por lo planteado por Pordomingo (2003), donde al haber una suplementación superior al 0,5% del PV del animal, es muy probable que se dé un efecto de sustitución, por lo que se esperaría una disminución del consumo de forraje de los suplementados frente a los testigos.

En los tratamientos en AC se verifica lo expresado por Elizalde (1999), quien sostiene que al suplementar una pastura de alta calidad y buena disponibilidad se nota una disminución en el consumo de forraje mayor al aumento del consumo total de MS. La tasa de sustitución está correlacionada positivamente con la calidad y disponibilidad de las pasturas (Bargo et al., 2003).

#### 4.4.4. Tasa de sustitución

La forma de suministro del suplemento afectó la tasa de sustitución ( $p=0,0215$ ), independientemente de la AF ( $p>0,05$ ). Los tratamientos de AC tuvieron una tasa de sustitución promedio de 1,21 mientras que la de los tratamientos D fue de 0,73 (anexo No. 16).

Cuadro No. 13. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la forma de suplementación (SUPL) sobre la tasa de sustitución de forraje.

AF/SUPL	AC	D	Promedio
2,5%	1,03	0,70	0,86
5%	1,40	0,76	1,08
Promedio	1,21 a	0,73 b	

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p<0,05$ ).  
D: suplementación diaria; AC: autoconsumo.

Prescott, citado por Carriquiry et al. (2002), afirma que la tasa de sustitución aumenta en la medida que aumenta la AF. Si bien en este caso no se observan diferencias significativas, se puede apreciar este comportamiento.

Taylor y Wilkinson, citados por Elizalde (2003a) reportan valores de sustitución promedios en pasturas de alta calidad entre 0,5 y 1 kg de forraje por kg de suplemento consumido. Elizalde (2003a) agrega que la sustitución comienza en niveles de suplementación de 0,2 a 0,3% de PV. Elizalde (1999) considera que las mayores tasas de sustitución ocurren cuando se suplementa sobre pasturas de alta calidad con niveles de grano moderados o altos y cuando la AF no es limitante para el consumo voluntario de los animales.

Los resultados obtenidos contrastan con los de Risso et al. (1991), Berasain et al. (2002), donde obtuvieron tasa de sustitución en torno a 0,2 en condiciones de forraje restringidas (2,5% AF), en pasturas de alta calidad. Sin embargo la tasa de sustitución registrada en 5% AF fue similar a la obtenida por French et al. (2001) quien registró tasas de 0,8.

Las diferencias significativas reportadas en SUPL, contrasta con lo obtenido por Cepeda et al. (2005) quienes obtuvieron tasas de 0,29 y 0,31 en tratamientos de suplementación diaria y semanal respectivamente, en una AF de 2,5%.

El efecto de la forma de suministro sobre la tasa de sustitución estaría más explicado por las diferencias de consumo de suplemento entre D y AC, el cual fue mayor en el primero, en tanto el consumo de forraje fue similar.

#### 4.4.5. Eficiencia de conversión del suplemento

No se reportaron diferencias significativas en la eficiencia de conversión debida a los efectos principales AF y SUPL, ni a su interacción. En el cuadro No. 14 se presentan las medias por tratamiento (anexo No. 17).

Cuadro No. 14. Efecto de asignación de forraje (AF) y forma de suplementación (SUPL) en la eficiencia de conversión del suplemento.

AF/SUPL	AC	D	Promedio
2,5%	5,88	7,96	6,92
5%	8,76	9,97	9,37
Promedio	7,33	8,96	

AC: autoconsumo; D: suplementación diaria.

Al observar los resultados, los mismos concuerdan con la hipótesis planteada, la cual establece que la eficiencia de conversión no presenta diferencias significativas en la forma de suministro del suplemento.

Los resultados obtenidos en AC se asemejan a los reportados por Cepeda et al. (2005), quienes trabajando con terneros sobre raigrás a una asignación de 2,5%, obtuvieron valores de 6,9:1 y 6,3:1 para autoconsumo y suplementación diaria, respectivamente. A su vez, Caorsi et al. (2001), trabajando con terneros al 3,75% de AF y suplementados diariamente al 1% de PV, obtuvieron una eficiencia de 9:1.

El hecho de que no existan efectos significativos en la eficiencia de conversión asociados a la forma de suplementación, probablemente asociado al bajo número de repeticiones del experimento, no quiere decir que no se observe la mejor eficiencia de

conversión del AC respecto a D (a igual AF), explicada por similares GMD entre ambas formas de suplementación, y diferencias significativas en el consumo de suplemento a favor de D (AC=0,55% y D=0,99%). Diferencias de dos kilos de suplemento en 2,5% AF y un kilo en 5% AF, toman relevancia a la hora de hacer cálculos económicos.

#### 4.5. COMPORTAMIENTO ANIMAL

La interacción entre la pastura y el animal en pastoreo es un proceso dinámico, en el que por un lado los atributos del forraje inciden sobre las características del material ingerido y por otro, el animal, a través del residuo que deja, afectará la capacidad de rebrote de la pastura. Por lo tanto, en función del forraje disponible el animal adapta su comportamiento ingestivo, destinando distintos tiempos a las actividades en pastoreo para satisfacer sus requerimientos (Elizondo et al., 2002).

##### 4.5.1. Actividad de pastoreo, descanso y rumia

Teniendo en cuenta que el análisis de comportamiento animal en pastoreo se realizó durante el período de horas luz, las tres grandes actividades que los animales realizaron fueron, en orden de importancia relativa del tiempo dedicado a cada una de ellas: el pastoreo (49%), el descanso (22%) y la rumia (20%).

No se tomó en cuenta para el análisis estadístico la probabilidad de visita al comedero y bebedero, por la baja frecuencia en los registros, por lo tanto se toma como referencia los valores teóricos. La probabilidad de visita al comedero en D fue de 0,046 y en AC fue de 0,066. En cuanto a la visita al bebedero, la probabilidad fue de 0,046 en T, 0,018 en D y 0,047 en AC.

En cuadro No. 15 se presenta la distribución de visita al comedero a lo largo del día según las formas de suplementación (en %). En el mismo se puede apreciar como en D los animales visitan el comedero mayormente en las primeras horas de la mañana consumiendo en ese momento la totalidad del suplemento, mientras que en AC presentaron una distribución más homogénea a lo largo del día. Ambos comportamientos se relacionan a la forma de suministro del suplemento.

Cuadro No. 15. Distribución porcentual de visita al comedero a lo largo del día, según la forma de suplementación.

Hora	AC	D
	%	
9 a 11	39	64
11 a 13	18	11
13 a 15	14	11
15 a 17	29	13

D: suplementación diaria; AC: autoconsumo.

La probabilidad de pastoreo fue afectada significativamente por la SUPL ( $p=0,0022$ ), la SEM ( $p=0,0273$ ) y el día dentro de la semana ( $p < 0,0001$ ), en tanto se observó un efecto de tendencia para la AF ( $p=0,057$ ) (anexo No. 18).

En el cuadro No. 16 se presenta el efecto de la forma de suministro, la semana experimental y el día dentro de semana, en la probabilidad de ocurrencia de pastoreo.

Cuadro No. 16. Efecto de la forma de suplementación, la semana experimental y el día dentro de la semana sobre la probabilidad de ocurrencia de pastoreo.

Forma de suplementación	
T	0,56 a
D	0,47 b
AC	0,44 b
Semana	
2	0,53 a
9	0,46 b
Día dentro de Semana	
2	0,40 b
3	0,49 a
4	0,52 a
5	0,56 a

a y b: medias seguidas por distintas letras en cada efecto en la misma columna difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

T: testigo; D: suplementación diaria; AC: autoconsumo.

En relación a SUPL, la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue significativamente mayor en los tratamientos T, que en aquellos suplementados, los cuales no difieren entre sí. La suplementación altera la actividad normal de pastoreo (Prescott, citado por Carriquiry et al., 2002), reduciendo el tiempo de pastoreo y el consumo total de forraje (Elizalde 2000, Cepeda et al. 2005).

La actividad de pastoreo fue mayor en la semana 2 que en la 9, probablemente debido a un mayor contenido de humedad y menor cantidad de fibra en la pastura (cuadro No. 8), que hace que la tasa de pasaje del alimento sea mayor y por lo tanto aumente el tiempo de pastoreo. Esto se puede confirmar con lo dicho por Elizondo et al. (2003), quienes registraron una disminución en el tiempo de pastoreo y un aumento de rumia con el correr de las semanas, explicándolo por el mayor contenido de MS de la pastura, y el mayor contenido de fibra de la misma. En el presente trabajo, la composición de la pastura (% MS y fibra) varió de la misma forma, sin embargo la actividad de rumia se mantuvo constante, sin variaciones significativas como se analizará a continuación. Esto puede ser explicado por la ausencia de registros nocturnos, subestimando la actividad de rumia.

Al avanzar los días dentro de la semana de pastoreo, se observa que la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue mayor, para compensar un menor tamaño de bocado debido al descenso de la disponibilidad. Chacón et al. (1978), afirman que los animales tienden a compensar las reducciones del tamaño de bocado incrementando la tasa de bocado o el tiempo de pastoreo. Stockdale y King (1983), señalan que existe una relación curvilínea entre el tiempo de pastoreo y AF, de modo que el tiempo de pastoreo aumenta a medida que la AF decrece. Esto a su vez podría explicar la tendencia que existe en la influencia de la AF sobre el tiempo de pastoreo, siendo superior la probabilidad de encontrar un animal pastoreando en 2,5% ( $P=0,52$ ) que en 5% ( $P=0,47$ ).

Para el tiempo dedicado al descanso, tanto AF ( $p=0,0461$ ), SUPL ( $p=0,0291$ ), día dentro de la semana ( $p < 0,0001$ ) y la interacción SUPL  $\times$  SEM ( $p=0,0013$ ) tuvieron efectos significativos sobre dicha actividad (anexo No. 19).

Cuadro No. 17. Efecto de la asignación de forraje (AF), del día dentro de la semana y de la interacción forma de suplementación y semana experimental (SUPL × SEM) sobre la probabilidad de ocurrencia de descanso.

AF (% de PV)		
	5	0,53 a
	2,5	0,24 b
Día dentro de semana		
	2	0,28 a
	4	0,20 b
	3	0,19 b
	5	0,18 b
SUPL × SEM		
AC	2	0,27 ab
D	2	0,21 abc
T	2	0,17 bc
D	9	0,33 a
T	9	0,24 ab
AC	9	0,11 c

a, b y c: medias seguidas por distintas letras en cada efecto en la misma columna difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

D: suplementación diaria; AC: autoconsumo; T: testigo.

Dentro de AF, una mayor asignación determinó una mayor probabilidad de descanso. Continuando con lo dicho anteriormente, al pasar a una AF de 2,5% aumenta la probabilidad de pastoreo, a expensas de un detrimento en la actividad de descanso. Resultados similares fueron obtenidos por Eirin (s.f.) quien analizando el comportamiento animal concluyó que a medida que el tiempo de pastoreo tiende a incrementarse, el tiempo de descanso se reduce.

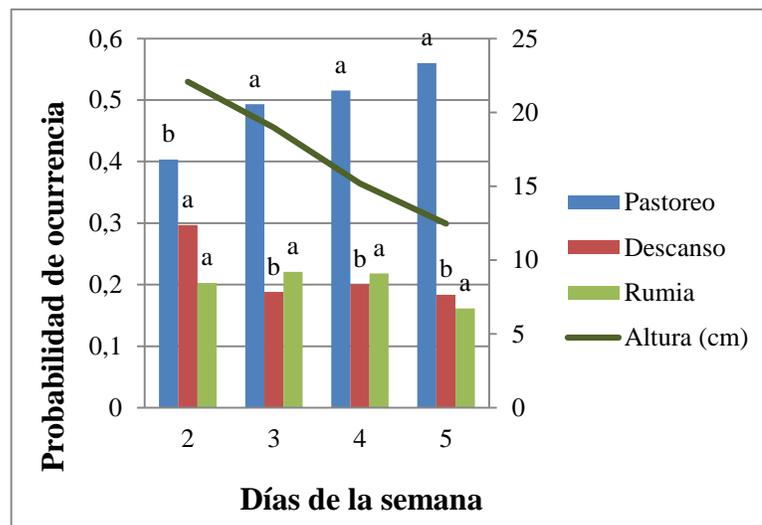
Se reporta un mayor descanso en el día 2 dentro de la semana de pastoreo y una tendencia a una menor probabilidad de descanso en el correr de los días dentro de la semana. Continuando con el mismo comportamiento de que al aumentar el pastoreo disminuye el tiempo de descanso.

En la interacción SUPL × SEM no se mostró un comportamiento definido, sin embargo era esperable que el tiempo promedio dedicado a la actividad de descanso fuese mayor para los animales suplementados, debido a que los mismos sustituyen tiempo de pastoreo por tiempo de descanso, como fue reportado por Berasain et al. (2002), García (2008).

Para el análisis de probabilidad dedicada a la rumia, no se constata significancia de ninguno de los efectos analizados (anexo No. 20). Sin embargo cabe destacar lo reportado por Galli et al. (1996) que la rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza enseguida del anochecer. A su vez, Stockdale y

King (1983), afirman que la actividad de descanso también se desarrolla mayoritariamente de noche, período en el cual es esperable que se dé un menor tiempo destinado al pastoreo; por lo tanto al realizar las mediciones entre las 9 y las 17 horas se podrían estar subestimando dichas actividades.

Se presenta en la gráfica No. 7 la variación de la probabilidad de cada actividad y de la altura del forraje, a lo largo de la semana de pastoreo.



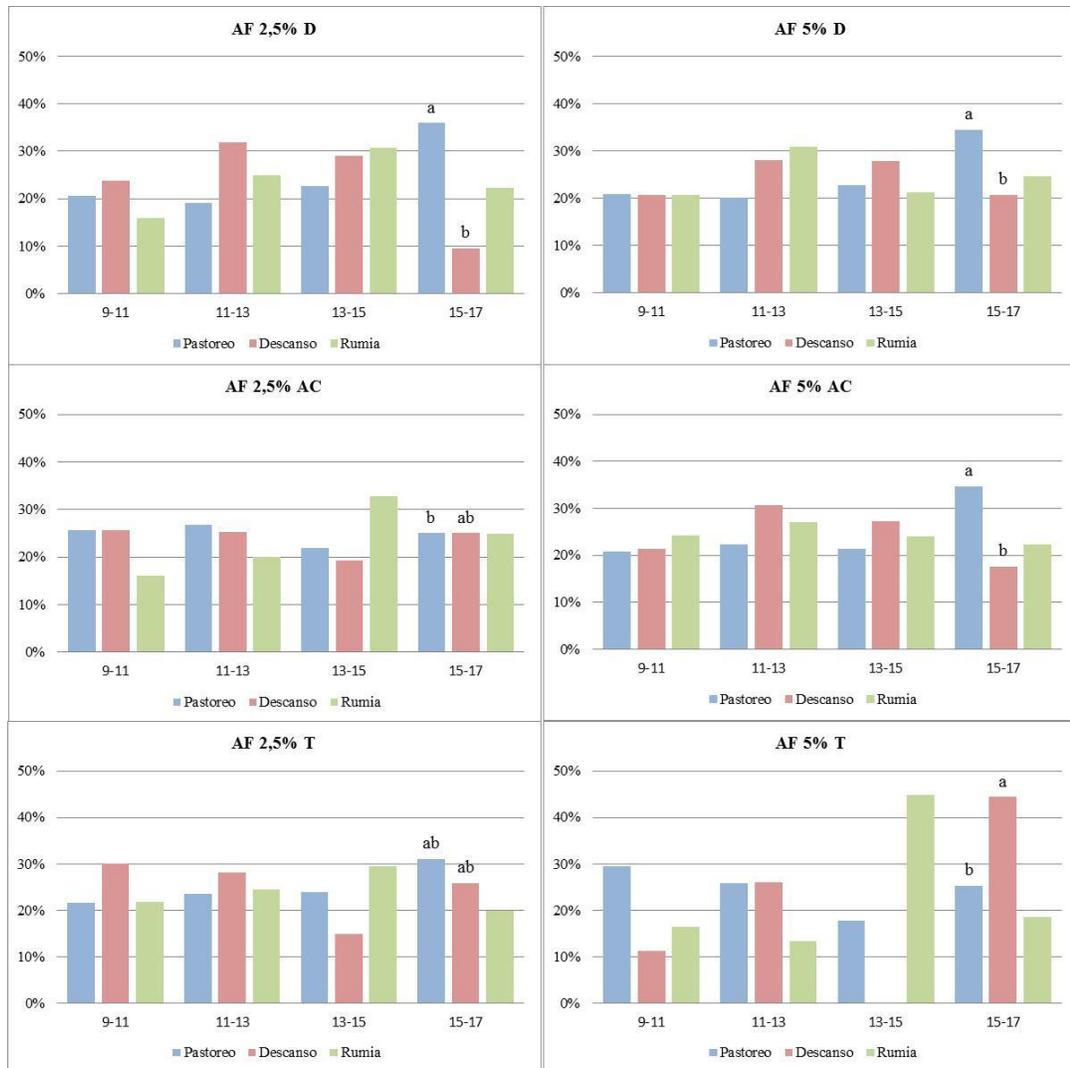
a y b: medias seguidas por distintas letras dentro de misma actividad difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Gráfica No. 7. Probabilidad de ocurrencia de actividad de pastoreo, descanso y rumia según día de pastoreo en la semana; y la evolución de altura de forraje.

Debido a que el experimento se realizó en franjas semanales de pastoreo, los días analizados equivalen a los días dentro de la semana de la franja. En la gráfica No. 7 se puede apreciar una clara tendencia de aumento del tiempo dedicado al pastoreo en el correr de los días de la franja semanal, en detrimento del tiempo dedicado al descanso, mientras que se mantuvo relativamente constante el tiempo de rumia. Castle et al., citados por Herrera (1991), observaron que el tiempo que los animales dedicaron a pastorear estuvo relacionado significativamente y en forma negativa con la disponibilidad de forraje, debido a que el animal en su afán por llenar sus requerimientos de MS dedicaría mayor tiempo a consumir alimento en condiciones de menor disponibilidad. Confirmando lo citado anteriormente, se puede comprobar el descenso de la altura de forraje a medida que pasan los días de la semana, como se observa en la gráfica No. 7.

#### 4.5.2. Patrón de comportamiento ingestivo

En la gráfica No. 8 se presenta la distribución porcentual de las actividades de comportamiento ingestivo a lo largo del período de horas luz, en función de los tratamientos (anexo No. 21, 22, 23).



a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma actividad a una misma hora difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

AF: asignación de forraje; D: suplementación diaria; AC: autoconsumo; T: testigo.

Gráfica No. 8. Efecto de la asignación de forraje (AF) y de la forma de suplementación (SUPL) sobre la evolución de la distribución diurna de las actividades de comportamiento ingestivo.

El patrón de pastoreo a lo largo del día se mantuvo invariable entre los tratamientos, salvo entre las 15 y 17 horas, donde sí se manifestaron diferencias significativas. Este mismo comportamiento se manifestó en el patrón de descanso. Mientras que el patrón de rumia no presentó diferencias significativas entre tratamientos a lo largo del día. Viendo que los tratamientos que tuvieron mayor actividad de pastoreo en el mencionado horario, fueron los que presentaron menor actividad de descanso, se podría concluir que ambas actividades se relacionan de forma inversa (gráfica No. 8).

A modo de resumen, en todos los tratamientos se observa una leve tendencia de aumento del tiempo de pastoreo en el correr del día, contrastando con lo expresado por Rovira (2002) debido a la ausencia de un pico de pastoreo al amanecer. Solamente el tratamiento 5% T presenta este comportamiento teórico. Sin embargo, todos los tratamientos corroboran la idea establecida por Wagnon et al., citados por Rovira (2002), donde se da la presencia de períodos cortos de pastoreo entre los dos picos mencionados, que varían en función de la estación del año, clima, estado de desarrollo del animal, entre otros.

En lo que refiere al patrón de descanso, en general se observa un comportamiento muy similar al teórico, donde los animales tienden a reposar en las horas del mediodía debido al incremento de la temperatura ambiental y la intensidad de la radiación solar (Mazorra et al., 2003).

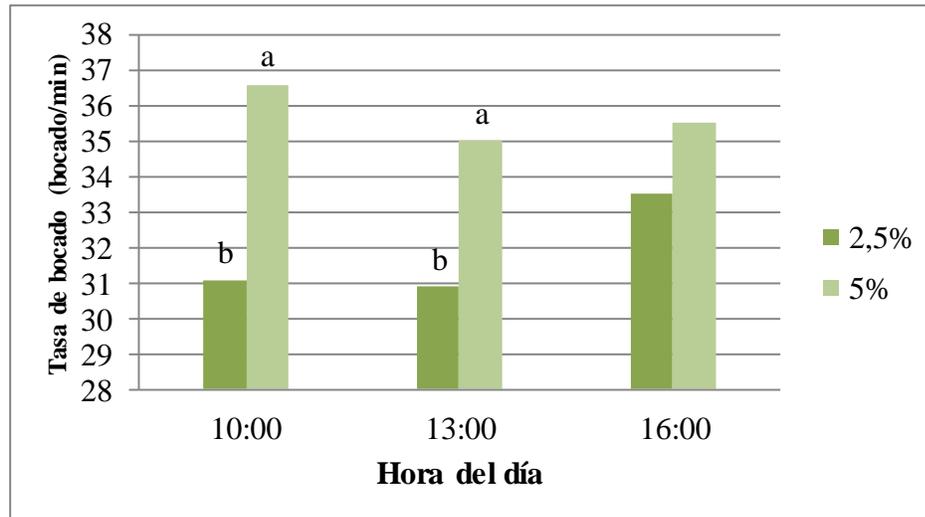
En cuanto a la rumia, se puede decir en términos generales que existe una tendencia a acompañar la curva de pastoreo, lo que permite afirmar que inmediatamente del pastoreo los animales rumiaban, hecho que contrasta con lo afirmado por Rovira (2002), donde menciona que el cambio de pastoreo a rumia no se manifiesta, sino después de un período de tiempo.

#### 4.5.3. Tasa de bocado

En tasa de bocado promedio, la única variable que manifestó efectos significativos fue la AF ( $p=0,0083$ ). El promedio de bocados por minuto resultó de 31,9 en 2,5% y de 35,8 bocados/min en 5% de AF (anexo No. 24).

Siendo el promedio entre ambas AF, 33,8 bocados/min, similares resultados en iguales AF sobre avena obtuvieron Berasain et al. (2002), con un promedio de 33 bocados/minuto en novillos, y García et al. (2008) sobre raigrás en diversas AF, con un promedio de 37,5 bocados/minuto en terneros. En cambio, Jamieson y Hodgson (1979) obtuvieron tasas de 48 y 54 bocados/minuto en AF de 3% y 6% respectivamente pastoreando raigrás.

Los resultados obtenidos se encuentran por debajo del promedio establecido por Zoby y Holmes, citados por Rovira (1996), quienes establecen tasas promedio para terneros de entre 60 a 70 bocados/min.



a y b: medias seguidas por distintas letras dentro de misma hora del día difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

Gráfica No. 9. Efecto de la asignación de forraje (AF) sobre la evolución diurna de la tasa de bocado (boc/min).

Mientras que en 5% AF la tasa de bocado se mantiene relativamente constante a lo largo del día, en 2,5% AF se puede apreciar una tendencia a un aumento en la tasa de bocado sobre las últimas horas de la tarde, lo que confirma lo expresado por Rovira (2002), en cuanto al segundo pico de pastoreo en el día. A su vez, los tratamientos de 5% AF no presentaron restricciones al consumo y los atributos de la pastura les permitió mantener mayores tasas de bocado a lo largo del día (gráfica No. 9).

Debido a que no se obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la forma de suplementación, se puede concluir que el suplemento no afecta la tasa de bocado, tal como afirma Bargo (s.f.).

#### 4.5.4. Patrón diario de defoliación de la pastura

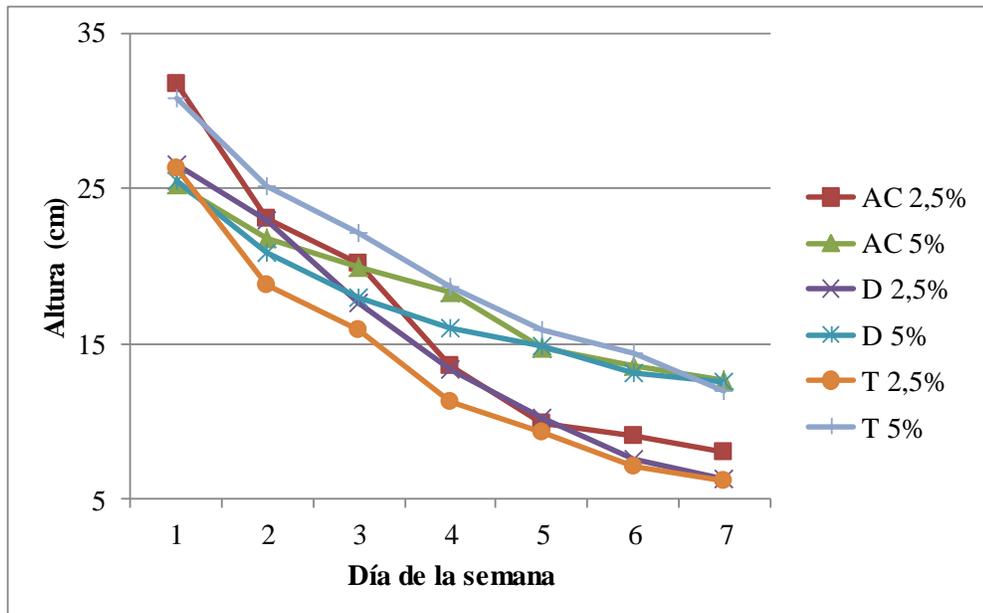
La altura de la pastura es el principal factor influenciando el consumo. Hodgson, citado por Forbes (1988) concluyó que la altura de la pastura ejerce mayor influencia sobre el consumo de forraje que la densidad o la proporción de material verde. Es de destacar que la altura de la pastura y el peso de bocado se relacionan positivamente.

Cuanto más dificultad encuentre el animal para efectuar una defoliación que le permita ingerir gran cantidad de forraje menor ha de ser el nivel del consumo (Willoughby, Arnold, citados por Norbis, 1989).

El patrón de defoliación fue caracterizado a partir del cambio diario en la altura de forraje. Esta variable fue afectada por la AF ( $p=0,0042$ ), la SEM ( $p=0,0024$ ), y el DÍA ( $p<0,0001$ ). A su vez, se aprecian los efectos de las interacciones de AF  $\times$  DÍA ( $p<0,0001$ ), AF  $\times$  SUPL  $\times$  SEM ( $p=0,0479$ ) y AF  $\times$  SUPL  $\times$  DÍA ( $p=0,0195$ ) (anexo No. 25).

En la gráfica No. 10 se observa como fue el patrón de defoliación a lo largo de la semana evaluada, en donde se manifestó el comportamiento decreciente a medida que avanzan los días en la franja de pastoreo, notándose un mayor descenso en la altura del forraje en los primeros días de ocupación. Dicho descenso coincidió con un menor tiempo en pastoreo destinado por los tratamientos al inicio de la ocupación de la parcela semanal. Esto se podría deber a que la AF efectiva en los primeros días fue superior a los últimos días de ocupación, generando una mejor accesibilidad al forraje, mayor peso de bocado evitando así la dificultad de defoliar y provocando un mayor consumo (Willoughby, Arnold, citados por Norbis, 1989). También se notó que el efecto individual del día dentro de la semana es el que determina en mayor medida la altura resultante de dicha interacción. Como es de esperar, las mayores alturas de forraje corresponden a los primeros días de pastoreo dentro de la franja, mientras que la AF posee menor influencia. Cabe destacar, en los días 5, 6 y 7, la marcada diferencia en altura entre las AF a mismo día, no siendo dicho comportamiento tan marcado en los primeros días de la semana.

Vinculando esto con la probabilidad de pastoreo, se confirma el hecho de que a menor altura de forraje, mayor es el tiempo destinado al mismo (cuadro No. 16) donde a partir del tercer día de la semana de ocupación en la franja, aumentó significativamente dicha probabilidad en detrimento del descanso.



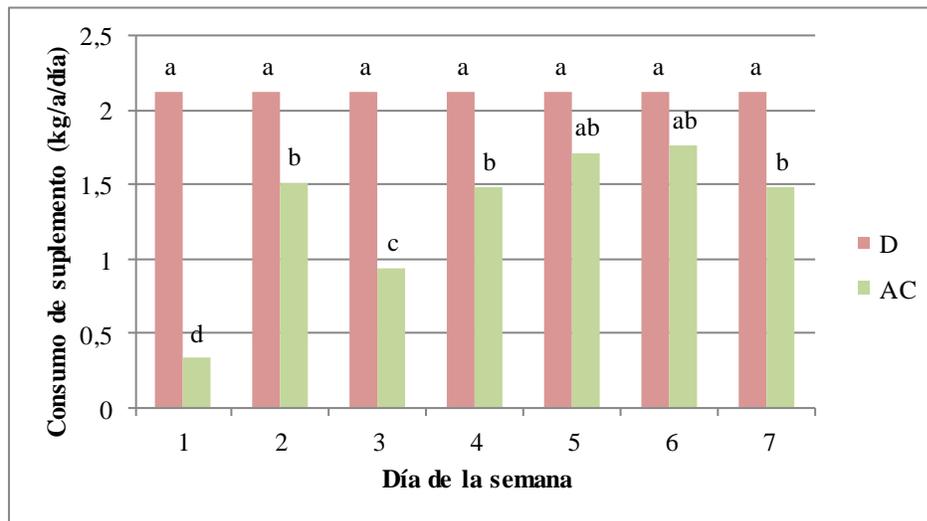
AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

Gráfica No. 10. Efecto de la asignación de forraje (AF) y la forma de suplementación (SUPL) sobre la variación diaria en la altura de la pastura al avanzar el tiempo de permanencia en la franja de pastoreo.

#### 4.5.5. Patrón diario de consumo de suplemento

El patrón diario de consumo de suplemento fue afectado por la AF ( $p=0,0340$ ), la SUPL ( $p<0,0001$ ), la SEM ( $p=0,0029$ ), el DÍA ( $p<0,0001$ ), y por las interacciones AF  $\times$  SEM ( $p=0,0242$ ), SUPL  $\times$  SEM ( $p=0,0074$ ) y SUPL  $\times$  DÍA ( $p<0,0001$ ) (anexo No. 26).

En la gráfica No. 11 se observa cómo fue el patrón de consumo de suplemento a lo largo de las semanas evaluadas. Los tratamientos D presentaron un comportamiento invariable a lo largo de la semana debido a que cada día consumían la totalidad del suplemento ofrecido. El AC presentó un comportamiento más irregular debido a los días 1 y 3, sin embargo se puede observar cierta estabilidad en el consumo. El bajo consumo del AC registrado en el día 1, se debe a que el ingreso a la nueva franja de pastoreo se realizaba en las últimas horas del día y la medición de consumo en las primeras del día siguiente, teniendo menor tiempo para consumir el suplemento.



a, b, c y d: medias seguidas por distintas letras difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).  
 AC: autoconsumo; D: suplementación diaria.

Gráfica No. 11. Efecto de la forma de suplementación (SUPL) sobre la variación diaria en el consumo de suplemento al avanzar el tiempo de permanencia en la franja de pastoreo.

## 5. DISCUSIÓN

Cuadro No. 18. Resultados de las principales variables según los tratamientos.

Asignación de forraje Forma de suplementación	2,5 %			5%		
	D	AC	T	D	AC	T
GMD (kg/a/día)	0,458	0,437	0,225	0,745	0,675	0,521
Consumo suplemento (% de PV)	1,00	0,58	-	0,99	0,52	-
Consumo forraje (% de PV)	1,83	2,03	2,87	2,80	2,83	3,56
Consumo Total (% de PV)	2,83	2,70	2,86	3,80	3,38	3,57
EC	7,9	5,9	-	9,9	8,8	-
TS	0,7	1,0	-	0,8	1,4	-

AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo; GMD: ganancia media diaria; EC: eficiencia de conversión; TS: tasa de sustitución.

El manejo de terneros sobre forrajes de calidad durante el período invernal permitiría obtener mejores ganancias de peso que las que se obtendrían sobre CN (Simeone et al., 2003). En el presente trabajo se vio que terneros manejados sobre pasturas de calidad durante el invierno registran ganancias diarias de peso de 0,373 kg/a/día; esto supone una superioridad de 0,573 kg/a/día respecto a la performance en CN (-0,200 kg/a/día) (Beretta y Simeone, 2008). Si a esto se le suma el efecto de la suplementación, se podrían obtener ganancias 0,206 kg/a/día superiores a los no suplementados, independientemente de la formas de suministro. Este aumento en la ganancia podría estar explicado porque el grano permitiría corregir el desbalance nutricional de la pastura, debido a la baja relación energía-proteína que se da en el rumen.

Si bien las GMD entre D y AC son estadísticamente iguales dentro de un misma AF, el consumo de suplemento del D representa casi el doble del AC (1% vs. 0,55% PV). La explicación a ésta diferencia en consumo de suplemento podría estar relacionada a una sobrerregulación de la sal en AC, no verificando la recomendación sugerida por Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013). En este contexto, se esperaría que la ganancia del D fuera superior ya que energéticamente la dieta fue más concentrada, dado que el suplemento representó, en promedio para ambas AF, el 30,5% de la misma, comparado con AC donde fue el 18,5% del total (gráfica No. 6). Al ser más concentrada la dieta, se esperaría un cambio en la proporción de ácidos grasos volátiles, con un mayor nivel de propiónico precursor de glucosa. Esto provocaría un aumento en la concentración de glucosa en sangre, incrementando la producción de músculo y estimulando la deposición de tejido adiposo (Chase y Hibberd, 1987). Además como la vía de fermentación del ácido propiónico es más eficiente, fundamentalmente por producirse menores pérdidas como metano respecto a la del ácido acético, hay un mayor

saldo de energía para el animal (Ustarroz y De León, s.f.). Sin embargo, las GMD fueron levemente superiores en D respecto a AC, pero estadísticamente iguales.

Una de las posibles causas a este hecho podría ser diferencias en la actividad de pastoreo entre ambos tratamientos, esperando mayor actividad y por lo tanto mayores costos de cosecha en los D. Sin embargo, dicho comportamiento resultó estadísticamente igual (cuadro No. 16), por lo que la explicación podría estar dada por diferencias en la eficiencia a nivel digestivo de la dieta, planteando una interacción negativa en el rumen entre los componentes de la misma en D y un uso más eficiente de los nutrientes del concentrado en AC.

Los animales de tratamiento D, al consumir mayor cantidad de suplemento (y por lo tanto de almidón) y al concentrar la mayor parte del consumo de suplemento (64%) cuando inmediatamente era ofrecido, podrían sufrir un descenso en el pH ruminal. Dicho descenso, asociado con el incremento del almidón en la dieta, estaría afectando las bacterias del rumen, favoreciendo a las amilolíticas y disminuyendo la población de celulolíticas, lo que reduciría la digestión de la fibra (Caton y Dhuyvetter, 1997). Asimismo, la producción de materia seca bacteriana se vería perjudicada a medida que desciende el pH, afectando de esta forma el aporte de proteína bacteriana a nivel de intestino delgado (Rearte y Santini, 1989). Mientras tanto, los animales en AC presentaron un perfil más homogéneo de consumo de suplemento en el correr del día (cuadro No. 15). Trabajos que analizaron el ambiente ruminal reportan una mayor estabilidad del pH y las concentraciones de N-NH<sub>3</sub> y ácidos grasos volátiles cuando se alimentó con mayor frecuencia en el día (Yang y Varga, Aronen, Soto-Navarro et al., Robles et al., citados por Antúnez, 2015). Este hecho podría estar dado por menores consumos instantáneos de concentrado, una actividad fermentativa más estable y una mejor sincronización en el aporte de energía y proteína en la dieta.

Todo lo expresado anteriormente estaría justificando la mejor eficiencia de conversión biológica que tuvo AC (7,4) con respecto a D (8,9), a pesar de que estadísticamente no existan diferencias.

En otro orden, a igual AF, el pastoreo semanal sobre pasturas sin limitantes en disponibilidad mejoraría el consumo gracias a la estructura del forraje que permite lograr mayor peso de bocado (Lemaire, 2000). Bianchi (1982) reporta que a más forraje asignado mejor es la calidad del forraje consumido, por lo tanto es probable que asignaciones que presentan un mayor rechazo hayan seleccionado una dieta de mejor calidad. El hecho de pasar de AF restrictivas a mayores asignaciones produce un incremento en la GMD (0,296 kg/a/día), debido a una diferencia de consumo de 2,24 kg MS de forraje/a/día. En este caso, limitaciones en el consumo de forraje sobre AF restrictivas parecerían ser la principal causa de las menores ganancias obtenidas. Sin embargo, pasar de una AF de 5 a 2,5 % PV mejora la conversión del grano en carne al existir una menor sustitución de forraje por grano, pasando de 1,08 a 0,86. En este

escenario, se esperaría que la respuesta a la suplementación fuera mayor, sin embargo no existieron diferencias significativas entre ambas AF (0,223 vs. 0,189 kg/a/día). Esto podría deberse a que la AF efectiva en los tratamientos de 2,5% AF resultó ser de 3,1%, sobreestimando el forraje ofrecido, lo que provocó que la respuesta no se haya expresado en la magnitud esperada.

Se ha demostrado que el comportamiento animal en pastoreo es afectado por condiciones inherentes a la pastura, al ambiente y al manejo. El consumo de forraje depende del tiempo de pastoreo diario, la tasa de bocado y el tamaño de bocado, pudiendo de esta manera compensarse modificando alguno de estos componentes. Se vio que el tiempo de pastoreo, medido como la probabilidad de realizar dicha actividad, fue menor en los primeros días de ocupación de la franja. Esto puede llevar a concluir que el consumo de forraje en el primer día de la semana fue mayor (posiblemente debido a una AF efectiva superior), y que entre los días 2 a 6, cambios en el comportamiento ingestivo modificando el tiempo de pastoreo, busquen compensar cambios en la pastura para que el CMS se mantenga relativamente constante (gráficas No. 7 y 10). Este resultado es confirmado por el mayor descenso de altura del forraje en los primeros días mencionados (Jamieson y Hodgson 1979, Hodgson 1990, Carámbula 1997).

**Cuadro No. 19. Producción de carne por tratamiento para terneros Hereford pastoreando avena y suplementados al 1% de PV con grano de sorgo.**

Tratamiento	AF efectiva (%)	GMD (kg/a/día)	Días	Ganancia Total (kg)*	Superficie (ha)	Producción (kg carne/ha)
2,5% AC	2,9	0,437	70	122,4	0,71	172,3
2,5% D	2,8	0,458	70	128,2	0,74	173,3
2,5% T	3,6	0,225	70	63,0	0,68	92,6
5% AC	5,5	0,675	70	189,0	1,56	121,2
5% D	5,1	0,745	70	208,6	1,54	135,5
5% T	5,9	0,521	70	145,9	1,50	97,3

AF: asignación de forraje; AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo; GMD: ganancia media diaria; ha: hectárea.

\*Ganancia por parcela (unidad experimental) durante los 70 días experimentales.

La alternativa de restringir forraje de calidad en el invierno genera igualmente buenos niveles de producción de carne, los cuales se elevan notoriamente al agregar grano de sorgo.

Plantear un tratamiento de 2,5% AF bajo suplementación sería una buena estrategia para lograr altas ganancias/ha en una estación crítica manteniendo altas cargas, asociado a tasas de sustitución de grano por forraje promedio, lo que supondría una práctica muy conveniente en un amplio rango de precios de insumo-producto. Este comportamiento se debe a una buena eficiencia de conversión de grano en carne y a un uso intenso del forraje.

En este contexto, el uso del sistema de autoconsumo presenta ventajas frente a la suplementación diaria por una mejor eficiencia de conversión del suplemento, y además el hecho de eliminar la racionada diaria permite reducir los costos de la suplementación sin afectar la producción de carne lograda. Sin embargo, es recomendable realizar un seguimiento constante del comedero para evitar posibles problemas en el consumo de los animales, como podrían ser falta de suplemento, ración húmeda, diferencias en granulometría entre la sal y el suplemento, entre otras. A su vez, debería de asegurarse una fuente permanente de agua teniendo en cuenta los mayores requerimientos de los animales por la inclusión de sal.

## 6. CONCLUSIONES

- El manejo de la AF en animales pastoreando un verdeo de calidad durante el invierno permite incidir sobre las GMD de PV, de modo que al restringir la misma al 2,5% se obtienen ganancias de 0,225 kg/a/día, y al pasar a una AF de 5% considerada ad libitum, éstos pasan a ganar 0,521 kg/a/día.
- La suplementación con sorgo molido permite aumentar dicha variable, pues si se suministra a razón de 1% del PV, las mismas aumentan 0,206 kg/a/día, siendo la respuesta similar cuando se suplementa diariamente o en autoconsumo.
- El hecho de suplementar influye en la relación pastura-animal-suplemento alterando la actividad de pastoreo, y la forma de suplementación modifica el patrón diario de consumo de suplemento.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado entre el 3 de julio y el 11 de setiembre de 2014, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con grano de sorgo y la forma de suministro del mismo, sobre la ganancia de peso vivo (PV) y la eficiencia de conversión en terneros pastoreando verdes de invierno con ofertas de forraje contrastantes. Se utilizaron 48 terneros Hereford castrados al nacimiento, los cuales fueron distribuidos completamente al azar en 6 tratamientos definidos por la combinación de 2 niveles de oferta de MS de forraje de una pastura de avena (2,5 y 5,0 kg/100 kg de PV) y 3 manejos de la suplementación (testigo sin suplementación; suplementación diaria; o suplementación utilizando comederos de autoconsumo). La suplementación diaria fue realizada con sorgo molido a razón de 1% de PV, mientras que para la suplementación en comederos de autoconsumo, el concentrado fue mezclado con sal (NaCl) al 11%, con el objetivo de ajustar el consumo al mismo nivel. La performance animal, medida como ganancia media diaria de peso, fue afectada por la asignación de forraje y por la forma de suplementación ( $p < 0,0001$  en ambos casos), determinando que los animales asignados a AF restrictivas registraron menores ganancias que los asignados a mayores AF; mientras que los animales suplementados tuvieron mayores ganancias que los testigos sin suplementación. En cuanto al consumo de MS total, los animales asignados a 5% AF consumieron mayor cantidad de MS que los asignados a 2,5% AF ( $p < 0,0001$ ); sin embargo en la forma de suplementación no hubo diferencias significativas en cuanto al consumo total de MS ( $p > 0,05$ ). La eficiencia de conversión del suplemento no determinó diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0,05$ ), aceptando una de las hipótesis planteadas; sin embargo, se plantea que las diferencias no significativas encontradas pueden repercutir en el resultado económico de un sistema de producción. En relación al comportamiento, la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue mayor en los tratamientos testigo que en los suplementados ( $p = 0,0022$ ), y al avanzar los días dentro de la semana de pastoreo, la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue mayor ( $p < 0,0001$ ). A su vez una mayor AF determinó una mayor probabilidad de descanso ( $p = 0,0461$ ), al igual que los animales suplementados respecto a los testigos ( $p = 0,0291$ ). En cuanto a la probabilidad de rumia, no se constataron efectos significativos en ninguna de las variables analizadas ( $p > 0,05$ ). En relación al patrón diario de comportamiento, se observó una leve tendencia de aumento del tiempo de pastoreo en el correr del día, no encontrándose el pico de pastoreo teórico al amanecer. La actividad de descanso sí se aproximó a la teórica, al igual que la actividad de rumia. El patrón diario de defoliación tuvo efectos significativos según la AF ( $p = 0,0042$ ), la semana ( $p = 0,0024$ ) y el día dentro de la semana ( $p < 0,0001$ ), determinando que los tratamientos de mayor AF tuvieron alturas medias superiores y que la altura decreció a medida que avanzaba la semana de pastoreo.

Palabras clave: Terneros de destete; Verdeos de invierno; Asignación de forraje; Suplementación; Autoconsumo.

## 8. SUMMARY

The present work was conducted at the “Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC)” located in Paysandú, Uruguay, between July 3rd. and September 11th., 2014. The objective was to evaluate the effects of sorghum grain supplementation and its frequency on the liveweight (LV) gain and conversion efficiency in male calves grazing annual oat with contrasting grazing forage supply. There were used 48 Hereford male calves castrated at birth, completely randomized in 6 treatments defined by the combination of two levels of dry matter supply on annual oat forage (2,5 and 5,0 kg dry matter/100 kg of animal weight), and three supplementation types (control without supplementation; daily supplementation; or supplementation in self-feeder). The daily supplementation was made with ground sorghum grain at 1% of LW, while the treatments used with self-feeder, the feed ration was completely mixed with salt (NaCl) at 11%, with the objective of adjust the consumption at the same level of the daily treatments. Animal performance, measure as daily weight gain, was affected by the forage allowance (FA) and the supplementation type ( $p < 0,0001$  in both), determining that animals assigned in restrictive FA registered lower daily gains than those assigned in highest FA; while those animals supplemented registered higher daily gains than control without supplementation. In dry matter intake, the animals assigned at 5% FA consumed more total dry matter than those assigned at 2,5% ( $p < 0,0001$ ); however, in the type of supplementation, there weren't significant differences in total dry matter intake ( $p > 0,05$ ). The conversion efficiency not determined significant differences between treatments ( $p > 0,05$ ), accepting one of the proposed hypothesis; however, it propound that the non-significative differences found can have repercussions in the economic result of a production system. In relation to animal behaviour, the probability of founding an animal grazing was higher in control treatments than in supplemented ones ( $p = 0,0022$ ), and to advance the days of the week, the probability of founding an animal grazing was higher too ( $p < 0,0001$ ). At the same time, higher FA determined higher resting probability ( $p = 0,0461$ ), and supplemented animals over the control ones ( $p = 0,0291$ ). Rumination probability didn't present significant effects in any of the calculated variables ( $p > 0,05$ ). In relation of the daily pattern of behaviour, a slight trend of increasing grazing time was observed, not seeing the peak of grazing at dawn. Resting activity did approximate to the theoretical one, like the rumination one. The defoliation pattern had significant effect in relation to FA ( $p = 0,0042$ ), week ( $p = 0,0024$ ) and day of the week ( $p < 0,0001$ ), determining that higher FA had higher average heights and that the height decreased as the grazing week progressed.

Key words: Weaning calves; Annual oat; Forage allowance; Supplementation; Self-feeder.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Allden, W. G.; Whittaker, I. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal Agriculture Research*. 21:755.
2. Allison, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants; a review. *Journal of Range Management*. 38(4): 305-311.
3. Almada, S.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitria, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
4. Álvarez, H. J.; Dichio, L.; Pece, M.; Cangiano, C.; Galli, J. 2005. Producción de leche bovina con distintos niveles de asignación de pastura y suplementación energética. (en línea). Balcarce, Unidad Integrada (Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA). pp. 99-107. Consultado 24 feb. 2015. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2125019>
5. Andreoli, F.; Carle, G.; Martignone, L. 1997. Pastoreo por horas de una pradera convencional con terneras de destete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 79 p.
6. Antúnez, G. 2015. Frecuencia diaria de suplementación en bovinos; efectos sobre el aprovechamiento digestivo y metabólico de la dieta, la actividad fermentativa y el ambiente ruminal. Tesis Msc. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 40 p.
7. Arelovich, M. 2004. Suplementación proteica invernal. (en línea). *In: Jornada Técnica Abierta AACREA (Santa Rosa, La Pampa, AR). La ganadería entre la soja y la cordillera. Santa Rosa, AR, s.e. pp. 1-9. Consultado 26 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/13-suplementacion\\_proteica\\_invernal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/13-suplementacion_proteica_invernal.pdf)*
8. Baethgen, W. E.; Giménez, A. 2004. La variabilidad climática, el cambio del clima y el sector agropecuario. *In: Clima y respuesta hídrica de pasturas en zonas ganaderas. Montevideo, INIA. pp. 2-9 (Actividades de Difusión no. 364).*

9. Balbuena, O.; Arakaki, L. C.; Kucseva, F. R.; Stahringer, R. C.; Velazco, G. 1997. Effect of infrequent supplement feeding on performance, blood urea nitrogen and ruminal variables in grazing cattle. (en línea). Colonia Benítez, INTA. 11 p. Consultado 22 abr. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/efecto-of-infrequent-supplement-feeding-on-performance-blood-urea-nitrogen-and-ruminal-variables-in-grazing-cattle>
10. Baldi, F.; Mieres, J.; Banhero, G. s.f. Suplementación en invernada intensiva; la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. (en línea). Colonia, INIA La Estanzuela. 14 p. Consultado 14 abr. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/26-suplementacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/26-suplementacion.pdf)
11. Banhero, G.; Vaz Martins, D. 2005. Alternativas de suplementación y manejo de bovinos y ovinos para superar las bajas ganancias de otoño-invierno. In: Jornada de Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA pp. 11-12 (Actividades de Difusión no. 406).
12. Bargo, F. s.f. Suplementación en pastoreo; conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. (en línea). Córdoba, Facultad de Ciencias Agrarias. p. 21. Consultado 14 may. 2015. Disponible en <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivo%20internet/Alimentacion/bargo.pdf>
13. Bartaburu, D. s.f. Aspectos sobre la suplementación con concentrados en vacas lecheras. (en línea). Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. s.p. Consultado 14 abr. 2015. Disponible en [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96\\_28.htm](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96_28.htm)
14. Bartaburu, S.; Cooper, P.; Lanfranconi, M.; Olivera, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el periodo otoño – invernada. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.

15. Bavera, G.; Bocco, O. 2001. Cursos de Producción Bovina de Carne. (en línea). Córdoba, Universidad Nacional de Río Cuarto. 22 p. Consultado 20 feb. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
  
16. Berasain, S.; Patrón, L.; Vidart, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.
  
17. Beretta, V.; Simeone, A.; Rowe, J.; Nolan, J.; Elizalde, J. 2002. Degradability of forages in the rumen of cattle grazing lush Autumn pastures and supplemented with maize. *Animal Production Australia*. 24: 217-220.
  
18. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, UY)*. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 1-54.
  
19. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cortazzo, D. 2009. Manejo de la oferta de forraje, nivel y frecuencia de suplementación en terneros destetados precozmente en invierno. *Revista Argentina de Producción Animal*. 29 (1): 373-374.
  
20. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Elizalde, J. C. 2010a. Suplementación de animales de cría utilizando comederos de autoconsumo en sistemas pastoriles. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (12ª., 2010, Paysandú, UY)*. Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica; ¿es posible una integración de tipo “ganar-ganar” en la cadena de la carne? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 46-55.
  
21. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Viera, G. 2010b. Utilización de avena para pastoreo con terneras Hereford. (en línea). Paysandú, UdelaR. Facultad de Agronomía. 1 p. Consultado 03 jun. 2015. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/viewFile/485/395>
  
22. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2011. Autoconsumo en el suministro de dietas sin fibra larga a terneros alimentados a corral. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13ª., 2011, Paysandú, UY)*.

Alimentación a corral en sistemas ganaderos, ¿cuándo y cómo?  
Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 34-41.

23. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2013. Consumo en el autoconsumo. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15<sup>a</sup>., 2013, Paysandú, UY). Simplificando la intensificación ganadera; el autoconsumo. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 48-51.
24. Bianchi, J. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso en novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
25. Blackshaw, J. K. 1986. Notes on some topics in applied animal behavior. Brisbane, AU, University of Queensland. School of Veterinary Science. 99 p.
26. Blaser, R. E.; Bryant, H. T.; Carter, R. C.; Hammes, R. C.; MacLeod, N. H.; Ward, C. Y. 1959. Animal performance and yields with methods of utilizing pasturage. In: Symposium on Forage Evaluation (7<sup>th</sup>., 1959, s.l.). Proceedings. Agronomy Journal. 51(4): 238-242.
27. \_\_\_\_\_.; Fontenot, J. P. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants; selection and intake by grazing animals. Journal of Animal Science. 24: 1202-1208.
28. Blasina, M.; Piñeyrua, A.; Renau, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 122 p. Consultado 13 dic. 2014. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2010/3619bla.pdf>
29. Bohnert, D. 2004. Strategic supplementation of crude protein; an economical management strategy for intermountain cow/calf producers. (en línea). s.l., Range Field Day Report. 11 p. Consultado 1 may. 2015. Disponible en <http://oregonstate.edu/dept/eoarc/sites/default/files/publication/499c.pdf>
30. Boom, C. J.; Sheath, G. W. 1998. Grain supplementation of finishing beef cattle. Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production. 58: 239-242.

31. Bowman, J. G. P.; Mosley, J. C.; Sowell, B. F. 1999. Social behavior of grazing beef cattle; implications for management. Proceedings of the American Society of Animal Science. 1: 1-5.
32. Brouk, M. 2012. Valor alimenticio del grano y forraje de sorgo en las dietas de bovinos para producción de carne. (en línea). Kansas, Universidad Estatal de Kansas. Departamento de Ciencias Animales e Industria. 12 p. Consultado 20 feb. 2015. Disponible en <http://sorghumcheckoff.com/wp-content/uploads/2012/06/FeedingvalueofSorghumBeef-SpanishVersionFinal.pdf>
33. Bryant, H. T.; Blaser, R.; Hammes Jr., C.; Fontenot, J. P. 1970. Effect of grazing management on animal and area output. In: Annual Meeting of the American Society of Animal Science (60<sup>th</sup>., 1968, Stillwater, PK). Proceedings. Journal of Animal Science. 30: 153-158.
34. Brundage, A.; Petersen, W. 1952. A comparison between daily rotational grazing and continuous grazing. St. Paul, University of Minnesota. Division of Dairy Husbandry. pp. 623-630.
35. Cabrera, J. G.; Luzardo, A.; Mackinnon, P. J. 2013. Efecto de la dotación animal en una mezcla forrajera en el período estivo-otoñal. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p. Consultado 12 mar. 2015. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2013/3847cab.pdf>
36. Cangiano, C. A.; Gómez, P. 1985. Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal 5 (9 - 10): 573 - 579.
37. \_\_\_\_\_. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
38. Caorsi, C.; Mussio, G.; Nin, J. 2001. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la evolución de peso vivo de terneras y vaquillonas Hereford pastoreando avena. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p. Consultado 16 may. 2015. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2001/3018cao.pdf>
39. Carámbula, M. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.

40. \_\_\_\_\_. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
41. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
42. Carreño, E.; Mansilla, D. 2003. Suplementación energética en invernada. (en línea). Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba. 47 p. Consultado 10 mar. 2015. Disponible en <http://agro.unc.edu.ar/~nutri/pdf/suplementacion%20invernada.pdf>
43. Carriquiry, J.; García, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
44. Caton, J. S.; Dhuyvetter, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants, requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75: 533-542.
45. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p. Consultado 2 feb. 2015. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2005/3334cep.pdf>
46. Chacon, E. A.; Stobbs, T. H.; Dale, M. B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29 (1): 89 - 102.
47. Chase, C. C.; Hibberd, C. A. 1987. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *Journal of Animal Science*. 65: 557-566.
48. Cherney, J. H.; Cherney, D. J. R. 1998. Grass for dairy cattle. New York, CABI. 416 p.

49. Cibils, R.; Fernández, E.; Acosta, Y. 2002. Suplementación estratégica de la recría vacuna. (en línea). Córdoba, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 5 p. Consultado 14 feb. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
50. Cronjé, P. 1990. Ruminant physiology, digestion, metabolism, growth and reproduction. Pretoria, University of Pretoria. Department of Animal and Wildlife Science/CABI. 474 p.
51. Damonte, I.; Irazábal, G.; Reinante, R.; Shaw, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdes durante el otoño. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p. Consultado 30 may. 2015. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2004/3207dam1.pdf>
52. Delagarde, R.; Prache, S. 2011. The influence of vegetation characteristics on foraging strategy and ingestive behavior. *In*: Lemaire, G. ed. Grassland productivity and ecosystem services. Wallingford, CABI. pp. 27-36.
53. \_\_\_\_\_; Peyraud, J. L.; Delaby, R.; Faverdin, P. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin-cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward; interaction with month and year, re-growth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*. 84: 49 - 68.
54. Di Marco, O.; Aello, M. 2002. ¿Afecta el exceso de amonio ruminal el gasto energético de rumiantes? (en línea). Balcarce, Unidad Integrada (Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA). 5 p. Consultado 14 abr. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/47-afecta\\_el\\_exceso\\_amonio\\_ruminal\\_el\\_gasto\\_energetico.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/47-afecta_el_exceso_amonio_ruminal_el_gasto_energetico.pdf)
55. Domanski, C.; Giorda, L. M.; Feresin, O. 1997. Composición y calidad del grano de sorgo. EEA INTA Manfredi. Cuaderno de Actualización. no. 7: 47-50.
56. Dumestre, J.; Rodríguez, N. 1995. Efecto de niveles de suplementación de grano y frecuencia en el cambio de parcelas de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.

57. Eirin, M. A. s.f. Efecto del momento de asignación diaria de la pastura y del ayuno sobre el comportamiento ingestivo y la productividad de vaquillonas de biotipo carnicero. Tesis Msc. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 88 p.
58. Elizalde, J. C. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. In: Jornada de Actualización Técnica en Producción Animal (9ª., 1993, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA/UNMP. pp. 7-12.
59. \_\_\_\_\_.; Santini, F. 2001. Suplementación con grano en la producción de carne en pastoreo. In: Curso de Suplementación y Engorde a Corral Integrados a Sistemas Pastoriles (2001, Balcarce). Textos. Balcarce, UNMP/INTA EEA Balcarce. p. 101.
60. \_\_\_\_\_. 2003a. Consideraciones técnicas y económicas en la alimentación de vacunos. Balcarce, UNMP. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA. s.p.
61. \_\_\_\_\_. 2003b. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 9 p. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/13-suplementacion\\_en\\_condiciones\\_de\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.pdf)
62. \_\_\_\_\_.; Montiel, D. 2004. Valor nutritivo y económico del grano de sorgo comparado con el maíz. (en línea). Balcarce, Buenos Aires. 3 p. Consultado 12 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/36-comparacion\\_granos\\_maiz\\_sorgo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/36-comparacion_granos_maiz_sorgo.pdf)
63. Elizondo, L.; Gil, A.; Rubio, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p.
64. 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.

65. Fernández, E. 2006. El camino tecnológico en los sistemas de invernada. (en línea). In: Congreso de Producción, Industrialización y Comercialización de Carne “Del Campo al Plato” (4º., 2006, Montevideo). El camino tecnológico en los sistemas de invernada. Montevideo, Uruguay, s.e. pp. 1-40. Consultado 9 mar. 2015. Disponible en <http://www.delcampoalplato.org/documentos/2006presentacion03.pdf>
66. Ferrari, O. 2014. Recría; una actividad que recobra importancia. (en línea). s.l., Difusión Ganadera. 4 p. Consultado 9 mar. 2015. Disponible en <http://www.difusionganadera.com/web/wp284/wp-content/uploads/recria.pdf>
67. Forbes, T. D. A.; Hodgson, J. 1985. Comparative studies on the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. *Grass and Forage Science*. 2: 40-69.
68. \_\_\_\_\_.; Coleman, S. W. 1987. Herbage intake and ingestive behavior of grazing cattle as influenced by variation in sward characteristics. In: Special Session Grazing Land Research at the Plant-Animal Interface (1987, Morrilton, Arkansas). Proceedings. Morrilton, AR, Winrock International. pp. 141-152.
69. \_\_\_\_\_. 1988. Researching the plant – animal interface; the investigate of ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66 (9): 2269 - 2279.
70. \_\_\_\_\_.; Coleman, S. 1993. Forage intake and ingestive behaviour of cattle grazing old world bluestems. *Agronomy Journal*. 85: 808-816.
71. French, P.; O’Riordan, E. G.; O’Kiely, P.; Caffery, P. J.; Moloney, A. P. 2001. Intake and growth of steers offered different allowances of autumn grass and concentrates. *Animal Science*. 72: 129-138.
72. Gallardo, M. 2007. Alternativas para reemplazar al grano de maíz. (en línea). Rafaela, INTA. 4 p. Consultado 19 feb. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>

73. Galli, J.; Cangiano, C.; Fernández, H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 16 (2): 119 -142. Consultado 5 may. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/15-ingestivo\\_y\\_consumo\\_bovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf)
74. García, G.; García Pintos, L.; López, M. 2008. Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de raigrás perenne bajo cuatro presiones de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
75. García Ferré, C. 2005. Agricultura y ganadería. (en línea). In: Jornadas Ganaderas de Pergamino y Expo Feedlot (16as., 2005, Pergamino). Sustentabilidad agropecuaria. Pergamino, Buenos Aires, s.e. pp. 1-14. Consultado 16 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/73-agricultura\\_ganaderia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/sustentabilidad/73-agricultura_ganaderia.pdf)
76. Gibb, M.; Orr, R. 1997. Grazing behaviour of ruminants. (en línea). Ceredigion, Gales, Aberystwyth University. pp. 54-57. Consultado 11 feb. 2015. Disponible en <http://www.aber.ac.uk/en/media/departmental/ibers/pdf/innovations/97/ch9.pdf>
77. Gómez, P. 1988. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 73-101.
78. Greenhalgh, J. F. D.; Reid, G. W.; Aitken, J. M.; Florence, E. 1966. The effects of grazing intensity on herbage consumption and animal production. I. Short-term effects in strip-grazed dairy cows. Journal of Agriculture Science. 86: 355-365.
79. Hardison, W. A.; Reid, T.; Martin, C. M.; Woolfstock, P. G. 1952. Degree of herbage selection by grazing cattle. Journal of Dairy Science. 37 (1): 89 - 102.
80. Herrera, I. R. 1991. Respuesta de los pastos insurgente y estrella irrigados y comportamiento de vaquillas cebú en la costa central de Nayarit. Tesis de maestría. Chihuahua, México. Universidad Autónoma de Chihuahua. s.p.

81. Hodgson, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. (en línea). Proceedings of the Nutrition Society. 44 (2): 339-346. Consultado 16 feb. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
82. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
83. Holmes, C. W.; Wilson, G. F. 1989. Producción de leche en praderas. Zaragoza, Arcibia. pp. 183-274.
84. Horwitz, W.; Latimer, G. W. eds. 2007. Official methods of analysis; N. 942.05. 18<sup>th</sup>. ed. Gaithersburg, Maryland, AOAC. 450 p.
85. Hug, G.; Sampedro, D.; Otero, A. 2013. Suplementación proteica con el agregado de sal para regular el consumo. INTA EEA Mercedes. Hoja informativa no. 64. 3 p.
86. Jacobo, E. J.; Rodríguez, A.; Pacin, F. 2011. Factores relacionados con el consumo animal en un sistema pastoril de engorde vacuno en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 18 (3-4): 67-77.
87. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. Grass and Forage Science. 34: 273-282.
88. Klein, F. R. s. f. Utilización de praderas y nutrición de vacas en pastoreo. (en línea). Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigaciones Remehue. 13 p. Consultado 3 mar. 2015. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR30035.pdf>
89. Kloster, A.; Latimori, N. s.f. Suplementación sobre pasturas de calidad. (en línea). Marcos Juárez, INTA. 21 p. Consultado 2 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/117-suplementacion\\_bovinos\\_calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/117-suplementacion_bovinos_calidad.pdf)
90. Lagreca, M.; Medero, P.; Rattín, A. 2008. El confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. (en línea). Tesis Ing. Agr.

Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p. Consultado 20 feb. 2015. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2008/3462lag.pdf>

91. La Manna, A.; Banchemo, G.; Fernández, E.; Mieres, J.; Torres, I.; Vaz Martins, D. 2005. Efecto de la frecuencia de suplementación en novillos y corderos pastoreando praderas sin restricción de forraje. *In*: Jornada de Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA pp. 54-57 (Actividades de Difusión no. 406).
92. \_\_\_\_\_; Fernández, E.; Mieres, J.; Banchemo, G.; Vaz Martins, D. 2007. Suplementación infrecuente; ¿es posible trabajar menos y producir lo mismo? (en línea). Montevideo, s.e. 4 p. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/77-suplementacion\\_infrecuente.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/77-suplementacion_infrecuente.pdf)
93. Lanzúa, F.; Parga, J. 2006. Suplementación de vacas lecheras a pastoreo. (en línea). Boletín INIA. no. 148: s.p. Consultado 14 abr. 2015. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR33839.pdf>
94. Leiras, M. A.; Pereyra, H. 1991. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 2 mar. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/etologia\\_bovinos/04-comportamiento\\_bovino\\_de\\_alimentacion\\_rumia\\_y\\_bebida.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/04-comportamiento_bovino_de_alimentacion_rumia_y_bebida.pdf)
95. Lombardo, S. 2012. Asignación de forraje; ¿cuánto pasto hay que ofrecer a los animales? Revista del Plan Agropecuario. no. 143: 32-35.
96. Luzardo, S.; Montossi, F.; Lagomarsino, X. 2012. Uso de la suplementación en recría sobre campo natural. Revista INIA. no. 28: 8-12.
97. Lyons, R. K.; Machen, R.; Forbes, T. D. A. s.f. Entendiendo el consumo de forraje de los animales en pastizales. (en línea). Texas, Sistema Universitario A&M System. 6 p. Consultado 20 abr. 2015. Disponible en [http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87064/pdf\\_1489.pdf?sequence=1](http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/87064/pdf_1489.pdf?sequence=1)

98. Mac Loughlin, R. J. 2005. Suplementación en bovinos; variación en los consumos individuales. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 13 p. Consultado 5 mar. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/41-suplementacion\\_variacion\\_consumos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/41-suplementacion_variacion_consumos.pdf)
99. Mader, F.; Stock, R. 2005. Procesamiento del sorgo para engorde bovino. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado 6 mar. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/49-procesamiento\\_sorgo\\_para\\_engorde.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/49-procesamiento_sorgo_para_engorde.pdf)
100. Manasliski, E.; Rodríguez, F. 2013. Evaluación del efecto del tipo de fibra y forma de suministro sobre la performance de terneros destetados precozmente y manejados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 61 p.
101. Mazorra, C.; Borges, G.; Blanco, M.; Marrero, P.; Borroto, A.; Sorís, A. L. Influencia de la adaptación al ambiente de pastoreo en la conducta de ovinos integrados a plantaciones cítricas. (en línea). Maracay, INIA. s.p. Consultado 4 may. 2015. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692003000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692003000100005&script=sci_arttext)
102. Méndez, D.; Davies, P. 2002. Suplementación otoñal. (en línea). General Villegas, Buenos Aires, INTA. 6 p. Consultado 13 may. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/suplementacion/53-suplementacion\\_otonal.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/53-suplementacion_otonal.pdf)
103. MGAP. DIRENARE (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Recursos Naturales Renovables, UY). 2001. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay. Montevideo. Escala 1:1.000.000. 1 disco compacto.
104. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamientos de pastures naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas de Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.

105. Moore, J. 1994. Forage quality indices; development and application. *In*: Fahey, G. C. ed. Forage quality, evaluation and utilization. s.n.t. pp. 967-998.
106. Mott, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: International Grasslands Congress (8th, 1960, Berkshire, England). Proceedings. Oxford, Alden Press. pp. 606 –611.
107. Newman, J. A.; Parsons, A. J.; Penning, P. D. 1994. A note on the behavioural strategies used by grazing animals to alter their intake rates. *Grass and Forage Science*. 49: 502–505.
108. Norbis, H. M. 1989. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. *Bovinos de Leche*. 26 p.
109. Noro, N.; Vargas, V.; Pulido, R. G.; Wittwer, F. 2006. Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. (en línea). Valdivia, Universidad Austral de Chile. s.p. Consultado 3 mar. 2015. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2006000300005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2006000300005)
110. Orcasberro, R. 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 225-238 (Serie Técnica no. 13).
111. Patiño Pardo, R.; González, K.; Porras, F.; Salazar, L.; Villalba, C.; Gil, J. 2008. Comportamiento ingestivo diurno y desempeño de novillos en pastoreo pertenecientes a tres grupos genéticos durante dos épocas climáticas. (en línea). *Livestock Research for Rural Development*. 20 (3): s.p. Consultado 30 ene. 2015. Disponible en <http://www.lrrd.org/lrrd20/3/pati20036.htm>
112. Peyraud, J. L.; Delaby, L. 2001. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. *In*: Garnsworthy, P. C.; Wiseman, J. eds. Recent advances in animal nutrition. Nottingham, Nottingham University Press. pp. 203-220.

113. Philippeau, C.; Le Deschault de Monredon, F.; Michalet-Doreau, B. 1999. Relationship between ruminal starch degradation and the physical characteristics of corn grain. *Journal of Animal Science*. 77: 238-243.
114. Poppi, D.; Hughes, T.; L'Huillier, P. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. *In*: Nicol, A.M. ed. *Livestock feeding on pastures*. Christchurch, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55- 64 (Occasional Publication no. 10).
115. Pordomingo, A. 1999. Cuando con pasto no alcanza, suplementación sobre verdes de invierno. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 8 jun. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/12-cuando\\_con\\_pasto\\_no\\_alcanza.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/12-cuando_con_pasto_no_alcanza.pdf)
116. \_\_\_\_\_. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Anguil, La Pampa, INTA. 4 p. Consultado 15 abr. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/67-suplementacion\\_con\\_granos\\_en\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf)
117. Raymond, N. 1964. The efficient use of grass. *Proceedings of the Nutrition Society*. 23:1.
118. Rearte, D. H.; Santini, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 9 (2): 93-105.
119. Rinaldi, C.; Machado, A.; Garin, D.; Soca, P.; Apezteguia, E.; Orcasberro, R. 1992. Presiones de pastoreo y performance de novillos pastoreando una cobertura de *Lotus corniculatus*. *In*: Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal (8º., 1992, Santa Fé, AR). Performance de novillos en pastoreo. Santa Fé, s.e. pp. 22-24.
120. Risso, D. F.; Ahunchaín, M.; Cibils, R.; Zarza, A. 1991. Suplementación en invernadas del litoral. *In*: Restaino, E.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en aéreas de ganadería intensiva*. Montevideo, INIA. pp. 51-65 (Serie Técnica no. 15).
121. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.

122. \_\_\_\_\_. 2002. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
123. \_\_\_\_\_.; Velazco, J. I. 2009a. Comparación de la suplementación diaria o en autoconsumo en el despeño productivo de novillos sobre praderas. In: Jornada de Divulgación Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres, UY). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Actividades de Difusión no. 591).
124. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009b. Efecto del método de entrega de la ración en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Jornada de Divulgación Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres, UY). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 51-56 (Actividades de Difusión no. 591).
125. \_\_\_\_\_. ; \_\_\_\_\_. 2012. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. 71 p. (Serie Técnica no. 199).
126. \_\_\_\_\_. 2014. Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista INIA. no. 36: 7-11. Consultado 4 mar. 2015. Disponible en [http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista\\_INIA\\_36\\_Rovira.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista_INIA_36_Rovira.pdf)
127. Sampredo, D.; Maidana, E. 2012. Comederos de autoconsumo. (en línea). Ganadería y Compromiso IPCVA. 42: 8-9. Consultado 13 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/76-comederos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/76-comederos.pdf)
128. Simeone, A.; Beretta, V.; Rowe, J. B.; Baldi, F. 2003. Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. In: Symposium of Recent Advances in Animal Nutrition in Australia (17<sup>th</sup>., 2003, Armidale, NSW). Proceedings. Armidale, New South Wales, University of New England. p. 14 (Recent Advances in Animal Nutrition in Australia v.14).
129. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado?. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú,

Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-17.

130. \_\_\_\_\_. 2005. Bases nutricionales para el manejo de la alimentación en sistemas pastoriles y de confinamiento destinados al engorde de vacunos. In: Curso de Actualización (2005, Montevideo). Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
131. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2006. Response to weekly supplementation in winter with whole maize grain in beef calves grazing annual ryegrass pasture. (en línea). In: Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production (26<sup>th</sup>., 2006, Perth, W.A.). Proceedings. Perth, W.A., Australian Society of Animal Production. p.1 (Short communication no. 85). Consultado 15 mar. 2015. Disponible en <http://www.asap.asn.au/livestocklibrary/2006/SC85-simeone.pdf>
132. Soca, P.; Rinaldi, C.; Espasandín, A. 1998. Presiones de pastoreo, reducción del área pastoreada y comportamiento animal. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 6 p. Consultado 6 jun. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/57-compotamiento\\_animal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/57-compotamiento_animal.pdf)
133. Stobbs, T. H. 1970. Automatic measurement of grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. *Tropical Grasslands*. 4(3): 237-244.
134. Stockdale, C. R.; King, K. R. 1983. Effect of stocking rate on the grazing behaviour and faecal output of lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*. 38: 215-218.
135. Stritzler, N. P. 2004. Suplementación de rodeos de cría e invernada en pastoreo en la región del Caldenal. (en línea). San Luis, Estación Experimental Agropecuaria Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”/ INTA. 24 p. Consultado 17 feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/21-suplementacion\\_region\\_caldenal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf)
136. Uriarte, N. 2014. Los “Puentes Verdes”; una nueva oportunidad para la producción de carne ovina de calidad. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 151: 50-52. Consultado 25 feb. 2015. Disponible en

[http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R151/R\\_151\\_50.pdf](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R151/R_151_50.pdf)

137. Ustarroz, E.; De León, M. s.f. utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). Manfredi, Córdoba, INTA. 32 p. Consultado 06 jul. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/77-pasturas\\_y\\_suplementacion\\_en\\_invernada.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf)
138. Vallentine, J. F. 2001. Grazing management. London, UK, Academic Press. 657 p.
139. Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
140. Viglizzo, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 83-98.
141. Zanoniani, R. A.; Ducamp, F.; Bruni, M. A. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. Proyecto Difusión para Todos. Cartilla no. 17. pp. 1-7.

## 10. ANEXOS

Anexo No. 1. Serie histórica de precipitaciones de los meses de julio, agosto y setiembre, entre 2002-2013 (mm).

Año	Julio	Agosto	Setiembre
2002	83,4	54,6	151
2003	31	185	80,4
2004	20,4	15,2	53,6
2005	54,1	66,7	117,5
2006	30,4	23,3	36,9
2007	20,6	30,9	95,8
2008	75,1	86,6	23,3
2009	59,6	43,9	139,8
2010	138,8	115,7	125,3
2011	95,5	190,7	44,2
2012	22	288,7	162
2013	60,7	26	102,5
<b>Promedio</b>	<b>57,6</b>	<b>93,9</b>	<b>94,4</b>

Anexo No. 2. Análisis de AF efectiva.

### Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	30	253.01	<.0001
SUPL	2	30	10.44	0.0004
Semana	4	23.6	3.43	0.0240
AF*SUPL	2	30	0.18	0.8338
AF*Semana	4	23.6	12.92	<.0001
SUPL*Semana	8	23.8	2.04	0.0853
AF*SUPL*Semana	8	23.8	0.82	0.5927

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		—	5.5267	0.1076	0.05	5.3070	5.7464	A
2	2.5		—	3.1067	0.1076	0.05	2.8870	3.3264	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	4.7900	0.1318	0.05	4.5209	5.0591	A
4	—	AC	—	4.1950	0.1318	0.05	3.9259	4.4641	B
5	—	DIARIO	—	3.9650	0.1318	0.05	3.6959	4.2341	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
12	—		8	4.7333	0.1989	0.05	4.3244	5.1423	A
13	—		7	4.5583	0.1989	0.05	4.1494	4.9673	A
14	—		9	4.2000	0.1989	0.05	3.7911	4.6089	A
15	—		5	4.1250	0.1989	0.05	3.7161	4.5339	A
16	—		2	3.9667	0.1989	0.05	3.5577	4.3756	A

----- Effect=AF\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	5		7	6.3000	0.2813	0.05	5.7217	6.8783	A
18	5		8	6.2167	0.2813	0.05	5.6384	6.7950	A
19	5		9	5.5167	0.2813	0.05	4.9384	6.0950	AB
20	5		2	5.3500	0.2813	0.05	4.7717	5.9283	ABC
21	5		5	4.2500	0.2813	0.05	3.6717	4.8283	BCD
22	2.5		5	4.0000	0.2813	0.05	3.4217	4.5783	CDE
23	2.5		8	3.2500	0.2813	0.05	2.6717	3.8283	DE
24	2.5		9	2.8833	0.2813	0.05	2.3050	3.4616	DE
25	2.5		7	2.8167	0.2813	0.05	2.2384	3.3950	E

### Anexo No. 3. Análisis de disponibilidad de entrada.

#### Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	29.3	17.67	0.0002
SUPL	2	29.3	16.38	<.0001
Semana	4	22.9	22.85	<.0001
AF*SUPL	2	29.3	2.92	0.0699
AF*Semana	4	22.9	19.24	<.0001
SUPL*Semana	8	23.1	4.21	0.0031
AF*SUPL*Semana	8	23.1	2.32	0.0545

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	2.5		—	2492.50	52.5278	0.05	2385.11	2599.89	A
2	5		—	2180.23	52.5278	0.05	2072.85	2287.62	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	2630.30	64.3331	0.05	2498.78	2761.82	A
4	—	AC	—	2244.20	64.3331	0.05	2112.68	2375.72	B
5	—	DIARIO	—	2134.60	64.3331	0.05	2003.08	2266.12	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
12	—	—	5	2794.67	94.3528	0.05	2601.04	2988.29	A
13	—	—	8	2528.25	94.3528	0.05	2334.62	2721.88	AB
14	—	—	9	2395.25	94.3528	0.05	2201.62	2588.88	B
15	—	—	2	2356.92	94.3528	0.05	2163.29	2550.54	B
16	—	—	7	1606.75	94.3528	0.05	1413.12	1800.38	C

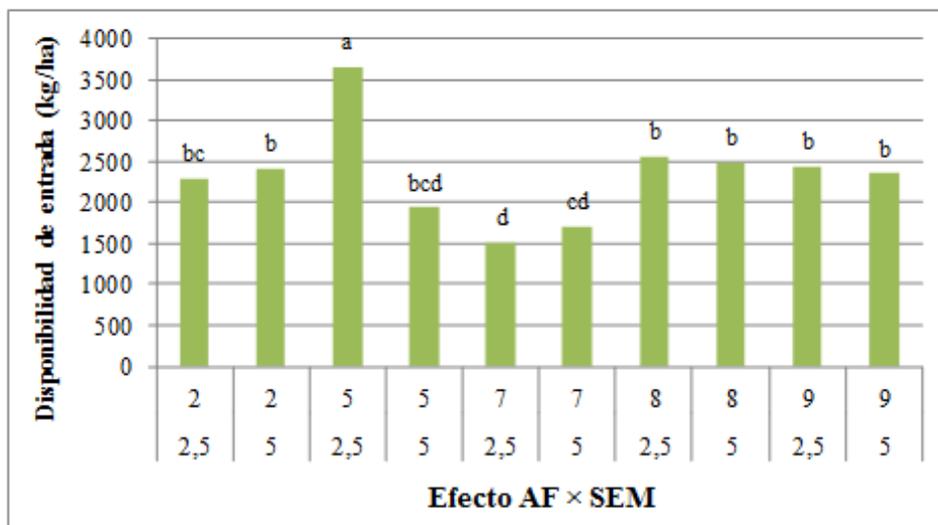
----- Effect=AF\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	2.5	—	5	3649.67	133.43	0.05	3375.84	3923.50	A
18	2.5	—	8	2563.67	133.43	0.05	2289.84	2837.50	B
19	5	—	8	2492.83	133.43	0.05	2219.00	2766.66	B
20	2.5	—	9	2437.00	133.43	0.05	2163.17	2710.83	B
21	5	—	2	2414.00	133.43	0.05	2140.17	2687.83	B
22	5	—	9	2353.50	133.43	0.05	2079.67	2627.33	B
23	2.5	—	2	2299.83	133.43	0.05	2026.00	2573.66	BC
24	5	—	5	1939.67	133.43	0.05	1665.84	2213.50	BCD
25	5	—	7	1701.17	133.43	0.05	1427.34	1975.00	CD
26	2.5	—	7	1512.33	133.43	0.05	1238.50	1786.16	D

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
27	—	TESTIGO	5	3658.75	163.42	0.05	3323.38	3994.12	A
28	—	AC	8	2805.50	163.42	0.05	2470.13	3140.87	AB
29	—	TESTIGO	2	2622.25	163.42	0.05	2286.88	2957.62	B
30	—	TESTIGO	8	2607.25	163.42	0.05	2271.88	2942.62	BC
31	—	TESTIGO	9	2528.75	163.42	0.05	2193.38	2864.12	BC
32	—	DIARIO	5	2376.75	163.42	0.05	2041.38	2712.12	BCD
33	—	DIARIO	9	2349.25	163.42	0.05	2013.88	2684.62	BCD
34	—	AC	5	2348.50	163.42	0.05	2013.13	2683.87	BCDE
35	—	AC	9	2307.75	163.42	0.05	1972.38	2643.12	BCDE
36	—	DIARIO	2	2264.00	163.42	0.05	1928.63	2599.37	BCDE
37	—	AC	2	2184.50	163.42	0.05	1849.13	2519.87	BCDE
38	—	DIARIO	8	2172.00	163.42	0.05	1836.63	2507.37	BCDE
39	—	TESTIGO	7	1734.50	163.42	0.05	1399.13	2069.87	CDE
40	—	AC	7	1574.75	163.42	0.05	1239.38	1910.12	DE
41	—	DIARIO	7	1511.00	163.42	0.05	1175.63	1846.37	E

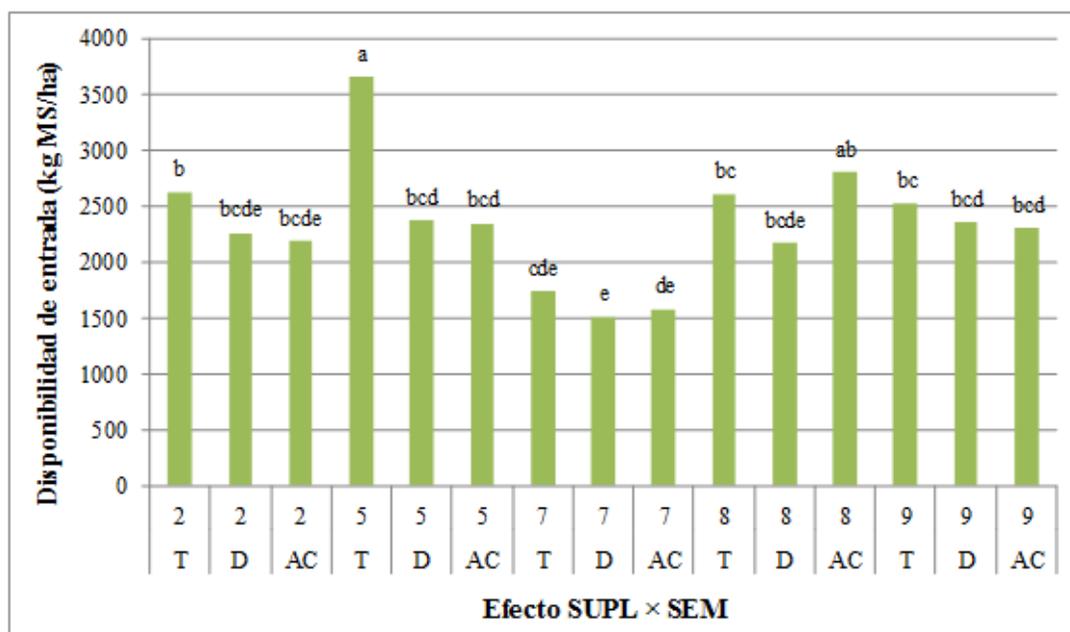
Disponibilidad de forraje de entrada en kg/ha en función de la interacción AF × SEM.



a, b, c y d: medias seguidas por distintas letras difieren estadísticamente  $p < 0,05$

AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo; AF: asignación de forraje; SEM: semana experimental.

Disponibilidad de forraje de entrada en kg/ha en función de la interacción SUPL × SEM.



a, b, c, d y e: medias seguidas por distintas letras difieren estadísticamente  $p < 0,05$

AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo; SUPL: forma de suplementación; SEM: semana experimental.

Anexo No. 4. Análisis de altura de entrada.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	12	2.02	0.1804
SUPL	2	12	4.32	0.0386
Semana	1	12	4.06	0.0669
AF*SUPL	2	12	11.36	0.0017
AF*Semana	1	12	0.44	0.5209
SUPL*Semana	2	12	1.65	0.2329
AF*SUPL*Semana	2	12	15.55	0.0005

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	28.5125	0.6581	0.05	27.0786	29.9464	A
4	—	DIARIO	—	26.3125	0.6581	0.05	24.8786	27.7464	AB
5	—	AC	—	26.0038	0.6581	0.05	24.5698	27.4377	B

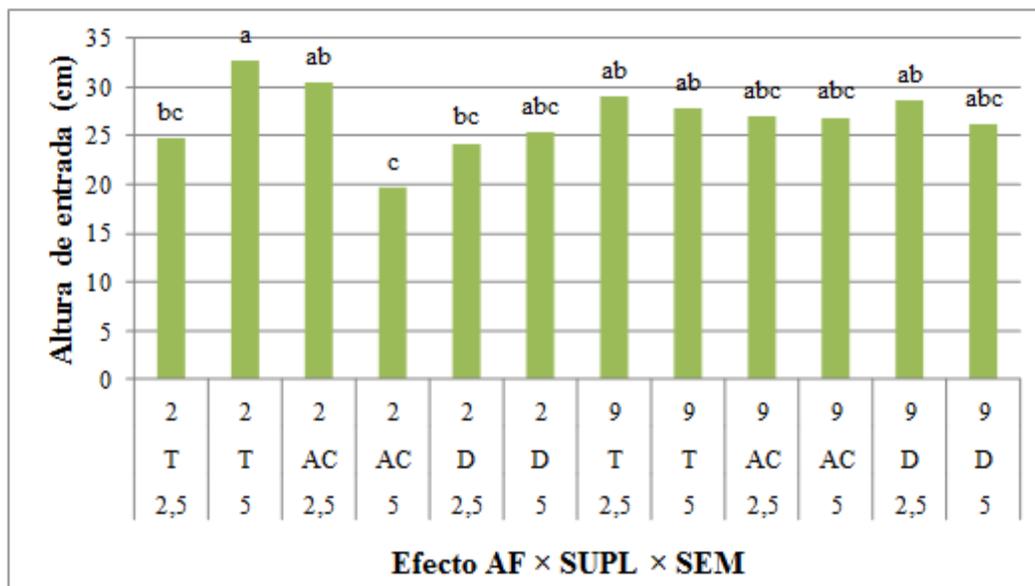
----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
8	5	TESTIGO	—	30.2250	0.9307	0.05	28.1971	32.2529	A
9	2.5	AC	—	28.7250	0.9307	0.05	26.6971	30.7529	AB
10	2.5	DIARIO	—	26.9250	0.9307	0.05	24.8971	28.9529	ABC
11	2.5	TESTIGO	—	26.8000	0.9307	0.05	24.7721	28.8279	ABC
12	5	DIARIO	—	25.7000	0.9307	0.05	23.6721	27.7279	BC
13	5	AC	—	23.2825	0.9307	0.05	21.2546	25.3104	C

----- Effect=AF\*SUPL\*Semana Method=Tukey(P<0.05) Set=7 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
24	5	TESTIGO	2	32.6500	1.3162	0.05	29.7822	35.5178	A
25	2.5	AC	2	30.5000	1.3162	0.05	27.6322	33.3678	AB
26	2.5	DIARIO	9	29.6000	1.3162	0.05	26.7322	32.4678	AB
27	2.5	TESTIGO	9	28.9500	1.3162	0.05	26.0822	31.8178	AB
28	5	TESTIGO	9	27.8000	1.3162	0.05	24.9322	30.6678	AB
29	2.5	AC	9	26.9500	1.3162	0.05	24.0822	29.8178	ABC
30	5	AC	9	26.8500	1.3162	0.05	23.9822	29.7178	ABC
31	5	DIARIO	9	26.1000	1.3162	0.05	23.2322	28.9678	ABC
32	5	DIARIO	2	25.3000	1.3162	0.05	22.4322	28.1678	ABC
33	2.5	TESTIGO	2	24.6500	1.3162	0.05	21.7822	27.5178	BC
34	2.5	DIARIO	2	24.2500	1.3162	0.05	21.3822	27.1178	BC
35	5	AC	2	19.7150	1.3162	0.05	16.8472	22.5828	C

Altura de entrada en cm, en función de la triple interacción AF × SUPL × SEM.



a, b y c: medias seguidas por distintas letras difieren estadísticamente  $p < 0,05$ .

AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo; AF: asignación de forraje; SUPL: forma de suplementación; SEM: semana experimental.

Anexo No. 5. Análisis de biomasa de rechazo.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	14.5	47.65	<.0001
SUPL	2	14.5	2.94	0.0845
Semana	4	19.2	8.51	0.0004
AF*SUPL	2	14.5	2.63	0.1057
AF*Semana	4	19.2	2.58	0.0699
SUPL*Semana	8	19.7	0.74	0.6600
AF*SUPL*Semana	8	19.7	0.54	0.8107

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		—	975.13	28.5180	0.05	914.18	1036.09	A
2	2.5		—	696.73	28.5180	0.05	635.78	757.69	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
12	-		9	974.83	48.5216	0.05	875.72	1073.95	A
13	-		2	904.33	48.5216	0.05	805.22	1003.45	A
14	-		5	903.75	48.5216	0.05	804.64	1002.86	A
15	-		8	821.50	48.5216	0.05	722.39	920.61	A
16	-		7	575.25	48.5216	0.05	476.14	674.36	B

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
6	5	AC	-	1048.70	49.3946	0.05	943.12	1154.28	A
7	5	TESTIGO	-	945.50	49.3946	0.05	839.92	1051.08	AB
8	5	DIARIO	-	931.20	49.3946	0.05	825.62	1036.78	ABC
9	2.5	DIARIO	-	783.10	49.3946	0.05	677.52	888.68	BCD
10	2.5	AC	-	716.00	49.3946	0.05	610.42	821.58	CD
11	2.5	TESTIGO	-	591.10	49.3946	0.05	485.52	696.68	D

## Anexo No. 6. Análisis de altura de rechazo.

### Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	6	56.29	0.0003
SUPL	2	6	7.43	0.0238
Semana	1	6	8.05	0.0297
AF*SUPL	2	6	0.85	0.4746
AF*Semana	1	6	0.85	0.3932
SUPL*Semana	2	6	9.90	0.0126
AF*SUPL*Semana	2	6	1.71	0.2588

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		-	11.4167	0.4814	0.05	10.2387	12.5947	A
2	2.5		-	6.3083	0.4814	0.05	5.1303	7.4863	B

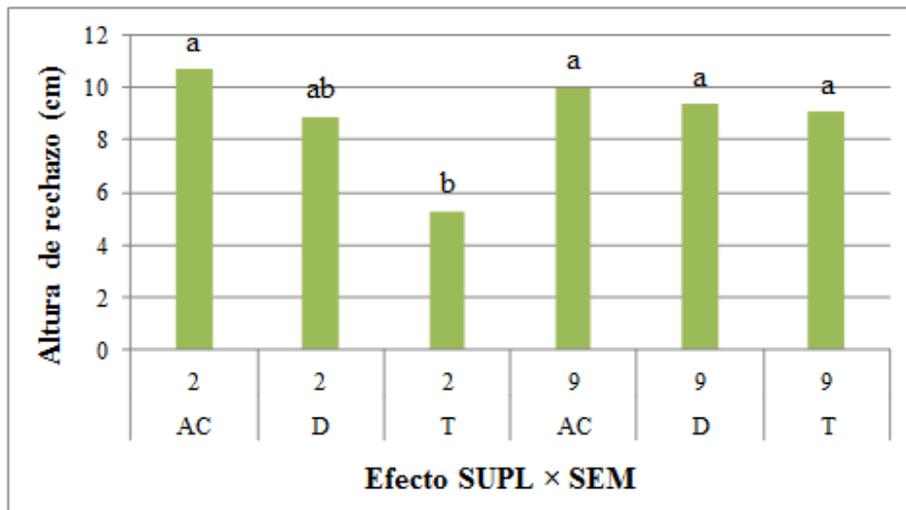
----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	-	AC	-	10.3375	0.5896	0.05	8.8947	11.7803	A
4	-	DIARIO	-	9.1000	0.5896	0.05	7.6572	10.5428	AB
5	-	TESTIGO	-	7.1500	0.5896	0.05	5.7072	8.5928	B

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
18	-	AC	2	10.6750	0.6954	0.05	9.1269	12.2231	A
19	-	AC	9	10.0000	0.6954	0.05	8.4519	11.5481	A
20	-	DIARIO	9	9.3500	0.6954	0.05	7.8019	10.8981	A
21	-	TESTIGO	9	9.0500	0.6954	0.05	7.5019	10.5981	A
22	-	DIARIO	2	8.8500	0.6954	0.05	7.3019	10.3981	AB
23	-	TESTIGO	2	5.2500	0.6954	0.05	3.7019	6.7981	B

Altura de forraje de rechazo en cm, en función de la interacción SUPL × SEM.



a, y b: medias seguidas por distintas letras difieren estadísticamente  $p < 0,05$

SUPL: forma de suplementación; SEM: semana experimental; AC: autoconsumo; D: suplementación diaria; T: testigo.

Anexo No. 7. Análisis de utilización de forraje.

#### Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	16.1	70.58	<.0001
SUPL	2	16.1	9.34	0.0020
Semana	4	24	2.46	0.0726
AF*SUPL	2	16.1	1.77	0.2025
AF*Semana	4	24	3.00	0.0383
SUPL*Semana	8	24.1	1.04	0.4359
AF*SUPL*Semana	8	24.1	0.66	0.7172

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----									
Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	2.5		—	70.7333	1.3410	0.05	67.8914	73.5753	A
2	5		—	54.8000	1.3410	0.05	51.9580	57.6420	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----									
Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	68.5500	1.6424	0.05	65.0693	72.0307	A
4	—	AC	—	60.2000	1.6424	0.05	56.7193	63.6807	B
5	—	DIARIO	—	59.5500	1.6424	0.05	56.0693	63.0307	B

----- Effect=AF*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----									
Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	2.5		7	73.8333	2.9391	0.05	67.8289	79.8377	A
18	2.5		5	73.5000	2.9391	0.05	67.4956	79.5044	A
19	2.5		8	71.8333	2.9391	0.05	65.8289	77.8377	A
20	2.5		9	69.8333	2.9391	0.05	63.8289	75.8377	AB
21	2.5		2	64.6667	2.9391	0.05	58.6623	70.6711	ABC
22	5		8	62.1667	2.9391	0.05	56.1623	68.1711	ABC
23	5		2	57.1667	2.9391	0.05	51.1623	63.1711	BCD
24	5		7	56.3333	2.9391	0.05	50.3289	62.3377	BCD
25	5		5	50.3333	2.9391	0.05	44.3289	56.3377	CD
26	5		9	48.0000	2.9391	0.05	41.9956	54.0044	D

Anexo No. 8. Análisis de ganancia media diaria.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
SUPL	2	97.9	0.00	0.9963
AF	1	97.4	0.01	0.9332
SUPL*AF	2	97.4	0.02	0.9815
DIA	1	198	610.30	<.0001
DIA*SUPL	2	198	11.43	<.0001
DIA*AF	1	198	43.77	<.0001
DIA*SUPL*AF	2	198	0.19	0.8273
PVINI	1	52.1	1033.41	<.0001

Ganancias de peso vivo

The Mixed Procedure

Estimates

Label	Estimate	Standard Error	DF	t value	Pr >  t
GD AC	0.5561	0.03577	198	15.55	<.0001
GD SD	0.6014	0.03577	198	16.81	<.0001
GD TE	0.3730	0.03577	198	10.43	<.0001
GD AF=25	0.3736	0.02921	198	12.79	<.0001
GD AF=50	0.6468	0.02921	198	22.15	<.0001
GD AC_AF=25	0.4373	0.05059	198	8.64	<.0001
GD AC_AF=50	0.6750	0.05059	198	13.34	<.0001
GD SD_AF=25	0.4583	0.05059	198	9.06	<.0001
GD SD_AF=50	0.7445	0.05059	198	14.72	<.0001
GD TE_AF=25	0.2251	0.05059	198	4.45	<.0001
GD TE_AF=50	0.5209	0.05059	198	10.30	<.0001
PEND AC vs SD	-0.04529	0.05059	198	-0.90	0.3717
PEND AC vs TE	0.1831	0.05059	198	3.62	0.0004
PEND SD vs TE	0.2284	0.05059	198	4.52	<.0001

Anexo No. 9. Análisis de peso vivo final.

AF	SUPL	P6 LSMEAN	LSMEAN Number
2.5	AC	220.287978	1
2.5	D	224.457851	2
2.5	Testigo	200.945124	3
5	AC	241.153149	4
5	D	244.243212	5
5	Testigo	231.062686	6

Least Squares Means for effect AF\*SUPL  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent variable: P6						
i/j	1	2	3	4	5	6
1		0.2142	0.0014	0.0008	0.0003	0.0168
2	0.2142		0.0020	0.0013	0.0007	0.0504
3	0.0014	0.0020		0.0001	<.0001	0.0008
4	0.0008	0.0013	0.0001		0.2980	0.0115
5	0.0003	0.0007	<.0001	0.2980		0.0052
6	0.0168	0.0504	0.0008	0.0115	0.0052	

SUPL	P6 LSMEAN	LSMEAN Number
AC	230.720563	1
D	234.350532	2
Testigo	216.003905	3

Least Squares Means for effect SUPL  
Pr > |t| for H0: LSMean(i)=LSMean(j)

Dependent variable: P6			
i/j	1	2	3
1		0.1067	0.0006
2	0.1067		0.0003
3	0.0006	0.0003	

AF	P6 LSMEAN	H0:LSmean1=LSmean2 Pr >  t
2.5	215.230318	<.0001
5	238.819682	

Anexo No. 10. Análisis de consumo de MS de forraje (% PV).

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	27.1	39.16	<.0001
SUPL	2	27.1	18.52	<.0001
Semana	4	24.1	3.57	0.0202
AF*SUPL	2	27.1	0.40	0.6736
AF*Semana	4	24.1	10.05	<.0001
SUPL*Semana	8	24.2	2.44	0.0431
AF*SUPL*Semana	8	24.2	1.49	0.2127

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		—	3.0640	0.09333	0.05	2.8725	3.2555	A
2	2.5		—	2.2380	0.09333	0.05	2.0465	2.4295	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	3.2150	0.1143	0.05	2.9805	3.4495	A
4	—	AC	—	2.4270	0.1143	0.05	2.1925	2.6615	B
5	—	DIARIO	—	2.3110	0.1143	0.05	2.0765	2.5455	B

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
6	5	TESTIGO	—	3.5630	0.1617	0.05	3.2314	3.8946	A
7	2.5	TESTIGO	—	2.8670	0.1617	0.05	2.5354	3.1986	AB
8	5	AC	—	2.8270	0.1617	0.05	2.4954	3.1586	B
9	5	DIARIO	—	2.8020	0.1617	0.05	2.4704	3.1336	B
10	2.5	AC	—	2.0270	0.1617	0.05	1.6954	2.3586	C
11	2.5	DIARIO	—	1.8200	0.1617	0.05	1.4884	2.1516	C

----- Effect=AF\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	5		8	3.8583	0.2301	0.05	3.3875	4.3292	A
18	5		7	3.5200	0.2301	0.05	3.0491	3.9909	A
19	5		2	3.1017	0.2301	0.05	2.6308	3.5725	AB
20	2.5		5	3.0483	0.2301	0.05	2.5775	3.5192	AB
21	5		9	2.6417	0.2301	0.05	2.1708	3.1125	ABC
22	2.5		8	2.3650	0.2301	0.05	1.8941	2.8359	BC
23	5		5	2.1983	0.2301	0.05	1.7275	2.6692	BC
24	2.5		7	2.0783	0.2301	0.05	1.6075	2.5492	BC
25	2.5		9	2.0150	0.2301	0.05	1.5441	2.4859	BC
26	2.5		2	1.6833	0.2301	0.05	1.2125	2.1542	C

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
27	—	TESTIGO	5	3.8800	0.2818	0.05	3.3033	4.4567	A
28	—	AC	8	3.3850	0.2818	0.05	2.8083	3.9617	AB
29	—	TESTIGO	8	3.2775	0.2818	0.05	2.7008	3.8542	AB
30	—	TESTIGO	7	3.1900	0.2818	0.05	2.6133	3.7667	AB
31	—	TESTIGO	2	3.1350	0.2818	0.05	2.5583	3.7117	AB
32	—	DIARIO	8	2.6725	0.2818	0.05	2.0958	3.2492	AB
33	—	AC	7	2.6700	0.2818	0.05	2.0933	3.2467	AB
34	—	TESTIGO	9	2.5925	0.2818	0.05	2.0158	3.1692	AB
35	—	DIARIO	7	2.5375	0.2818	0.05	1.9608	3.1142	AB
36	—	DIARIO	9	2.2500	0.2818	0.05	1.6733	2.8267	B
37	—	AC	9	2.1425	0.2818	0.05	1.5658	2.7192	B
38	—	DIARIO	2	2.0525	0.2818	0.05	1.4758	2.6292	B
39	—	DIARIO	5	2.0425	0.2818	0.05	1.4658	2.6192	B
40	—	AC	2	1.9900	0.2818	0.05	1.4133	2.5667	B
41	—	AC	5	1.9475	0.2818	0.05	1.3708	2.5242	B

Anexo No. 11. Análisis de consumo de MS de forraje (kg/a/día)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	26.4	61.89	<.0001
SUPL	2	26.4	12.16	0.0002
Semana	4	24.4	5.49	0.0027
AF*SUPL	2	26.4	0.03	0.9660
AF*Semana	4	24.4	9.95	<.0001
SUPL*Semana	8	24.4	2.27	0.0571
AF*SUPL*Semana	8	24.4	1.20	0.3386

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		—	6.6567	0.1950	0.05	6.2561	7.0573	A
2	2.5		—	4.4867	0.1950	0.05	4.0861	4.8873	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	6.5300	0.2389	0.05	6.0394	7.0206	A
4	—	AC	—	5.1650	0.2389	0.05	4.6744	5.6556	B
5	—	DIARIO	—	5.0200	0.2389	0.05	4.5294	5.5106	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
12	—		8	6.6750	0.3375	0.05	5.9846	7.3654	A
13	—		7	5.9833	0.3375	0.05	5.2930	6.6737	AB
14	—		5	5.3083	0.3375	0.05	4.6180	5.9987	AB
15	—		9	5.2583	0.3375	0.05	4.5680	5.9487	AB
16	—		2	4.6333	0.3375	0.05	3.9430	5.3237	B

----- Effect=AF\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	5		8	8.5667	0.4774	0.05	7.5904	9.5430	A
18	5		7	7.7667	0.4774	0.05	6.7904	8.7430	AB
19	5		9	6.2000	0.4774	0.05	5.2237	7.1763	ABC
20	5		2	6.0833	0.4774	0.05	5.1070	7.0596	BC
21	2.5		5	5.9500	0.4774	0.05	4.9737	6.9263	BC
22	2.5		8	4.7833	0.4774	0.05	3.8070	5.7596	CD
23	5		5	4.6667	0.4774	0.05	3.6904	5.6430	CD
24	2.5		9	4.3167	0.4774	0.05	3.3404	5.2930	CD
25	2.5		7	4.2000	0.4774	0.05	3.2237	5.1763	CD
26	2.5		2	3.1833	0.4774	0.05	2.2070	4.1596	D

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
6	5	TESTIGO	—	7.6500	0.3378	0.05	6.9561	8.3439	A
7	5	AC	—	6.2000	0.3378	0.05	5.5061	6.8939	AB
8	5	DIARIO	—	6.1200	0.3378	0.05	5.4261	6.8139	B
9	2.5	TESTIGO	—	5.4100	0.3378	0.05	4.7161	6.1039	BC
10	2.5	AC	—	4.1300	0.3378	0.05	3.4361	4.8239	CD
11	2.5	DIARIO	—	3.9200	0.3378	0.05	3.2261	4.6139	D

Anexo No. 12. Análisis de consumo de MS de suplemento (% PV)

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	10.4	6.77	0.0257
SUPL	1	10.4	1318.69	<.0001
Semana	9	28.3	7.39	<.0001
AF*SUPL	1	10.4	6.56	0.0275
AF*Semana	9	28.3	0.92	0.5234
SUPL*Semana	9	28.3	7.48	<.0001
AF*SUPL*Semana	9	28.3	0.91	0.5308

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	2.5		—	0.7908	0.008767	0.05	0.7713	0.8102	A
2	5		—	0.7585	0.008767	0.05	0.7391	0.7779	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	DIARIO	—	0.9998	0.008767	0.05	0.9803	1.0192	A
4	—	AC	—	0.5495	0.008767	0.05	0.5301	0.5689	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
9	—		2	0.8863	0.01899	0.05	0.8478	0.9247	A
10	—		9	0.8338	0.01899	0.05	0.7953	0.8722	AB
11	—		8	0.7925	0.01899	0.05	0.7541	0.8309	BC
12	—		5	0.7825	0.01899	0.05	0.7441	0.8209	BC
13	—		4	0.7625	0.01899	0.05	0.7241	0.8009	BC
14	—		7	0.7500	0.01899	0.05	0.7116	0.7884	BC
15	—		1	0.7413	0.01899	0.05	0.7028	0.7797	C
16	—		3	0.7413	0.01899	0.05	0.7028	0.7797	C
17	—		10	0.7363	0.01899	0.05	0.6978	0.7747	C
18	—		6	0.7200	0.01899	0.05	0.6816	0.7584	C

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
5	2.5	DIARIO	—	1.0000	0.01240	0.05	0.9725	1.0275	A
6	5	DIARIO	—	0.9995	0.01240	0.05	0.9720	1.0270	A
7	2.5	AC	—	0.5815	0.01240	0.05	0.5540	0.6090	B
8	5	AC	—	0.5175	0.01240	0.05	0.4900	0.5450	C

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
39	—	DIARIO	10	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
40	—	DIARIO	1	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
41	—	DIARIO	4	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
42	—	DIARIO	8	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
43	—	DIARIO	5	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
44	—	DIARIO	7	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
45	—	DIARIO	2	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
46	—	DIARIO	3	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
47	—	DIARIO	6	1.0000	0.02686	0.05	0.9457	1.0543	A
48	—	DIARIO	9	0.9975	0.02686	0.05	0.9432	1.0518	A
49	—	AC	2	0.7725	0.02686	0.05	0.7182	0.8268	B
50	—	AC	9	0.6700	0.02686	0.05	0.6157	0.7243	BC
51	—	AC	8	0.5850	0.02686	0.05	0.5307	0.6393	CD
52	—	AC	5	0.5650	0.02686	0.05	0.5107	0.6193	CD
53	—	AC	4	0.5250	0.02686	0.05	0.4707	0.5793	CD
54	—	AC	7	0.5000	0.02686	0.05	0.4457	0.5543	D
55	—	AC	1	0.4825	0.02686	0.05	0.4282	0.5368	D
56	—	AC	3	0.4825	0.02686	0.05	0.4282	0.5368	D
57	—	AC	10	0.4725	0.02686	0.05	0.4182	0.5268	D
58	—	AC	6	0.4400	0.02686	0.05	0.3857	0.4943	D

Anexo No. 13. Análisis de consumo de MS de suplemento (kg/a/día).

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	10.2	0.53	0.4827
SUPL	1	10.2	1568.26	<.0001
Semana	9	27.5	13.71	<.0001
AF*SUPL	1	10.2	3.03	0.1119
AF*Semana	9	27.5	0.94	0.5067
SUPL*Semana	9	27.5	8.10	<.0001
AF*SUPL*Semana	9	27.5	0.81	0.6102

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	2.5		—	1.6402	0.01747	0.05	1.6014	1.6791	A
2	5		—	1.6223	0.01747	0.05	1.5834	1.6611	A

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	_	DIARIO	_	2.1205	0.01747	0.05	2.0817	2.1593	A
4	_	AC	_	1.1420	0.01747	0.05	1.1032	1.1808	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
9	_	_	9	1.9300	0.03894	0.05	1.8513	2.0087	A
10	_	_	8	1.7275	0.03894	0.05	1.6488	1.8062	B
11	_	_	2	1.7137	0.03894	0.05	1.6350	1.7925	BC
12	_	_	10	1.7088	0.03894	0.05	1.6300	1.7875	BC
13	_	_	7	1.6375	0.03894	0.05	1.5588	1.7162	BCD
14	_	_	5	1.6362	0.03894	0.05	1.5575	1.7150	BCD
15	_	_	4	1.5300	0.03894	0.05	1.4513	1.6087	CDE
16	_	_	6	1.5050	0.03894	0.05	1.4263	1.5837	DE
17	_	_	3	1.4862	0.03894	0.05	1.4075	1.5650	DE
18	_	_	1	1.4375	0.03894	0.05	1.3588	1.5162	E

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
5	5	DIARIO	_	2.1330	0.02471	0.05	2.0781	2.1879	A
6	2.5	DIARIO	_	2.1080	0.02471	0.05	2.0531	2.1629	A
7	2.5	AC	_	1.1725	0.02471	0.05	1.1176	1.2274	B
8	5	AC	_	1.1115	0.02471	0.05	1.0566	1.1664	B

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
39	_	DIARIO	10	2.3400	0.05507	0.05	2.2287	2.4513	A
40	_	DIARIO	9	2.3350	0.05507	0.05	2.2237	2.4463	A
41	_	DIARIO	7	2.2075	0.05507	0.05	2.0962	2.3188	AB
42	_	DIARIO	8	2.2075	0.05507	0.05	2.0962	2.3188	AB
43	_	DIARIO	5	2.1025	0.05507	0.05	1.9912	2.2138	AB
44	_	DIARIO	6	2.1025	0.05507	0.05	1.9912	2.2138	AB
45	_	DIARIO	3	2.0100	0.05507	0.05	1.8987	2.1213	B
46	_	DIARIO	4	2.0100	0.05507	0.05	1.8987	2.1213	B
47	_	DIARIO	1	1.9450	0.05507	0.05	1.8337	2.0563	B
48	_	DIARIO	2	1.9450	0.05507	0.05	1.8337	2.0563	B
49	_	AC	9	1.5250	0.05507	0.05	1.4137	1.6363	C
50	_	AC	2	1.4825	0.05507	0.05	1.3712	1.5938	C
51	_	AC	8	1.2475	0.05507	0.05	1.1362	1.3588	CD
52	_	AC	5	1.1700	0.05507	0.05	1.0587	1.2813	DE
53	_	AC	10	1.0775	0.05507	0.05	0.9662	1.1888	DE
54	_	AC	7	1.0675	0.05507	0.05	0.9562	1.1788	DE
55	_	AC	4	1.0500	0.05507	0.05	0.9387	1.1613	DE
56	_	AC	3	0.9625	0.05507	0.05	0.8512	1.0738	DE
57	_	AC	1	0.9300	0.05507	0.05	0.8187	1.0413	E
58	_	AC	6	0.9075	0.05507	0.05	0.7962	1.0188	E

Anexo No. 14. Análisis de consumo de MS total (% PV).

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	26.9	35.04	<.0001
SUPL	2	26.9	1.46	0.2494
Semana	4	24.2	3.21	0.0302
AF*SUPL	2	26.9	0.48	0.6239
AF*Semana	4	24.2	9.67	<.0001
SUPL*Semana	8	24.3	2.46	0.0413
AF*SUPL*Semana	8	24.3	1.47	0.2182

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		—	3.5833	0.09397	0.05	3.3905	3.7762	A
2	2.5		—	2.7967	0.09397	0.05	2.6038	2.9895	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
12	—		8	3.6417	0.1635	0.05	3.3072	3.9762	A
13	—		7	3.3250	0.1635	0.05	2.9905	3.6595	A
14	—		5	3.1333	0.1635	0.05	2.7988	3.4678	A
15	—		2	2.9667	0.1635	0.05	2.6322	3.3012	A
16	—		9	2.8833	0.1635	0.05	2.5488	3.2178	A

----- Effect=AF\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	5		8	4.3833	0.2312	0.05	3.9103	4.8564	A
18	5		7	4.0167	0.2312	0.05	3.5436	4.4897	AB
19	5		2	3.6333	0.2312	0.05	3.1603	4.1064	ABC
20	2.5		5	3.5667	0.2312	0.05	3.0936	4.0397	ABC
21	5		9	3.1833	0.2312	0.05	2.7103	3.6564	ABCD
22	2.5		8	2.9000	0.2312	0.05	2.4270	3.3730	BCD
23	5		5	2.7000	0.2312	0.05	2.2270	3.1730	CD
24	2.5		7	2.6333	0.2312	0.05	2.1603	3.1064	CD
25	2.5		9	2.5833	0.2312	0.05	2.1103	3.0564	CD
26	2.5		2	2.3000	0.2312	0.05	1.8270	2.7730	D

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
27	—	AC	8	3.9750	0.2832	0.05	3.3956	4.5544	A
28	—	TESTIGO	5	3.8750	0.2832	0.05	3.2956	4.4544	AB
29	—	DIARIO	8	3.7000	0.2832	0.05	3.1206	4.2794	AB
30	—	DIARIO	7	3.5500	0.2832	0.05	2.9706	4.1294	AB
31	—	TESTIGO	8	3.2500	0.2832	0.05	2.6706	3.8294	AB
32	—	DIARIO	9	3.2500	0.2832	0.05	2.6706	3.8294	AB
33	—	AC	7	3.2250	0.2832	0.05	2.6456	3.8044	AB
34	—	TESTIGO	7	3.2000	0.2832	0.05	2.6206	3.7794	AB
35	—	TESTIGO	2	3.1500	0.2832	0.05	2.5706	3.7294	AB
36	—	DIARIO	5	3.0500	0.2832	0.05	2.4706	3.6294	AB
37	—	DIARIO	2	3.0250	0.2832	0.05	2.4456	3.6044	AB
38	—	AC	9	2.8000	0.2832	0.05	2.2206	3.3794	AB
39	—	AC	2	2.7250	0.2832	0.05	2.1456	3.3044	AB
40	—	TESTIGO	9	2.6000	0.2832	0.05	2.0206	3.1794	AB
41	—	AC	5	2.4750	0.2832	0.05	1.8956	3.0544	B

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
6	5	DIARIO	—	3.8000	0.1628	0.05	3.4660	4.1340	A
7	5	TESTIGO	—	3.5700	0.1628	0.05	3.2360	3.9040	A
8	5	AC	—	3.3800	0.1628	0.05	3.0460	3.7140	AB
9	2.5	TESTIGO	—	2.8600	0.1628	0.05	2.5260	3.1940	B
10	2.5	DIARIO	—	2.8300	0.1628	0.05	2.4960	3.1640	B
11	2.5	AC	—	2.7000	0.1628	0.05	2.3660	3.0340	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	DIARIO	—	3.3150	0.1151	0.05	3.0788	3.5512	A
4	—	TESTIGO	—	3.2150	0.1151	0.05	2.9788	3.4512	A
5	—	AC	—	3.0400	0.1151	0.05	2.8038	3.2762	A

Anexos No. 15. Análisis de consumo de MS total (kg/a/día).

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	27.1	62.34	<.0001
SUPL	2	27.1	2.58	0.0940
Semana	4	24.4	5.82	0.0020
AF*SUPL	2	27.1	0.12	0.8893
AF*Semana	4	24.4	10.24	<.0001
SUPL*Semana	8	24.4	2.52	0.0373
AF*SUPL*Semana	8	24.4	1.30	0.2907

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
1	5		—	7.8067	0.1923	0.05	7.4123	8.2010	A
2	2.5		—	5.6600	0.1923	0.05	5.2656	6.0544	B

----- Effect=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
12	—		8	7.8167	0.3347	0.05	7.1318	8.5015	A
13	—		7	7.1500	0.3347	0.05	6.4652	7.8348	AB
14	—		9	6.5500	0.3347	0.05	5.8652	7.2348	ABC
15	—		5	6.3917	0.3347	0.05	5.7068	7.0765	BC
16	—		2	5.7583	0.3347	0.05	5.0735	6.4432	C

----- Effect=AF\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
17	5		8	9.7333	0.4734	0.05	8.7649	10.7018	A
18	5		7	8.9167	0.4734	0.05	7.9482	9.8851	AB
19	5		9	7.4833	0.4734	0.05	6.5149	8.4518	ABC
20	5		2	7.1500	0.4734	0.05	6.1815	8.1185	BC
21	2.5		5	7.0333	0.4734	0.05	6.0649	8.0018	BC
22	2.5		8	5.9000	0.4734	0.05	4.9315	6.8685	CD
23	5		5	5.7500	0.4734	0.05	4.7815	6.7185	CD
24	2.5		9	5.6167	0.4734	0.05	4.6482	6.5851	CD
25	2.5		7	5.3833	0.4734	0.05	4.4149	6.3518	CD
26	2.5		2	4.3667	0.4734	0.05	3.3982	5.3351	D

----- Effect=SUPL\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
27	—	AC	8	8.5500	0.5798	0.05	7.3639	9.7361	A
28	—	DIARIO	8	8.1250	0.5798	0.05	6.9389	9.3111	AB
29	—	DIARIO	7	7.8250	0.5798	0.05	6.6389	9.0111	AB
30	—	DIARIO	9	7.6000	0.5798	0.05	6.4139	8.7861	AB
31	—	TESTIGO	5	7.6000	0.5798	0.05	6.4139	8.7861	AB
32	—	AC	7	7.0250	0.5798	0.05	5.8389	8.2111	AB
33	—	TESTIGO	8	6.7750	0.5798	0.05	5.5889	7.9611	AB
34	—	TESTIGO	7	6.6000	0.5798	0.05	5.4139	7.7861	AB
35	—	AC	9	6.4250	0.5798	0.05	5.2389	7.6111	AB
36	—	DIARIO	5	6.3750	0.5798	0.05	5.1889	7.5611	AB
37	—	TESTIGO	2	6.0500	0.5798	0.05	4.8639	7.2361	AB
38	—	DIARIO	2	5.9250	0.5798	0.05	4.7389	7.1111	AB
39	—	TESTIGO	9	5.6250	0.5798	0.05	4.4389	6.8111	AB
40	—	AC	2	5.3000	0.5798	0.05	4.1139	6.4861	B
41	—	AC	5	5.2000	0.5798	0.05	4.0139	6.3861	B

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
6	5	DIARIO	—	8.2900	0.3330	0.05	7.6069	8.9731	A
7	5	TESTIGO	—	7.6500	0.3330	0.05	6.9669	8.3331	A
8	5	AC	—	7.4800	0.3330	0.05	6.7969	8.1631	AB
9	2.5	DIARIO	—	6.0500	0.3330	0.05	5.3669	6.7331	BC
10	2.5	AC	—	5.5200	0.3330	0.05	4.8369	6.2031	C
11	2.5	TESTIGO	—	5.4100	0.3330	0.05	4.7269	6.0931	C

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	Semana	Estimate	Standard Error	Alpha	Lower	Upper	Letter Group
3	—	DIARIO	—	7.1700	0.2355	0.05	6.6870	7.6530	A
4	—	TESTIGO	—	6.5300	0.2355	0.05	6.0470	7.0130	A
5	—	AC	—	6.5000	0.2355	0.05	6.0170	6.9830	A

### Anexo No. 16. Análisis de tasa de sustitución.

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	1	0.09031250	0.09031250	2.55	0.1856
SUPL	1	0.47531250	0.47531250	13.41	0.0215
AF*SUPL	1	0.04651250	0.04651250	1.31	0.3158

SUPL	TS LSMEAN	H0:LSMean1=LSMean2 Pr >  t
AC	1.21250000	0.0215
D	0.72500000	

AF	SUPL	TS LSMEAN	LSMEAN Number
2.5	AC	1.03000000	1
2.5	D	0.69500000	2
5	AC	1.39500000	3
5	D	0.75500000	4

Least Squares Means for effect AF\*SUPL  
Pr > |t| for H0: LSmean(i)=LSmean(j)

Dependent Variable: TS				
i/j	1	2	3	4
1		0.1498	0.1245	0.2179
2	0.1498		0.0205	0.7659
3	0.1245	0.0205		0.0273
4	0.2179	0.7659	0.0273	

### Anexo No. 17. Análisis de eficiencia de conversión.

Source	DF	Type IV SS	Mean Square	F Value	Pr > F
AF	1	12.00500000	12.00500000	1.81	0.2498
SUPL	1	5.34645000	5.34645000	0.81	0.4201
AF*SUPL	1	0.39605000	0.39605000	0.06	0.8190

AF	SUPL	EC_Supl LSMEAN	LSMEAN Number
2.5	AC	5.88000000	1
2.5	D	7.96000000	2
5	AC	8.77500000	3
5	D	9.96500000	4

Least Squares Means for effect AF\*SUPL  
Pr > |t| for H0: LSmean(i)=LSmean(j)

Dependent variable: EC\_Supl

i/j	1	2	3	4
1		0.4646	0.3239	0.1879
2	0.4646		0.7675	0.4798
3	0.3239	0.7675		0.6681
4	0.1879	0.4798	0.6681	

### Anexo No. 18. Análisis de actividad de pastoreo

#### Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	4.13	0.0571
SUPL	2	18	8.72	0.0022
SEMANA	1	20	5.67	0.0273
Dia_dentrose	3	54	19.07	<.0001
AF*SUPL	2	18	0.28	0.7624
AF*SEMANA	1	20	0.07	0.7961
SUPL*SEMANA	2	20	1.83	0.1864
AF*Dia_dentrose	3	54	1.39	0.2567
SUPL*Dia_dentrose	6	54	0.97	0.4522
AF*SUPL*Dia_dentrose	6	54	1.05	0.4046

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	2.5		—	—	0.5175	0.5171	A
2	5		—	—	0.4684	0.5171	A
----- Effect=SUPL Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
3	—	TESTIGO	—	—	0.5618	0.5210	A
4	—	DIARIO	—	—	0.4739	0.5209	B
5	—	AC	—	—	0.4429	0.5209	B
----- Effect=SEMANA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
6	—		2	—	0.5284	0.5211	A
7	—		9	—	0.4574	0.5171	B
----- Effect=Dia_dentrose Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	—		—	5	0.5598	0.5264	A
9	—		—	4	0.5158	0.5256	A
10	—		—	3	0.4933	0.5239	A
11	—		—	2	0.4036	0.5157	B

Anexo No. 19. Análisis de actividad de descanso.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	4.59	0.0461
SUPL	2	18	4.33	0.0291
SEMANA	1	20	0.00	0.9519
Dia_dentrose	3	54	9.93	<.0001
AF*SUPL	2	18	0.88	0.4300
AF*SEMANA	1	20	0.86	0.3652
SUPL*SEMANA	2	20	9.50	0.0013
AF*Dia_dentrose	3	54	0.76	0.5241
SUPL*Dia_dentrose	6	54	1.26	0.2936
AF*SUPL*Dia_dentrose	6	54	1.54	0.1818

----- Effect=AF Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	5		-	-	0.2441	0.5263	A
2	2.5		-	-	0.1871	0.5295	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
3	-	DIARIO	-	-	0.2708	0.5305	A
4	-	TESTIGO	-	-	0.1999	0.5335	AB
5	-	AC	-	-	0.1793	0.5383	B

----- Effect=Dia_dentrose Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
8	-		-	2	0.2970	0.5225	A
9	-		-	4	0.2005	0.5411	B
10	-		-	3	0.1880	0.5414	B
11	-		-	5	0.1838	0.5421	B

----- Effect=SUPL*SEMANA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=9 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
25	-	DIARIO	9	-	0.3369	0.5403	A
26	-	TESTIGO	9	-	0.2351	0.5440	A
27	-	AC	9	-	0.1133	0.5520	B

Anexo No. 20. Análisis de actividad de rumia.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0.19	0.6678
SUPL	2	18	2.52	0.1083
SEMANA	1	20	2.40	0.1370
Dia_dentrose	3	54	0.95	0.4233
AF*SUPL	2	18	0.09	0.9118
AF*SEMANA	1	20	0.13	0.7228
SUPL*SEMANA	2	20	2.55	0.1029
AF*Dia_dentrose	3	54	0.42	0.7372
SUPL*Dia_dentrose	6	54	2.16	0.0615
AF*SUPL*Dia_dentrose	6	54	2.00	0.0816

Anexo No. 21. Análisis de actividad de pastoreo por horas.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0.28	0.6055
SUPL	2	18	2.60	0.1022
SEMANA	1	20	1.87	0.1864
Dia_dentrosem	3	54	3.33	0.0261
AF*SUPL	2	18	5.48	0.0138
AF*SEMANA	1	20	1.09	0.3091
SUPL*SEMANA	2	20	0.66	0.5274
AF*Dia_dentrosem	3	54	1.69	0.1800
SUPL*Dia_dentrosem	6	54	2.69	0.0234
AF*SUPL*Dia_dentrosem	6	54	0.69	0.6600

Anexo No. 22. Análisis de actividad de descanso por horas.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	5.36	0.0326
SUPL	2	18	0.42	0.6640
SEMANA	1	20	0.50	0.4860
Dia_dentrosem	3	53	2.05	0.1180
AF*SUPL	2	18	1.93	0.1734
AF*SEMANA	1	20	4.10	0.0566
SUPL*SEMANA	2	20	1.94	0.1703
AF*Dia_dentrosem	3	53	3.37	0.0251
SUPL*Dia_dentrosem	6	53	1.41	0.2280
AF*SUPL*Dia_dentrosem	6	53	1.24	0.3017

Anexo No. 23. Análisis de actividad de rumia por horas.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	18	0.43	0.5181
SUPL	2	18	0.06	0.9376
SEMANA	1	20	7.78	0.0113
Dia_dentrosem	3	53	4.08	0.0111
AF*SUPL	2	18	1.37	0.2797
AF*SEMANA	1	20	0.02	0.8889
SUPL*SEMANA	2	20	0.07	0.9301
AF*Dia_dentrosem	3	53	0.09	0.9668
SUPL*Dia_dentrosem	6	53	0.85	0.5345
AF*SUPL*Dia_dentrosem	6	53	1.14	0.3524

Anexo No. 24. Análisis de tasa de bocado.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	20	8.58	0.0083
SUPL	2	20	1.24	0.3108
SEMANA	1	18	0.02	0.8886
Dia_dentrose	3	54	1.99	0.1262
AF*SEMANA	1	18	0.88	0.3607
SUPL*SEMANA	2	18	3.11	0.0693
AF*SUPL*SEMANA	2	18	0.51	0.6082
AF*Dia_dentrose	3	54	1.10	0.3584
SUPL*Dia_dentrose	6	54	1.78	0.1203
AF*SUPL*Dia_dentrose	6	54	0.35	0.9067

Tasa de bocado Promedio

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----							
Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_ dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	5				35.7708	0.9356	A
2	2.5				31.8958	0.9356	B

Anexo No. 25. Análisis de patrón diario de defoliación de la pastura.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	6	20.14	0.0042
SUPL	2	6	0.83	0.4817
SEMANA	1	6	25.18	0.0024
Dia_dentrose	6	36	206.46	<.0001
AF*SUPL	2	6	3.84	0.0842
AF*SEMANA	1	6	0.45	0.5281
SUPL*SEMANA	2	6	1.00	0.4224
AF*SUPL*SEMANA	2	6	5.26	0.0479
AF*Dia_dentrose	6	36	8.30	<.0001
SUPL*Dia_dentrose	12	36	1.52	0.1638
AF*SUPL*Dia_dentrose	12	36	2.43	0.0195

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	5		-	-	18.3769	0.5331	A
2	2.5		-	-	14.9934	0.5331	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
3	-	AC	-	-	17.2734	0.6529	A
4	-	TESTIGO	-	-	16.6960	0.6529	A
5	-	DIARIO	-	-	16.0860	0.6529	A

----- Effect=AF\*SUPL Method=Tukey(P<0.05) Set=5 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
6	5	TESTIGO	-	-	19.8459	0.9234	A
7	5	AC	-	-	18.0256	0.9234	AB
8	5	DIARIO	-	-	17.2591	0.9234	AB
9	2.5	AC	-	-	16.5212	0.9234	AB
10	2.5	DIARIO	-	-	14.9129	0.9234	AB
11	2.5	TESTIGO	-	-	13.5461	0.9234	B

----- Effect=SEMANA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
12	-		9	-	18.0449	0.4643	A
13	-		2	-	15.3254	0.4643	B

----- Effect=Dia\_dentrose Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
14	-		-	1	27.7078	0.4900	A
15	-		-	2	22.0821	0.4962	B
16	-		-	3	18.9811	0.4989	C
17	-		-	4	15.1781	0.4996	D
18	-		-	5	12.4735	0.4989	E
19	-		-	6	10.7736	0.4962	F
20	-		-	7	9.5998	0.4900	F

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
31	5	AC	9	--	20.9451	1.1372	A
32	5	TESTIGO	9	--	19.9144	1.1372	A
33	5	TESTIGO	2	--	19.7774	1.1372	A
34	5	DIARIO	9	--	17.8060	1.1372	AB
35	2.5	AC	9	--	17.4008	1.1372	AB
36	5	DIARIO	2	--	16.7122	1.1372	AB
37	2.5	DIARIO	9	--	16.4707	1.1372	AB
38	2.5	TESTIGO	9	--	15.7322	1.1372	AB
39	2.5	AC	2	--	15.6417	1.1372	AB
40	5	AC	2	--	15.1061	1.1372	AB
41	2.5	DIARIO	2	--	13.3551	1.1372	AB
42	2.5	TESTIGO	2	--	11.3601	1.1372	B

----- Effect=AF\*Dia\_dentrose    Method=Tukey-Kramer (P<0.05)    Set=9 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
43	2.5	--	--	1	28.2271	0.6930	A
44	5	--	--	1	27.1885	0.6930	A
45	5	--	--	2	22.5765	0.7018	B
46	2.5	--	--	2	21.5877	0.7018	BC
47	5	--	--	3	20.0358	0.7055	CD
48	2.5	--	--	3	17.9263	0.7055	DEF
49	5	--	--	4	17.6779	0.7066	E
50	5	--	--	5	15.1527	0.7055	FG
51	5	--	--	6	13.6696	0.7018	GH
52	2.5	--	--	4	12.6784	0.7066	GH
53	5	--	--	7	12.3371	0.6930	HI
54	2.5	--	--	5	9.7943	0.7055	IJ
55	2.5	--	--	6	7.8776	0.7018	JK
56	2.5	--	--	7	6.8626	0.6930	K

----- Effect=AF\*SUPL\*Dia\_dentrose    Method=Tukey-Kramer (P<0.05)    Set=11 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
78	2.5	AC	--	1	31.8003	1.2003	AB
79	5	TESTIGO	--	1	30.7655	1.2003	A
80	2.5	DIARIO	--	1	26.5953	1.2003	ABCDE
81	2.5	TESTIGO	--	1	26.2857	1.2003	ABCDE
82	5	DIARIO	--	1	25.5323	1.2003	ABCEFGH
83	5	AC	--	1	25.2677	1.2003	ABCDFGI
84	5	TESTIGO	--	2	25.1043	1.2155	BCDEFHI
85	2.5	AC	--	2	23.1430	1.2155	CDEFGHIJK
86	2.5	DIARIO	--	2	22.8664	1.2155	CDEFGHIKL
87	5	TESTIGO	--	3	22.1341	1.2220	CDEFGHIJ
88	5	AC	--	2	21.7578	1.2155	CDEFGHIJKM
89	5	DIARIO	--	2	20.8674	1.2155	DIJKNOP
90	2.5	AC	--	3	20.2285	1.2220	CDEFGHIJKMNOQ
91	5	AC	--	3	19.9681	1.2220	EHJKMNPQ
92	2.5	TESTIGO	--	2	18.7538	1.2155	FGHIJKMNOPQRS
93	5	TESTIGO	--	4	18.7469	1.2238	GJKMNOPQR
94	5	AC	--	4	18.2570	1.2238	HJKMNOPQRST
95	5	DIARIO	--	3	18.0053	1.2220	IJKMNOPQRST
96	2.5	DIARIO	--	3	17.6045	1.2220	JMNOPRSUJ
97	5	DIARIO	--	4	16.0299	1.2238	JKLMNOPQRSTVW
98	2.5	TESTIGO	--	3	15.9459	1.2220	JKLMNOPQRSTV
99	5	TESTIGO	--	5	15.9370	1.2220	KMNOPQRSTUVW
100	5	DIARIO	--	5	14.7731	1.2220	MQRSTVWXY
101	5	AC	--	5	14.7479	1.2220	ORSTUVWXY
102	5	TESTIGO	--	6	14.3637	1.2155	NOPQRSTVWXYZ
103	5	AC	--	6	13.5791	1.2155	ORSTUVWXYZ (2)A
104	2.5	AC	--	4	13.5722	1.2238	PRSTUVWXYZ (2)A
105	2.5	DIARIO	--	4	13.2651	1.2238	QTVWXYZ (2)B
106	5	DIARIO	--	6	13.0660	1.2155	QRSTUVWXYZ (2)AB
107	5	AC	--	7	12.6017	1.2003	RUVWXYZ (2)AB
108	5	DIARIO	--	7	12.5397	1.2003	RSTVWXYZ (2)AB
109	5	TESTIGO	--	7	11.8698	1.2003	STVWXYZ (2)AB
110	2.5	TESTIGO	--	4	11.1979	1.2238	TUVWXYZ (2)ABC
111	2.5	DIARIO	--	5	10.1998	1.2220	VWXYZ (2)ABC
112	2.5	AC	--	5	9.8588	1.2220	VWXYZ (2)ABC
113	2.5	TESTIGO	--	5	9.3245	1.2220	WXYZ (2)AB
114	2.5	AC	--	6	9.0184	1.2155	VWXYZ (2)ABC
115	2.5	AC	--	7	8.0275	1.2003	XYZ (2)AB
116	2.5	DIARIO	--	6	7.5312	1.2155	Y (2)AD
117	2.5	TESTIGO	--	6	7.0831	1.2155	Z (2)ABD
118	2.5	DIARIO	--	7	6.3282	1.2003	(2)AD
119	2.5	TESTIGO	--	7	6.2320	1.2003	(2)BD

Anexo No. 26. Análisis de patrón diario de consumo de suplemento.

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
AF	1	4	10.03	0.0340
SUPL	1	4	462.81	<.0001
SEMANA	1	4	42.49	0.0029
Dia_dentrose	6	24	17.40	<.0001
AF*SUPL	1	4	3.16	0.1503
AF*SEMANA	1	4	12.48	0.0242
SUPL*SEMANA	1	4	25.11	0.0074
AF*SUPL*SEMANA	1	4	2.97	0.1597
AF*Dia_dentrose	6	24	1.18	0.3489
SUPL*Dia_dentrose	6	24	17.45	<.0001
AF*SUPL*Dia_dentrose	6	24	1.21	0.3367

----- Effect=AF Method=Tukey(P<0.05) Set=1 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
1	2.5		—	—	1.7736	0.02633	A
2	5		—	—	1.6556	0.02633	B

----- Effect=SUPL Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
3	—	DIARIO	—	—	2.1151	0.02437	A
4	—	AC	—	—	1.3141	0.02815	B

----- Effect=SEMANA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
5	—		9	—	1.8414	0.02722	A
6	—		2	—	1.5878	0.02662	B

----- Effect=Dia\_dentrose Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
7	—		—	6	1.9388	0.05138	A
8	—		—	5	1.9106	0.06534	A
9	—		—	2	1.8127	0.05138	A
10	—		—	7	1.7966	0.05133	A
11	—		—	4	1.7956	0.05138	A
12	—		—	3	1.5264	0.05138	B
13	—		—	1	1.2217	0.06432	C

----- Effect=AF\*SEMANA Method=Tukey-Kramer (P<0.05) Set=6 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_ dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
18	5		9	—	1.8511	0.03849	A
19	2.5		9	—	1.8316	0.03849	A
20	2.5		2	—	1.7155	0.03765	A
21	5		2	—	1.4602	0.03765	B

----- Effect=SUPL\*SEMANA Method=Tukey-Kramer (P<0.05) Set=7 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_ dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
22	—	DIARIO	9	—	2.3393	0.03472	A
23	—	DIARIO	2	—	1.8909	0.03472	B
24	—	AC	9	—	1.3434	0.04193	C
25	—	AC	2	—	1.2848	0.04036	C

----- Effect=SUPL\*Dia\_dentrose Method=Tukey-Kramer (P<0.05) Set=10 -----

Obs	AF	SUPL	SEMANA	Dia_ dentrose	Estimate	Standard Error	Letter Group
48	—	DIARIO	—	1	2.1162	0.07253	A
49	—	DIARIO	—	6	2.1150	0.07266	A
50	—	DIARIO	—	2	2.1150	0.07266	A
51	—	DIARIO	—	4	2.1150	0.07266	A
52	—	DIARIO	—	3	2.1150	0.07266	A
53	—	DIARIO	—	5	2.1150	0.07266	A
54	—	DIARIO	—	7	2.1146	0.07253	A
55	—	AC	—	6	1.7625	0.07266	AB
56	—	AC	—	5	1.7061	0.1086	AB
57	—	AC	—	2	1.5103	0.07266	B
58	—	AC	—	7	1.4785	0.07266	B
59	—	AC	—	4	1.4762	0.07266	B
60	—	AC	—	3	0.9378	0.07266	C
61	—	AC	—	1	0.3272	0.1063	D