

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PERFORMANCE ANIMAL DE TERNERAS SUPLEMENTADAS SOBRE  
PASTURAS SEMBRADAS CON DIFERENTES MÉTODOS DE REGULACIÓN  
DEL CONSUMO EN SISTEMAS DE AUTOCONSUMO

por

María Agustina ÁLVAREZ THEVENET

Lucía María FERNÁNDEZ HUGHES

Agustina RIVOIR CAAMAÑO

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2020

Tesis aprobada por:

Director:

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

-----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Álvaro Simeone

Fecha: 7 de diciembre de 2020

Autores:

-----  
María Agustina Álvarez Thevenet

-----  
Lucía María Fernández Hughes

-----  
Agustina Rivoir Caamaño

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiéramos agradecer a todas las personas que estuvieron involucradas en este trabajo final, especialmente

- a nuestros tutores Ing. Agr. Álvaro Simeone e Ing. Agr. Virginia Beretta, por el apoyo brindado y por hacer posible la tesis. También a Natalia Zabalveytia, Dainelis Casanova y Victoria Burjel que estuvieron presentes ante cualquier duda en el trabajo de campo.
- al personal de la EEMAC, especialmente a Jesús, Natalia y Diego, por su ayuda durante el trabajo experimental.
- a la Lic. Sully Toledo por su colaboración en el formato del informe final.
- a nuestras familias por su continuo apoyo en este proceso de formación y su permanente motivación para alcanzar nuestros objetivos.

## 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 RECRÍA INVERNAL DE TERNEROS.....	3
2.2 CONSUMO DE FORRAJE EN PASTOREO.....	4
2.2.1 <u>Comportamiento ingestivo bajo pastoreo</u> .....	4
2.2.2 <u>Efecto de la condición y manejo de la pastura sobre el consumo</u> .....	5
2.2.3 <u>Efecto de la selectividad sobre el consumo de forraje</u> .....	6
2.2.4 <u>Efecto de las condiciones climáticas sobre el consumo de forraje</u> .....	6
2.3 SUPLEMENTACIÓN DE TERNEROS SOBRE PASTURAS SEMBRADAS.....	7
2.3.1 <u>Factores que afectan la respuesta a la suplementación</u> .....	8
2.3.2 <u>Respuesta a la suplementación: síntesis de resultados nacionales</u> .....	11
2.4 CONSUMO EN SISTEMA DE AUTOCONSUMO.....	16
2.4.1 <u>Características del sistema de autoconsumo</u> .....	16
2.4.2 <u>Formas de regulación del consumo</u> .....	18
2.4.2.1 <u>Inclusión de sal (NaCl)</u> .....	18
2.4.2.2 <u>Autoconsumo con regulación mecánica del consumo o automáticos</u> .....	20
2.4.2.3 <u>Otros métodos para regular el consumo</u> .....	24
2.5 HIPÓTESIS.....	25
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	26
3.1 PERÍODO EXPERIMENTAL.....	26
3.2 ÁREA EXPERIMENTAL E INFRAESTRUCTURA.....	26
3.3 CLIMA.....	27
3.4 ANIMALES.....	28
3.5 PASTURA Y SUPLEMENTOS.....	28
3.6 TRATAMIENTOS.....	29
3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	29
3.7.1 <u>Período pre-experimental</u> .....	29
3.7.2 <u>Período experimental</u> .....	30

3.8 REGISTROS Y MEDICIONES.....	30
3.8.1 <u>Pastura</u> .....	30
3.8.1.1 Biomasa y altura de forraje disponible pre pastoreo.....	30
3.8.1.2 Estimación de consumo de forraje.....	31
3.8.1.3 Muestras del forraje consumido.....	31
3.8.2 <u>Animales</u> .....	32
3.8.2.1 Peso vivo.....	32
3.8.2.3 Comportamiento ingestivo.....	32
3.8.3 <u>Análisis químicos</u> .....	32
3.9 MANEJO SANITARIO.....	33
3.10 VARIABLES CALCULADAS.....	33
3.10.1 <u>Ganancia media diaria (GMD)</u> .....	33
3.10.2 <u>Eficiencia de conversión del suplemento</u> .....	33
3.10.3 <u>Tasa de sustitución del forraje</u> .....	34
3.10.4 <u>Composición química de la dieta</u> .....	34
3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	34
4. <u>RESULTADOS</u> .....	37
4.1 REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	37
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	38
4.2.1 <u>Composición química de la pastura y la dieta</u> .....	40
4.3 PERFORMANCE ANIMAL.....	41
4.3.1 <u>Consumo diario de nutrientes</u> .....	45
4.4 COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	46
4.4.1 <u>Probabilidad de ocurrencia de las actividades</u> .....	46
4.4.2 <u>Patrón horario de pastoreo y consumo de suplemento</u> .....	48
4.4.3 <u>Variación entre días de la defoliación de la pastura</u> <u>y consumo de suplemento</u> .....	49
4.4.4 <u>Tasa de bocado</u> .....	51
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	53
5.1 AMBIENTE PRODUCTIVO.....	53
5.2 PERFORMANCE DE TERNERAS SIN SUPLEMENTACIÓN.....	54
5.3 RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN CON DDGS.....	56
5.4 EFECTO DEL MÉTODO DE SUMINISTRO DE SUPLEMENTO SOBRE LA RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN.....	58
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	62
7. <u>RESUMEN</u> .....	63
8. <u>SUMMARY</u> .....	65

9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	67
10. <u>ANEXOS</u> .....	77

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal sobre pasturas sembradas, verdes y campo natural.....	11
2. Resultados nacionales de suplementación infrecuente.....	15
3. Consumo diario de sal (% del PV).....	20
4. Registros climáticos mensuales (junio a septiembre) para el año experimental 2019 y la serie histórica (2002-2018).....	37
5. Efecto de la suplementación con DDGS y del sistema de regulación del suministro de suplemento en terneras pastoreando pradera permanente sobre la condición de la pastura pre y pos-pastoreo durante el período invernal.....	38
6. Efecto del tratamiento sobre la composición química de la pastura y de la dieta.....	40
7. Efecto de la suplementación con DDGS y del sistema de suministro sobre el crecimiento de terneras pastoreando pradera de alfalfa y festuca al 2,5% de oferta de forraje.....	42
8. Efecto de la suplementación y método de regulación del consumo de suplemento sobre el consumo, tasa de sustitución y eficiencia de conversión del suplemento.....	43
9. Parámetros de consumo de nutrientes por día según tratamiento.....	45
10. Probabilidad de ocurrencia de las actividades según tratamiento.....	46
11. Análisis químico del contenido de nutrientes (%) para pasturas sembradas utilizadas en diferentes estudios nacionales.....	54
Figura No.	
1. Diferentes respuestas a la suplementación con animales pastoreando.....	10
2. Croquis del área experimental.....	27
3. Precipitaciones acumuladas (mm) y temperatura media (°C) histórica y 2019, de junio, julio, agosto y setiembre.....	28
4. Evolución de la disponibilidad de forraje total promedio durante el período experimental en los diferentes tratamientos.....	39
5. Evolución de peso vivo en terneras pastoreando pasturas sembradas durante el período invernal sin suplemento o suplementados con DDGS a razón del 1% del PV.....	42

6. Evolución del consumo de DDGS en terneras pastoreando pasturas sembradas durante el período invernal suplementados a razón del 1% del PV.....	44
7. Evolución del CMST en terneras pastoreando pasturas sembradas durante el período invernal suplementados a razón del 1% del PV.....	45
8. Probabilidad de ocurrencia de las actividades pastoreo, descanso y rumia según día de la semana y tratamiento.....	47
9. Probabilidad de ocurrencia de las actividades pastoreo, descanso y rumia según día de la semana y tratamiento.....	48
10. Promedio de la probabilidad de actividad de pastoreo según tratamiento e intervalos de luz.....	49
11. Evolución diaria de la altura (cm) y consumo de materia seca de suplemento (kg/animal/día) promedio por día y semanas.....	50
12. Variación de altura (cm) y CMSS (kg/animal/día) promedio por semana de medición de comportamiento.....	51
13. Promedio de tasa de bocado (bocado/minuto) al inicio y al final del período de actividad.....	52

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en Uruguay ocupa 12.579 miles de hectáreas (ha, MGAP. DIEA, 2019), lo que representa el 74 % de la superficie del país. Uno de los procesos fundamentales dentro de la ganadería es la recría de machos y hembras, la cual se realiza fundamentalmente sobre pasturas naturales. Una de las problemáticas asociadas a la recría sobre campo natural es la pérdida de peso invernal, en un rango de 0,150-0,200 kg/animal/día. Esto representa efectos negativos sobre el potencial de crecimiento de los animales y para el sistema productivo en general, por un retraso en la edad al primer servicio en el caso de las hembras y en la edad de faena para los machos, lo que determina una baja eficiencia en los sistemas de producción repercutiendo finalmente en el resultado económico.

Una de las alternativas existentes como forma de evitar la menor ganancia individual en invierno es el uso de pasturas sembradas como único alimento o bien asociada a la suplementación.

El manejo de las pasturas sembradas con una alta asignación de forraje permite lograr altas ganancias medias diarias, pero resulta en una baja carga y por lo tanto mayor necesidad de área, en una época invernal. La suplementación con concentrado junto a una reducción en la asignación de forraje permite solucionar el problema de la carga y al mismo tiempo mantener una alta ganancia media diaria (GMD) y una buena eficiencia de conversión (EC) del suplemento.

Diversos antecedentes evaluando la suplementación energética con granos (sorgo, maíz, fundamentalmente) muestran que bajo estas condiciones es posible lograr una ganancia media diaria del orden de 0,500 - 0,700 kg/animal/día. Sin embargo, trabajos más recientes evidencian que, en terneros durante su primer invierno de vida pastoreando verdeos de alta calidad y aporte proteico habría respuesta a la suplementación con fuentes ricas en energía y proteína no degradable en el rumen (PNDR), como los granos de destilería.

Los granos de destilería (GD), se encuentran presentes en el mercado desde hace algunos años ya que son el principal subproducto (residuo) derivado de la producción de etanol a base de cereales (maíz, sorgo, trigo, cebada). Dado que se les extrae casi la totalidad del almidón, los nutrientes remanentes se concentran en el producto final, resultando un alimento con alto contenido de proteína (y alta proporción de proteína no degradable en rumen, PNDR), energía (aportada por grasa y fibra altamente digestible), fibra y fósforo.

El uso de comederos de autoconsumo ha demostrado ser una alternativa viable para la suplementación de terneros. Esta tecnología prevé el suministro del suplemento mediante un comedero el cual se encuentra diseñado para el consumo de varios animales a la vez, mediando un regulador del consumo para llegar a un consumo objetivo de suplemento, asegurando que el mismo esté siempre disponible para el animal. Su utilización presenta varias ventajas, permite reducir la frecuencia de suministro con relación a la suplementación diaria, desde el punto de vista operativo disminuye el tiempo de trabajo. Como contraparte, plantea el desafío de la regulación del consumo en el nivel deseado cuando el alimento se encuentra siempre disponible para el animal.

Actualmente el sistema de regulación del consumo por medio del agregado de sal (NaCl) es el más difundido. Esta forma de regulación se basa en el principio de máximo consumo diario de sal. A su vez, el mezclado correcto de la sal en función del peso vivo del animal en rápido crecimiento, como es la categoría de recria, deriva en una complicación para frenar el consumo en el 1% del PV. Sin embargo, dependiendo de otros factores como tipo de suplemento y condición de la pastura, no siempre se logra restringir en el nivel deseado.

Existe la necesidad de evaluar otros métodos de regulación del consumo, como por ejemplo automático, el cual consiste en el cierre mecánico cuando el comedero registra un descenso en su contenido, equivalente al nivel de consumo promedio esperado para el grupo de animales. Con este método surgen dudas de cómo va a afectar sobre la performance animal, qué cambios genera sobre el comportamiento animal para la adaptación del mismo y cómo se acopla este nuevo sistema sobre la suplementación en pasturas sembradas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar en terneras pastoreando pasturas sembradas la respuesta a la suplementación invernal con granos secos de destilería con solubles (DDGS) ofrecidos en comederos de autoconsumo y utilizando diferentes formas de regulación del consumo de suplemento. Dicha respuesta comprende la evaluación del crecimiento animal, utilización de la pastura, consumo de suplemento y forraje, y eficiencia de conversión del concentrado. Adicionalmente, y como variable interpretativa, se propone caracterizar el comportamiento ingestivo de los animales con relación a las diferentes formas de regulación de consumo de suplemento.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RECRÍA INVERNAL DE TERNEROS

La recría es la etapa de desarrollo del animal que abarca desde el destete hasta el momento del entore para el caso de las hembras, mientras que para los machos el objetivo es el peso o la edad de faena. Esta etapa presenta momentos críticos que son el primer y segundo invierno de vida, donde las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad del campo natural no permiten aprovechar este período de crecimiento, de acuerdo a los objetivos definidos (Pigurina et al., 1997).

Quintans et al. (1993) destacan que restricciones severas en esta etapa causan efectos difíciles de revertir y afectan el comportamiento reproductivo y también productivo de los animales a lo largo de su vida. Esto se debe a que durante la primera etapa de la recría, el animal se encuentra desarrollando diferentes tejidos (muscular, óseo y órganos vitales) lo cual resulta en una alta necesidad de proteína, donde las restricciones severas podrían repercutir sobre el tamaño adulto (Luzardo et al., 2014). A su vez, Montes y Morales (2015) según registros MGAP. DICOSE afirman que las vaquillonas que se entoran por primera vez a los dos años de edad y que no llegan con el crecimiento y desarrollo reproductivo necesario como para preñarse temprano en el período de servicio, constituyen un problema para su segundo servicio. Por otro lado Pigurina et al. (1998) destacan que un manejo de terneros sobre campo natural, retrasa su edad de faena ya que a lo largo del año se registran bajas tasas de ganancia de peso lo que resulta en un largo período de engorde, llegando con novillos terminados entre los 3,5 a los 5 años.

Las restricciones en cantidad y calidad de la pastura se deben a que generalmente el área asignada a la recría de los terneros durante su primer invierno de vida es sobre campo natural. Simeone y Beretta (2008) demostraron a partir de una revisión de experimentos, que la decisión de pastorear campo natural sumado a la no suplementación, determina que los terneros experimenten pérdidas de peso en torno a los 150-200 gramos/día. Esto se debe a la principal problemática que presenta el campo natural uruguayo, donde la calidad y cantidad de forraje producido en invierno no logra cubrir los requerimientos del animal, debido a que el forraje disponible es limitante sumado a una baja tasa de crecimiento de la pastura, condiciones climáticas adversas presentes y mayores requerimientos del animal por bajas temperaturas. El problema radica en que se desfasa la oferta de nutrientes y la demanda (Pigurina et al., 1998).

El acceso de terneros de destete a pasturas de alta calidad durante el invierno permite alcanzar ganancias de peso de 500-700 gramos/día, cuando son manejados con altas asignaciones de forraje (Beretta et al., 2010). Combinada la alta demanda de pasturas por parte de los animales en terminación y la necesidad de hacer un uso eficiente del pasto de invierno, resulta necesario pastorear reduciendo la asignación de forraje, aumentando

la carga y combinarlo con la suplementación, para sustentar el objetivo de no reducir la ganancia de peso (Simeone y Beretta, 2008).

Como alternativa a la pérdida de peso invernal de los terneros, Baldi et al. (2008), Simeone y Beretta (2008) encontraron respuesta al uso de la suplementación diaria con concentrados en invierno en un rango que varía de 0,5 a 1,0 % del PV sobre la performance animal.

## 2.2 CONSUMO DE FORRAJE EN PASTOREO

El factor más importante en determinar la performance animal es el consumo diario de forraje (Hodgson, 1982a). De este modo los factores que afectan el consumo voluntario de un animal indirectamente estarán afectando la performance del mismo.

Los factores que determinan el consumo se pueden disgregar en factores nutricionales y no nutricionales (Poppi et al., 1987). Por ejemplo, a bajas disponibilidades o alturas la habilidad del animal de cosechar forraje (factores no nutricionales) es el principal factor en limitar el consumo. En este caso el consumo se torna muy sensible a cambios en disponibilidad de pasturas y leves cambios en el forraje causan cambios importantes en la performance animal. Cangiano (1997) describe que cuando la cantidad de forraje es alta pero de baja calidad, las características nutricionales determinan el consumo básicamente a través de la distensión ruminal; en contraposición cuando la calidad del forraje es muy alta la limitación se da a través de un mecanismo metabólico, mientras que cuando la calidad es baja dicho carácter del forraje puede tener poco efecto sobre el consumo.

El valor nutritivo puede ser definido como la respuesta animal por unidad de consumo de alimento, está conformado por la composición química, la digestibilidad y la eficiencia con que los nutrientes digeridos son utilizados para mantenimiento y producción (Hodgson, 1990). Los alimentos difieren en su capacidad para satisfacer las funciones de mantenimiento, crecimiento y reproducción de un animal (Cangiano, 1997), ya que muestran gran variación en su valor nutritivo como resultado de la etapa de crecimiento, fracciones de la planta considerada, variaciones en las condiciones ambientales (suelo, clima, fertilizaciones), material genético y manejo (Trujillo y Uriarte, 2003).

### 2.2.1 Comportamiento ingestivo bajo pastoreo

Hodgson (1982b) sostiene que el pastoreo animal es una actividad compleja, donde la cantidad y distribución de bocados, la búsqueda de forraje y manipulación en la boca son muy variables. Se observa una relación positiva entre el consumo y la disponibilidad de forraje dependiendo de la composición botánica de las pasturas (Poppi et al., 1987).

El tiempo de manipulación del bocado dependerá del proceso de reunir el forraje dentro de la boca, arrancar, masticar y tragar el forraje. Además, el animal varía el número y peso de los bocados que toma en función de la estructura de la vegetación, definida por la cantidad de materia seca disponible, altura de las plantas, densidad del forraje y cobertura, determinando la tasa de consumo (Galli et al., 1996). Siendo peso de bocado la variable de mayor relevancia ya que es la primera respuesta frente a dichas variaciones (Hodgson, 1985).

La tasa de bocados tiende a disminuir con el incremento de la altura o biomasa a medida que aumenta el peso del bocado. Hodgson (1982b) afirma que la tasa de bocado puede ser más rápida al final de la tarde y a primera hora de la mañana que en el resto del día. También puede ir decreciendo con el tiempo de duración del período de pastoreo.

El tiempo de pastoreo es definido como el lapso de tiempo gastado por los animales en los procesos de selección, cosecha y consumo del forraje, incluyendo los períodos de caminata cortos durante la selección de la dieta, alternando con períodos de exploración, descanso y rumia, el rango registrado de tiempo de pastoreo se encuentra entre 4 y 14 horas diarias (Galli et al., 1996), en 4 o 5 períodos en el día, siendo los períodos más largos al salir el sol (3 – 4 horas), y al final de la tarde (2 – 3 horas, a partir de las 4 – 5 pm), constituyendo el 80 – 90 % del total (Chacón, 2012).

En condiciones donde decrece la disponibilidad de hoja, disminuyen el tamaño del bocado, la tasa de consumo y el consumo total de forraje, mientras que la velocidad y tiempo de pastoreo se incrementan para poder compensar el consumo por el rápido decrecimiento del tamaño de bocado (Chacón, 2012). A su vez, el tiempo de pastoreo es función de la calidad del forraje, por lo que cuando la digestibilidad del forraje es baja (aumenta tiempo de retención), los animales reducen el tiempo de pastoreo (Stuth, 1991). Cuando los animales se ven incapacitados de mantener una alta tasa de consumo, deben aumentar el tiempo de pastoreo para compensar los efectos de una tasa de consumo reducida (Galli et al., 1996).

La actividad de rumia ocurre mayoritariamente durante la noche cuando el animal está descansando, pero existe actividad de rumia después de cada período de pastoreo (Hodgson, 1990).

### 2.2.2 Efecto de la condición y manejo de la pastura sobre el consumo

En condiciones de animales bajo pastoreo el consumo diario de forraje se puede analizar como el producto del forraje consumido en cada bocado, la tasa de bocados y el tiempo diario de pastoreo (Galli et al., 1996). Estos factores relacionados al comportamiento ingestivo del animal adquieren importancia ya que determinan el consumo frente a variaciones de disponibilidad de forraje (Galli et al., 1996).

Hodgson (1990), Penning et al. (1994), Chilibroste (2002) encontraron en ovinos y vacunos que los animales responden más consistentemente a las variaciones en la altura del tapiz que a la biomasa del mismo.

Un factor que afecta la estructura del tapiz es el manejo del pastoreo. En igualdad de condiciones, las pasturas bajo pastoreo continuo tienden a ser más densas que bajo pastoreo rotativo, especialmente en estratos inferiores (García, 1995). El pastoreo rotativo ha demostrado ser benéfico desde el punto de vista de la producción neta total de forraje de algunas especies al incrementar el tiempo entre defoliaciones sucesivas (Hodgson, 1990). Este autor reporta un incremento de 6 a 7 % en pastoreo rotativo respecto al continuo bajo una misma carga, fundamentalmente debido a la mayor acumulación de forraje por unidad de superficie y mejor utilización del mismo. Distintos trabajos muestran que a mayores asignaciones de forraje la ganancia media diaria es mayor que si se restringiera el forraje a 2,5% del PV por ejemplo, debido a un mayor consumo de MS (Simeone et al., 2003). Si los animales son suplementados, sería adecuado restringir la asignación de forraje, de lo contrario la tasa de sustitución de forraje por suplemento sería muy grande (Simeone et al., 2006).

García (1995) menciona que la estación del año también influye cambiando la arquitectura de las plantas, su relación tallo/hoja y contenidos de materia seca, entre otros. A su vez, la edad de la pastura es otro factor que afecta la estructura del tapiz, asociado al balance gramínea/leguminosa presente, acumulación de restos secos, observó que las pasturas más viejas presentaron mayor densidad en el estrato inferior, así como mayores porcentajes de materia seca y menor digestibilidad.

### 2.2.3 Efecto de la selectividad sobre el consumo de forraje

La selectividad puede afectar las variables del comportamiento ingestivo por cambios en la calidad del bocado que influye en el tiempo necesario de aprehensión, siendo los alimentos más fibrosos los que requieren mayor tiempo de masticación por unidad de peso. Sin embargo, una alta selectividad de la dieta por calidad puede producir una caída en el consumo total si hay una reducción en el tamaño de bocado que determine una baja tasa de consumo (Galli et al., 1996). En algunos casos la alta concentración de nutrientes seleccionados compensa la disminución del consumo, mientras que si la pastura pierde calidad rápidamente no existe compensación entre tasa de bocado y peso de bocado (Hodgson, 1985).

### 2.2.4 Efecto de las condiciones climáticas sobre el consumo de forraje

Las condiciones ambientales afectan directamente la demanda de energía de mantenimiento, y la activación de algunas respuestas fisiológicas y de comportamiento animal para mantener su temperatura corporal en rangos normales, necesarias para hacer frente a las condiciones adversas del clima (Arias et al., 2008). Cuando el ganado se

encuentra fuera de la zona termo-neutral responde realizando cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados. Como consecuencia se podrían observar alteraciones en el consumo del alimento y agua, productividad y comportamiento, como estrategias de aclimatación, ya que se relacionan con el balance térmico e impactan en la regulación de la temperatura corporal. Así los animales aumentan su consumo cuando las temperaturas caen bajo la zona termo-neutral o bien cambian sus dietas a fuentes alimenticias que les permitan obtener la energía extra requerida (Arias et al., 2008).

### 2.3 SUPLEMENTACIÓN DE TERNEROS SOBRE PASTURAS SEMBRADAS

Según Cibils et al. (1997) suplementar es “agregar lo que hace falta”. Refiere a la acción de adicionar determinados nutrientes específicos a la dieta animal, destinados a remediar deficiencias en el consumo diario debido al pastoreo, equilibrando así dietas animales y pudiendo lograr los objetivos de producción buscados (Vallentine, 2001), a través de un uso estratégico en pasturas mejoradas que serán la opción más económica (Pigurina et al., 1997). La suplementación presenta varias ventajas: mejorar la utilización del forraje, proporcionar nutrientes adicionales, aumentar la capacidad de carga (Lusby y Wagner, citados por Vallentine, 2001) y obtener un buen grado de terminación de los animales (Ustarroz y De León 2006, Ferrari 2011) incrementando los niveles de producción (Rovira, 2014a).

La etapa de la recría es la más eficiente en términos de kg de alimento requeridos para que el animal gane 1 kg de PV, por lo que en este momento se debe lograr la mayor ganancia individual optimizando la eficiencia de conversión. En términos comparativos, la terminación del animal es un proceso “caro” y poco eficiente, lo que hace que la eficiencia en el proceso de la recría sea cada vez más importante (Ferrari, 2011). Esto se debe a un menor costo energético de mantenimiento, una menor proporción de tejido graso en el aumento de peso diario (Pordomingo, 2003), y una mayor proporción de tejido muscular de menor exigencia energética (Baldi et al., 2008). Esto determina que generalmente los terneros representen una alternativa económica más conveniente a la hora de convertir kg de suplemento en kg de peso vivo (Baldi et al., 2008), combinándolo con el forraje presente, y como consecuencia mejorando la eficiencia de todo el ciclo productivo (Luzardo y Lagomarsino, 2012).

Cibils et al. (1997) afirman que la suplementación permite concentrar animales, no necesita personal de alta idoneidad, ni maquinaria sofisticada para su suministro y se vuelve rutinario. Además es una posibilidad de acción frente a una crisis forrajera, mala presupuestación, exceso de dotación, entre otros problemas. La decisión de suplementar involucra un costo adicional en dinero y trabajo, por lo cual el objetivo debería ser utilizar cantidades de suplemento que permitan obtener respuestas económicas positivas y de fácil aplicación (Baldi et al., 2008). Estrictamente desde el punto de vista económico, la utilización de concentrados energéticos depende de la relación de precios entre el producto

animal y el del alimento suministrado como suplemento (Baldi et al., 2008). El uso de suplementos, una vez instalado, aporta estabilidad y seguridad al sistema (Simeone y Beretta, 2005).

### 2.3.1 Factores que afectan la respuesta a la suplementación

Mieres (1997), Cangiano (1997), Rovira (2014a) describen los factores que afectan la respuesta a la suplementación y los agrupan en aquellos atribuibles a la pastura (manejo, cantidad y calidad), al suplemento (procesamiento, calidad y cantidad), al animal (edad, estado fisiológico) y factores asociados al manejo (frecuencia y hora de suplementación).

En cuanto a los factores de la pastura, la cantidad y la calidad disponible condicionan el consumo de la misma, el del suplemento y la respuesta animal a este tipo de manejo (Quintans et al., 1993). La oferta de forraje y la disponibilidad por animal son el principal factor en determinar la respuesta a la suplementación (Bartaburu s.f., Baldi et al. 2008). Como regla general Baldi et al. (2008) 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. Cuando una fuente de nutrientes rápidamente disponible y asimilable es ofrecida a los animales (grano) estos reducen su esfuerzo en pastorear, aún más cuando la oferta de forraje es no limitada y de buena calidad. Independientemente de la situación de pastura considerada, la respuesta a la suplementación muestra una relación inversa con la asignación de forraje (Simeone y Beretta, 2005). Cuando se suministra un concentrado a animales que comen forraje de baja digestibilidad, se aumenta la eficiencia de fermentación del rumen pero, si el mismo suplemento se suministra sobre pasturas que contienen energía rápidamente disponible, se deprime la digestión del forraje y baja su consumo (Hodgson, 1990).

Las características del suplemento afectan la respuesta a la suplementación a través de su composición química, concentración de energía metabolizable y el sitio de digestión del almidón dentro del tracto gastrointestinal del animal (Baldi et al., 2008). La degradabilidad del almidón afecta la eficiencia de utilización de la proteína a nivel ruminal (síntesis bacteriana), transformando la suplementación energética en un incremento de proteína utilizable por el rumiante (Santini y Rearte, 1997). A su vez la respuesta a la suplementación proteica dependerá de la degradabilidad de la misma, como un medio de asegurar mayor suministro de aminoácidos para el animal (Pordomingo, 2003). Posiblemente el hecho de ofrecer granos con una mayor digestión a nivel ruminal y por ende mayor liberación de energía a este nivel, permitirá mejorar la sincronía a nivel ruminal entre la proteína aportada por los forrajes de alta calidad y la energía liberada por los granos en el proceso de fermentación del rumen. El procesado del grano aumenta su digestibilidad y aprovechamiento. En términos generales, la reducción del tamaño expone el almidón y aumenta la solubilidad del suplemento, consecuentemente se fermenta con mayor velocidad en el rumen (Pordomingo, 2003). En cuanto a la cantidad de suplemento,

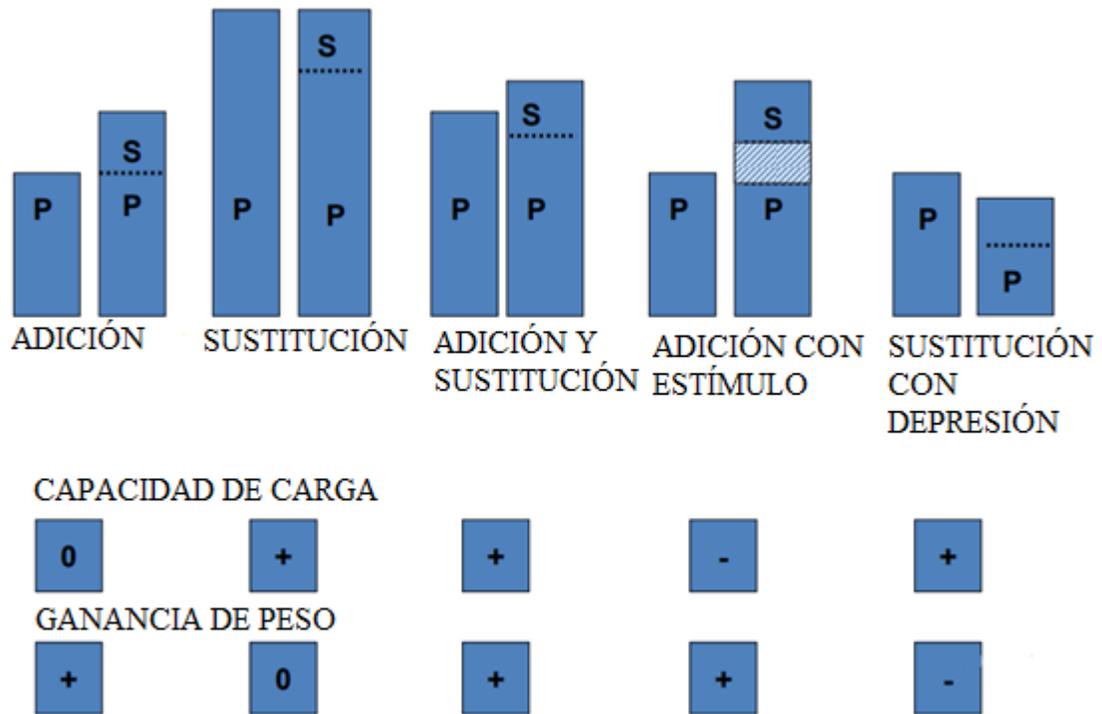
es posible obtener respuestas en un rango que varía de 0,5 a 1,0 % del PV mientras que con niveles mayores al 1% la respuesta a la suplementación disminuye como consecuencia de la mayor tasa de sustitución de forraje por grano (Baldi et al., 2008). Un exceso de almidón proveniente de las raciones puede comprometer la digestión del forraje en el rumen del animal causando una respuesta decreciente a la suplementación e incluso comprometiendo la salud de los animales por casos de acidosis (Rovira, 2014b). Pordomingo (2003) afirma que los mejores efectos aditivos en aumento de peso, se obtienen cuando el nivel de suplemento ofrecido diariamente (base seca) se encuentra entre 1,0 y 1,5% del PV del animal (50% de la dieta).

Desde el punto de vista animal, las características que más influyen en la respuesta a la suplementación son la edad y el estado fisiológico (Baldi et al., 2008). Los terneros poseen una eficiencia de conversión inferior (más eficientes) en relación a animales más adultos (novillos). Según Pordomingo (2003) dietas que cubren los requerimientos de novillos para ganancias mayores a 1 kg/animal/día, pueden ser deficientes en proteína y minerales para terneros o vaquillonas por los mayores requerimientos de estas categorías.

La frecuencia de suplementación se define como la cantidad de suplemento que se ofrece a los animales en un tiempo dado. El manejo convencional es el suministro diario, donde se fija la cantidad diaria de concentrado que se ofrece al lote de animales, en comparación con el sistema de autoconsumo donde el animal dispone del suplemento a voluntad (Simeone y Beretta, 2013). La importancia de esto radica en que el consumo total y la estabilidad del mismo incidirán en la respuesta animal en su conjunto.

Baldi et al. (2008) describen a la respuesta animal a la suplementación como la producción adicional (individual o por unidad de superficie) que se obtiene por suplementar en relación a la alternativa de no hacerlo. Lange (1973) describe cinco respuestas del consumo animal frente a la suplementación de animales en pastoreo. Las respuestas son: adición, sustitución, adición y sustitución, adición con estímulo y sustitución con depresión (Figura 1). La adición implica un incremento en el consumo total de los animales por el efecto de la suplementación. Si bien la capacidad de carga no se ve afectada, si ocurre un aumento en la ganancia de peso. La sustitución implica que el consumo total no se vea afectado pero si ocurre una disminución en el consumo de pasto, en este caso la capacidad de carga aumenta pero la ganancia de peso individual no se ve afectada. La adición y sustitución determina un leve aumento en el consumo total, determinando un incremento en la capacidad de carga y en la ganancia individual. La adición con estímulo implica un aumento en el consumo total debido al efecto de la suplementación. En este caso el consumo de suplemento determina incrementos en el consumo de pasto determinando aumentos en la ganancia individual, mientras que los efectos sobre la capacidad de carga pueden ser positivos o neutros. Por último, la sustitución con depresión implica una caída en el consumo total debido al efecto del

suplemento. En esta situación, la capacidad de carga aumenta mientras que la ganancia de peso individual disminuye (Figura 1).



Pastura (P) y suplemento (S).

Figura 1. Diferentes respuestas a la suplementación con animales pastoreando

Fuente: adaptado de Lange (1973).

Cuanto mejor es la calidad del forraje base mayor es el efecto de sustitución ya que se ve directamente afectada por la concentración de nutrientes del forraje, resultando coincidente en el sentido de que a mayor cantidad de forraje ofrecido, mayor será el efecto. Por lo tanto, cuando se suplementa una pastura de alta calidad y no limitante en cantidad, el consumo de pasto disminuye en mayor proporción que el aumento del consumo total de MS provocado por la suplementación (Pordomingo, 2003).

Baldi et al. (2008) afirman que cuando se está frente a una pastura de alta calidad (praderas y verdes durante el invierno) se debe restringir la oferta forrajera para disminuir la tasa de sustitución de manera de obtener respuesta a la suplementación aumentando GMD. Si no se restringe la oferta forrajera, no se obtiene un efecto importante en esta variable, pero sí sobre la carga o la duración de la pastura (Ustarroz y De León, 2006). Por

el contrario, cuando se está frente a un forraje de baja calidad (praderas durante el verano, o en estado de madurez avanzado), la tasa de sustitución es menor, y la respuesta a la suplementación con concentrados es mayor, obteniendo aumentos en la ganancia de peso de los animales. Por lo tanto, la respuesta a la misma dependerá en qué proporción se den los efectos de sustitución y adición (Stritzler, 2004).

### 2.3.2 Respuesta a la suplementación con raciones de diferentes tipos: síntesis de resultados nacionales

Las pasturas mejoradas son el principal soporte forrajero de los sistemas de recría y engorde. Su marcada estacionalidad afecta la respuesta al concentrado en las diferentes estaciones del año, incidiendo sobre la performance animal (Simeone y Beretta, 2004).

En el Cuadro 1 se presenta una selección de antecedentes que evaluaron la suplementación con raciones energéticas, proteicas y energéticas-proteicas, preferentemente sobre pasturas sembradas. Las variables seleccionadas fueron ganancia media diaria y eficiencia de conversión, ya que son las que se presentan en la mayoría de los trabajos, asimismo consideradas como las que mejor reflejan el estudio de la suplementación. Se presenta además la asignación de forraje utilizada para poder comparar el presente trabajo y la forma de suministro. La respuesta a la suplementación, surge de presentar los valores del testigo, ya que se considera que las variables mencionadas anteriormente poseen la ventaja de ser comparables. Los años abarcados fueron desde el 2000 hasta el 2018.

El Cuadro 1 presenta los resultados de trabajos de suplementación diaria y en autoconsumo sobre pasturas sembradas, verdes y campo natural.

Cuadro 1. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal sobre pasturas sembradas, verdes y campo natural

Categoría PVi	Base forrajera	Período	Suplemento	Forma de suministro	OF (%)	Nivel de suplementación (%PV)	GMD (kg/a/d)	EC	Ref.
<b>Pasturas sembradas</b>									
Temeros 154 ± 31 kg	Rg	8/7 a 6/9 (2004)	SS	T	2.5	0.00	0,540 b	-	1
			ME	D	2.5	1.00	0,779 a	6.6	
			ME	AC 5 %	2.5	1.00	0,779 a	6.9	
Temeros 149,8 ± 7,4 kg.	Rg (espontáneo) + TB + LC	2/6 al 17/12 (2008)	SS	T	4	0.00	0,394 b	-	2
			GSM	D	2	0.80	0,387 b	-	
			GSM	D	2	1.60	0,798 a	6.7	
Temeros 195.2 ± 5.5 kg	TB + LC + F	24/5 al 30/8 (2010)	SS	T	2.5	0.00	0,636 b	-	2
			GSM	D	2.5	1.20	0,806 a	17.5	

Terneros 169 ± 23	TB + LC + F	1/8 a 31/8 (2002)	SS	T	s/d	0.00	0.363 b	-	3
			ME	D	s/d	1.00	0.607 a	s/d	
			ME	AC	s/d	1.00	0.417 b	s/d	
Terneros 186.4 kg	TB + LC + F	1/7 al 21/9 (2011)	SS	T	2.5	0.00	0.734 b	-	4
			AA	D	2.5	0.80	1.000 a	4.68	
Terneros 184 kg	TB + LC + F	11/7 al 17/10 (2012)	SS	T	2.5	0.00	0.440 b	-	4
			AA	D	2.5	0.80	0.673 a	5.42	
Terneros DP 83.4 ± 14.7 kg	TB + LC + F	25/7 al 25/9 (2004) y 11/8 al 5/10 (2005)	SS	T	4	0.00	0.445 c	-	5
			SS	T	8	0.00	0.640 b	-	
			19%PC, 3 Mcal/kg MS	D	4	0.50	0.710 b	2.4	
			EM	D	4	1.00	0.910 a	2.8	
Terneros 90 DP ± 18 kg	TB + LC + F	11/8 a 5/10 (2005)	SS	T	8	0.00	0.547 bc	-	6
			SS	T	4	0.00	0.434 c	-	
			19 % PB	D	4	0.50	0.650 b	2.4	
			19 % PB	D	4	1.00	0.844 a	3.0	
			19 % PB	AC 5 %	4	1.00	0.842 a	2.3	
Terneros DP 75.2 ± 12.1 kg	ACH + TR	3/01 a 28/03 (2014)	RCDP 14,58% NaCl	D	8	1.00	0.631 c	9.83	7
			RCDP 14,58% NaCl	AC	8	1.00	0.859 b	8.92	
			RCDP	AC	8	<i>ad libitum</i>	1.114 a	5.42	
			<b>Verdeos de invierno</b>						
Terneros 165,1 ± 3,8 kg	Av + Rg	16/5 a 22/8 (2018)	SS	T	5	0.00	0.520 c	-	8
			GSM	D	5	1.00	0.667 b	13.1	
			DDGS	D	5	1.00	0.871 a	5.6	
			LP	D	5	1.00	0.946 a	4.9	
Terneros 131 kg ± 1.86	Av	8/6 a 31/8 (2017)	SS	T sin encierro	5	0.00	0.52 c	-	9
			SS	T con encierro	5	0.00	0.4 d	-	
			GSM + DDGS + RF	D	5	1.00	0.66 b	6.4	
			GSM + DDGS + RF	AC	5	<i>ad libitum</i>	0.78 a	10.8	
Terneros 192.3 ± 6.9 kg	Av	3/7 a 11/9 (2014)	SS	T	2,5	0.00	0.225	-	10
			SS	T	5	0.00	0.521	-	
			SM	D	2,5	1.00	0.458	7.96	
			SM	D	5	1.00	0.745	9.97	
			SM 11% NaCl	AC	2,5	1.00	0.437	5.88	
			SM 11% NaCl	AC	5	1.00	0.675	8.76	
Terneros 105.3 ± 13.7 kg	Av	16/7 al 16/10 (2014)	SS	T	2	0.00	0.357 b	-	11
			GMP	D	2	0.70	0.500 a	s/d	
<b>Campo natural</b>									
Terneros 162 ± 16 kg	CN	21/7 a 22/12 (2011)	SS	T	s/d	0.00	0.358 b	-	12
			HS 10% NaCl	AC	s/d	1.00	0.874 a	5.14	
			Op 10% NaCl	AC	s/d	1.00	0.732 a	6.2	
Terneros 163.4 ± 4.9 kg	CN	14/6 a 11/9 (2018)	SS	T	s/d	0.00	0.519 b	-	13
			B	D	s/d	<i>ad libitum</i>	0.455 b	-	
			DDGS 13% NaCl	AC	s/d	1.00	1.113 a	5.21	
Terneros 133.3 ± 10.7 kg	CN	2/7 a 24/9 (2018)	SS	T	s/d	0.00	0.216	-	14
			DDGS	AC	s/d	<i>ad libitum</i>	1.22	3.75	

Letras distintas representan diferencias significativas entre medias dentro de un mismo ensayo ( $P < 0,05$ ).

1 Cepeda et al. (2005), 2 Luzardo et al. (2014), 3 Simeone et al. (2003), 4 Luzardo et al. (2014), 5 Beretta et al. (2009), 6 Simeone y Beretta (2013), 7 Henderson et al. (2014), 8 Bergós y Errandonea<sup>1</sup>, 9 Barrios et al.<sup>2</sup>, 10 Algorta et al. (2014), 11 Rovira (2014a), 12 Esteves et al. (2013), 13 Legorburu y Victorica<sup>3</sup>, 14 Castro y Ferrés (2018).

AA= afrechillo de arroz, AC=autoconsumo, ACH= achicoria, Av= avena, B= bloque, CN= campo natural, D= diario, EC= eficiencia de conversión del suplemento, EM= energía metabolizable, F= festuca, GMD= ganancia media diaria, GMP= grano maíz partido, GSM= grano sorgo molido, HS= harina de soja, LC= *Lotus corniculatus*, LP= lupino partido, ME= maíz entero, OF= oferta de forraje, Op= optigen, PC= proteína cruda, PVi= peso vivo inicial, RCDP= ración comercial de destete precoz, Ref.=referencia, RF= retornable fino, Rg= raigrás, SM= sorgo molido, SS= sin suplemento, s/d= sin datos, T= testigo, TB= trébol blanco, TR= trébol rojo.

Estos trabajos tienen en común que diariamente el ternero tuvo acceso al consumo de suplemento, ya sea ofrecido todos los días (cada 24 horas) o en comederos de AC que aseguraron la disponibilidad permanente de suplementos. Para este último sistema de suministro, la forma en que se reguló el consumo fue la utilización de sal, a no ser en uno de los casos que se utilizó fibra corta. De los trabajos revisados (16), 13 corresponden a evaluación de la suplementación en invierno, sobre verdeos (4) o praderas (9), pastoreando en OF variando entre 2 y 8%. La suplementación fue realizada con concentrados energéticos (8), proteicos (4), energético proteico (4, 2 de ellos con raciones comerciales).

En todos los trabajos existió respuesta a la suplementación, observándose una superioridad en los tratamientos suplementados respecto al testigo sin suplementar, independientemente de la forma de suministro. Los testigos sin suplementación obtuvieron en promedio ganancias medias de 0,464 kg/animal/día vs. los suplementados que en promedio fue de 0,748 kg/animal/día, para un rango de OF variando entre 2 y 8%. El nivel de suplementación varió entre 0,50 y 1,60 % del PV, siendo la EC del suplemento promedio de 6,73 kilos de ración requeridos para ganar un kilo adicional en la ganancia de PV.

La respuesta a la suplementación invernal sobre pasturas sembradas (Simeone et al. 2003, Cepeda et al. 2005, Simeone y Beretta 2013) y verdeos (Algorta et al. 2014, Rovira 2014a, Barrios et al.<sup>2</sup>, Bergós y Errandonea<sup>1</sup>), muestran ganancias promedio de los

---

<sup>1</sup> Bergós, A. I.; Errandonea, J. C. 2020. Alternativas de suplementación en terneras de recría pastoreando verdeos de invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

<sup>2</sup> Barrios, J. P.; Da Silva, J. I.; Larrauri, L. 2018. Estrategias de manejo de pastoreo de terneros sobre coberturas invernales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

<sup>3</sup> Legorburu, G.; Victorica, M. 2018. Efecto de la suplementación con bloques energético-proteicos y granos de destilería sobre la performance de terneras crucea pastoreando campo natural en invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

testigos sin suplementar de 0,496 kg/animal/día y una respuesta variable dependiendo de la AF. Henderson et al. (2014) evaluaron la suplementación en terneras de destete precoz en verano sobre pasturas sembradas, mostrando una ganancia de 0,868 kg/animal/día promedio entre diario y autoconsumo (restringido al 1% y *ad libitum*).

Cepeda et al. (2005) pastoreando con una oferta de forraje del 2,5%, Simeone y Beretta (2013) pastoreando con una oferta de forraje de 4% sin suplementar reportan GMD promedio de 0,424 kg/animal/día. En los experimentos de Simeone y Beretta (2013), la suplementación logró un incremento de 0,367 kg/animal/día que se tradujo en una eficiencia de conversión del suplemento variando entre 2,3-3:1.

En cuanto al sistema de autoconsumo, de los 16 trabajos analizados, 4 corresponden a la evaluación de los mismos sobre praderas o verdeos (2) pastoreando en ofertas de forraje variables entre 2,5% y 8%. Tres trabajos fueron desarrollados sobre campo natural.

Al suplementar con este método sobre praderas los trabajos de Simeone et al. (2003), Simeone y Beretta (2013), Henderson et al. (2014) registraron ganancias medias diarias de 0,713 kg/animal/día registrando consumos de suplemento del 1% del PV, siendo igual el consumo registrado con el nivel de suplementación ofrecido. En el caso de la utilización de NaCl como regulador, Henderson et al. (2014) con 14,58% de NaCl consumiendo ración comercial lograron 1,19% del PV, valor que no difirió estadísticamente de 1%. En el experimento de Simeone et al. (2003), si bien la oferta de suplemento (% PV) fue la misma en ambos tratamientos, el consumo diario de suplemento por animal fue superior cuando se suplementó diariamente, lo que estaría explicando el mejor desempeño individual.

Trabajos sobre verdeos de Algorta et al. (2014), Barrios et al.<sup>2</sup> registraron ganancias promedio de los testigos suplementados al 1% del PV de 0,630 kg/animal/día. El consumo de suplemento esperado por Algorta et al. (2014) utilizando 11% de NaCl con sorgo molido para regular el consumo era del 1% del PV, sin embargo obtuvieron un consumo de 0,55% del PV promedio para ambos tratamientos bajo 2,5% y 5% de AF.

En el caso de Barrios et al.<sup>2</sup> los tratamientos con suplementación en autoconsumos *ad libitum* obtuvieron un consumo de suplemento del 2,4% del PV.

Dentro de los trabajos sobre campo natural de Esteves et al. (2013), Castro y Ferrés (2018), Legorburu y Victorica<sup>3</sup> la ganancia media diaria utilizando autoconsumos fue de 0,984 kg/animal/día. Sin embargo los resultados reportados evidencian diferencias entre este objetivo y el consumo real, Legorburu y Victorica<sup>3</sup> procuraron regular el consumo de DDGS en 1% del PV con el agregado de 13% de NaCl en la mezcla, pero registraron consumos de suplemento correspondientes al 1,45% del PV. También fue el único que registró diferencias significativas entre suplementación diaria con bloques y

autoconsumo en la ganancia media diaria, igualmente esta diferencia puede ser atribuida al diferente tipo de suplemento. Esteves et al. (2013) utilizando un 10% de NaCl mezclado con Optigen registraron consumos de 1,2% del PV y mezclado con harina de soja fue de 1,4% del PV, valor que no difirió estadísticamente del 1%.

La síntesis de estos resultados muestra que en algunos casos el desempeño fue superior cuando se suplemento diariamente, en otros casos no se observaron diferencias significativas entre suplementar diariamente y en autoconsumo y además en un caso se observó un desempeño superior de animales suplementados en AC en relación a suplemento diario. Una de las principales variables que estaría afectando el desempeño de los animales es la oferta de suplemento en relación al porcentaje del PV. Como era de esperarse, generalmente se observa que los animales que tuvieron la mayor oferta de suplemento, presentaron la mayor ganancia individual.

En el Cuadro 2 se disponen trabajos de distintas frecuencias de suplementación con sus respectivas bases forrajeras (pasturas sembradas, verdeos o campo natural) y formas de suministro.

Cuadro 2. Resultados nacionales de suplementación infrecuente

Categoría PVi	Base forrajera	Período	Suplemento	Forma de suministro	OF (%)	Nivel de suplementación (% PV)	GMD (kg/a/d)	EC	Ref.
Temeros 186,4 kg	TB + LC + F	1/7 al 21/9 (2011)	SS	T	2.5	0.00	0,734 b	-	1
			AA	L-V	2.5	1.12	0,901 a	7,65	
			AA	DpM	2.5	1.60	1,007 a	4,53	
Temeros 184 kg	TB + LC + F	11/7 al 17/10 (2012)	SS	T	2.5	0.00	0,440 b	-	1
			AA	L-V	2.5	1.12	0,603 ab	6,50	
			AA	DpM	2.5	1.60	0,66 a	4,95	
Temeros 105.3±13.7 kg	Av	16/7 al 16/10 (2014)	SS	T	2	0.00	0,357 b	-	2
			GMP	L-V	2	1.00	0,451 a	s/d	
Temeros 211,6 ± 19,1 kg	CN	2/6 al 23/9 (2009)	SS	T	s/d	0.00	0,119 c	-	1
			AA s/desg	L-V	s/d	1.12	0,637 ab	3,7	
			AA s/desg	DpM	s/d	1.60	0,661 a	3,9	

Letras distintas representan diferencias significativas entre medias dentro de un mismo ensayo ( $P < 0,05$ ). AA= afrechillo de arroz, AA s/desg= afrechillo de arroz sin desgrasar, Av= avena, CN= campo natural; DpM= día por medio, EC= eficiencia de conversión, F= festuca, GMD= ganancia media diaria, GMP= grano de maíz partido, LC= *Lotus corniculatus*, L-V= lunes a viernes, OF= oferta de forraje, PVi= peso vivo inicial, Ref.=referencia, s/d= sin datos, SS= sin suplemento, TB= trébol blanco, T= testigo. 1 Luzardo et al. (2014), 2 Ruggia et al. (2014).

Estos trabajos analizaron diferentes frecuencias de suplementación, definido como el fraccionamiento de una misma cantidad total por semana variando la frecuencia de suministro. De los 4 trabajos presentes, 2 fueron desarrollados sobre pasturas

sembradas, 1 sobre verdeo y 1 sobre campo natural, utilizando suplementos energéticos y energético-proteicos.

La respuesta a la suplementación en ganancia media diaria fue significativamente superior en los tratamientos suplementados, siendo en promedio de 0,659 kg/animal/día, sin diferir entre las frecuencias de día por medio y de lunes a viernes. Los consumos objetivos de los trabajos fueron cumplidos, ya que al animal se le ofrecía en diferentes frecuencias una cantidad exacta y fueron consumidas con un rechazo bajo.

En la búsqueda de antecedentes, se observa que la mayoría de las investigaciones en recría de terneros/as siguen un hilo sobre la base forrajera de campo natural. Se realizó una selección de antecedentes sobre pasturas sembradas de raigrás, festuca, trébol blanco o *Lotus corniculatus*, de verdeos invernales que la gran mayoría son de avena. Por lo tanto, se necesita generar información evaluando otras variantes de base forrajera y la suplementación invernal, como podría ser la alfalfa por ejemplo. De la misma forma, los granos de destilería han demostrado dar respuestas favorables en la suplementación ya sea sobre campo natural en comparación con otros suplementos energéticos como el afrechillo de arroz, o sobre verdeos, por lo cual sería de gran aporte investigar en la respuesta de los mismos frente a otros suplementos.

## 2.4 CONSUMO EN SISTEMA DE AUTOCONSUMO

### 2.4.1 Características del sistema de autoconsumo

La suplementación en comederos de autoconsumo modifica la frecuencia de suplementación ya que supone la disponibilidad permanente del alimento en el comedero y la posibilidad de controlar el consumo por parte del animal en el nivel deseado, de acuerdo a la oferta de forraje de la pastura y los objetivos de producción planteados (Simeone y Beretta, 2013). Según estos autores, la posibilidad de sustituir la distribución diaria del suplemento por el uso de comederos de autoconsumo, donde el animal dispone permanentemente del suplemento, constituye un aporte tecnológico tendiente a viabilizar la adopción de la práctica de la suplementación en estos sistemas (Simeone y Beretta, 2013). Rovira y Velazco (2012) plantean el uso de los autoconsumos como una tecnología que su principal ventaja es de tipo operativo, ya que evita ir todos los días a suplementar los animales y como consecuencia se ahorra mano de obra y tiempo. Dicha tecnología consiste en permitir el acceso libre de los animales a un comedero especialmente diseñado para ofrecer alimento a medida que este es requerido por los animales. El alimento debería estar siempre disponible y los animales accederán al comedero a lo largo del día según su propia voluntad. A estos efectos, es importante respetar cierta cantidad máxima de terneros por comedero de forma que de no interferir en la circulación permanente de los animales.

Los comederos de autoconsumo han probado ser una estrategia de manejo alimenticio de alto impacto económico y productivo (Simeone y Beretta, 2005), siendo viable en la suplementación de animales de recría (Simeone et al., 2006). También afirman que trabajando sobre pasturas sembradas, con una asignación de forraje restringida a valores inferiores al 2,5 kgMS/100kg PV, la performance animal de animales suplementados semanalmente usando comederos de autoconsumo tienen igual o similar performance que aquellos animales a los que se lo suplementa diariamente.

El uso de comederos de autoconsumo en sustitución del suministro diario de suplemento no afectaría a la performance individual ni a la eficiencia de conversión del grano, observándose un consumo similar de suplemento entre manejos, estable entre y dentro de días (Beretta y Simeone, 2013). El principal desafío con relación al uso de estos comederos es poder regular el consumo de suplemento en el nivel deseado, de acuerdo los objetivos de producción y a efectos de evitar potenciales disturbios, dependiendo del tipo de suplemento.

En relación a la utilización de sal como regulador del consumo, se observa en el Cuadro 2 que si bien la sal fue un regulador del consumo eficiente por parte de los animales, este presentó una gran variabilidad. De acuerdo con Beretta y Simeone (2013), niveles de inclusión de sal en torno al 12-13% del concentrado, estabilizarían el consumo de suplemento en valores del 1% del peso vivo animal. En el experimento de Rovira y Velazco (2012), en los tratamientos con 9 y 15% de sal en la ración, el consumo diario promedio en autoconsumo fue de 1,61% y 1,26% del PV de los terneros respectivamente, constatando ser un regulador de consumo efectivo pero variable. Además, Rovira y Velazco (2012) destacan que el agregado de sal en las condiciones del experimento realizado, los animales en autoconsumo presentaron un peor desempeño productivo, destacando que una de las razones es que el valor nutritivo de las raciones de autoconsumo, expresando un menor valor de digestibilidad de la materia orgánica. En su trabajo menciona que no solo disminuye el contenido de materia orgánica del alimento dentro del autoconsumo, sino también la digestibilidad de la misma, incidiendo sobre el contenido energético total. El descenso de otros parámetros como PC, FDA y FDN en las raciones de autoconsumo es debido al efecto de la sal incluida para la regulación del consumo. En este caso, si bien no hubo diferencias significativas en la ganancia de peso total del experimento, los animales bajo el tratamiento AC 9% sal obtuvieron una ganancia 18% mayor a los que estaban bajo AC 15% sal. A este resultado lo explica al efecto de la sal en el organismo del animal, destacando que a mayor consumo diario de sal aumentan los costos de mantenimiento para excretar el exceso del mismo sumado a una disminución de la digestión de la proteína y fibra (Moseley y Jones, citados por Rovira y Velazco, 2012).

Se ha observado que los animales en el sistema de autoconsumo tienden a consumir una mayor cantidad de suplemento que la indicada para lograr un correcto balance de nutrientes a nivel ruminal y maximizar la digestión de forraje, traduciéndose

en mayores costos y disturbios digestivos que reducen la eficiencia económica de los sistemas de producción (Maresca, 2017). Por lo tanto, hay necesidad de limitar el consumo de ración a los niveles requeridos por el animal, para evitar trastornos ruminales como la acidosis que puede comprometer la salud y el desempeño productivo de los animales (Rovira y Velazco, 2012). La misma se genera por una rápida ingesta de granos muy digestibles que produce un descenso de pH del rumen por debajo de los valores normales (Rovira y Velazco, 2012). Existen varias formas para regular el consumo, siendo la inclusión de sal una de las formas más conocidas a nivel nacional. A modo de ejemplo, el uso de granos de fermentación más lenta y subproductos ricos en fibra complementados con minerales y aditivos es deseable para formular una ración (Caton y Dhuyvetter, 1997). Según De León et al. (2004) mayores incrementos en los aumentos de PV se logran con suplementos energéticos-proteicos, con aquellos cuyas proteínas sean de baja-mediana degradabilidad ruminal, los cuales estimulan la fermentación ruminal y generan aumentos en el consumo de pasto; además de proveer proteína, energía, minerales y a nivel de intestino constituye en un aporte de aminoácidos esenciales de gran importancia en animales jóvenes con altos requerimientos proteicos.

#### 2.4.2 Formas de regulación del consumo

##### 2.4.2.1 Inclusión de sal (NaCl)

La utilización de la sal (NaCl) como forma de limitar el consumo es una tecnología que intenta moderar los niveles de ingesta de la ración y así evitar trastornos metabólicos y ruminales, como la acidosis. La principal ventaja de esta tecnología es de tipo operativo, ya que se evita ir todos los días a suplementar los animales, superando así una de las principales limitantes de la suplementación (Simeone y Beretta, 2013). Los principales factores que influyen en el consumo de ración con alto contenido de NaCl son el animal, las características de la pastura y la disponibilidad de agua. A medida que el animal se va acostumbrando al consumo de sal, eleva su consumo de ración, por lo cual es recomendable elevar el contenido de sal de la ración a medida que avanza el período de suplementación para mantener un nivel de consumo constante (Beeson et al., Schauer et al., citados por Rovira y Velazco, 2012). El ganado incrementa el consumo de sal cuando existe baja disponibilidad de pasturas y/o el forraje es de baja calidad. Por otro lado, factores del comedero y el clima pueden influir directamente sobre el consumo de ración, como por ejemplo en el caso de días lluviosos, donde generalmente se produce un descenso en el consumo. Simeone y Beretta (2008) recomiendan disponer de un comedero de tres metros de largo de doble acceso cada 200 terneros de 150 kg equivalente a 3 cm lineales por animal. En cuanto a la disponibilidad de agua, el ganado con acceso a raciones con alto contenido de sal consume entre un 50 y 75% más de agua que lo normal (Rich et al., 1976), la cual es esencial para evitar intoxicación (Maresca, 2017). El incremento del consumo de agua es un mecanismo de adaptación de los animales para mantener la homeostasis. Se recomienda similar granulometría o tamaño de partícula entre el

suplemento y la sal, de modo de evitar la separación de ingredientes de la mezcla y el consumo excesivo (Rich et al., 1976). La sal es rápidamente absorbida por el tracto intestinal llegando a la sangre y luego siendo excretada por los riñones a través de la orina, siempre que se disponga de agua de calidad (Maresca, 2017).

Para definir la concentración de sal necesaria para alcanzar los niveles de consumo de suplemento deseado, hay que tener en cuenta: la palatabilidad de los ingredientes del suplemento, el contenido de sólidos totales en el agua (prestar atención cuando son mayores a 5000 ppm.), la adaptación de los animales al consumo de sal y el peso o edad de los animales (Maresca, 2017).

Como regla general se considera que el consumo de sal en ganado bovino tiende a ser alrededor del 0,10-0,15% del PV cuando la sal forma parte de las raciones de autoconsumo (Rich et al., Sewell, Bohner y Del Curto, citados por Rovira y Velazco, 2012). Rovira y Velazco (2012), encontraron que con 9% de sal en el suplemento, los terneros consumieron ración al 1,61% del PV, mientras que con un 15% de sal en el suplemento, consumieron 1,26% del PV. Simeone y Beretta (2013) encontraron que la ausencia de sal adicional en una ración con cáscara de arroz en relación a una ración con 10% de sal, determinó un incremento de más de 50% en el consumo de ración, lo que confirma el efecto de limitación en el consumo que tiene la sal. Por otro lado, en los tratamientos en donde se incluyó 10% de sal se observó una tendencia a incrementar el nivel de consumo de ración con el paso del tiempo, debido al acostumbramiento por parte de los animales a consumir altas cantidades de sal por día. Beretta y Simeone (2013) utilizando la sal como regulador del consumo, registraron en sistemas de comederos de autoconsumo, consumos de materia seca del suplemento alrededor del 1% de peso vivo. Además, encontraron que niveles de inclusión de sal en torno al 10% permitieron regular el consumo de suplemento, en valores del 1,2-1,3 % del peso vivo, mientras que para estabilizar el consumo de suplemento en valores del 1% del peso vivo animal, que los niveles de sal deberían estar en torno al 12 a 13%. Cuanto menor es el nivel de consumo deseado, mayor deberá ser la proporción de sal en la mezcla (Beretta y Simeone, 2013). Biológicamente, la eficiencia de conversión puede verse afectada por el consumo de ración con alto contenido de sal, asimismo como la salud animal (Rovira y Velazco, 2012).

Si bien en el mercado se encuentran raciones balanceadas con sal adicional (10% NaCl) para limitar el consumo, también se puede utilizar una mezcla simple de grano (ejemplo, sorgo seco) con sal realizando una pre-mezcla en el galpón previo agregado en el comedero. En el Cuadro 3 se observan datos de consumo diario estimado de sal en bovinos consumiendo suplementos (Rich et al., 1976).

Cuadro 3. Consumo diario de sal (% del PV)

Peso vivo (kg)	Consumo diario de sal (% de PV)		
	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: Beretta y Simeone (2013).

La sal ha demostrado ser efectiva para limitar el consumo de suplementos sin causas negativas aparentes sobre la producción y salud animal. Sin embargo, no se conocen las consecuencias que podrían generarse tras su reiterado uso y a largo plazo sobre la salud animal, tampoco se conoce el impacto ambiental que puede generar la excreción de los animales (Maresca, 2017). Resulta de interés continuar explorando y adaptando otras alternativas que no incluyan a la sal como regulador.

#### 2.4.2.2 Autoconsumo con regulación mecánica del consumo o automáticos

La sal puede ser utilizada como regulador del consumo en ganado de carne, pero es necesario tener presente que factores como la variabilidad natural entre animales en su capacidad para tolerar mayores consumos de sal, hace que no se trate de un regulador preciso (Rich et al., 1976). En caso de limitar la oferta de ración (1% PV) los animales dominantes (los que primero se acercan al comedero que son de mayor tamaño, o pelean por consumir) pueden consumir el suplemento rápidamente dejando sin ración al resto de individuos del grupo. Al estar vacío, el autoconsumo se recarga con ración nuevamente y los animales dominantes vuelven a consumir antes que el resto, pudiendo provocar casos de acidosis por un excesivo consumo de ración (Rovira y Velazco, 2012), es por esto que se requiere de un sistema con mayor precisión.

Una opción como son los comederos de autoconsumo automáticos, los cuales facilitan la operativa y pueden ser una alternativa eficaz. Estos comederos consisten en asignarle a cada animal lo que le corresponde en función del peso vivo. El mismo reconoce a los animales individualmente a través de un lector de caravanas y una balanza para saber su peso. Si el animal individual ya ingirió todo lo que le correspondía de alimento (por ejemplo 1% PV), el autoconsumo queda cerrado, por lo tanto el animal no podrá consumir más suplemento. Por el contrario, si el animal todavía no ingirió lo debido en el día, el autoconsumo se abre para que continúe el consumo de suplementos hasta valores correspondientes (DiLorenzo y Silva, 2020).

Xiong et al. (2017), diseñaron un sistema de alimentación automática de vacas lecheras, que cumplía las funciones de identificación automática de las vacas, adquisición de datos de alimentación automática (tiempo y cantidad de ingesta de alimento) y análisis de datos simultáneamente. El sistema de alimentación automática estaba compuesto por un sistema de dispositivo mecánico, un sistema de identificación eléctrica, un sistema de pesaje, un sistema de control central, un sistema de recolección y almacenamiento de datos en vivo y un sistema de extracción y análisis de datos de alimentación remota. De este experimento, se concluyó que el sistema de alimentación automático desarrollado puede cumplir con los requisitos de alimentación precisa en la producción de vacas y proporcionar una plataforma de análisis y registro automático de datos en línea e inteligente para la investigación del comportamiento de alimentación de vacas. En el país, no se ha evaluado esta tecnología, pero puede resultar de una alternativa eficaz para suplementar eficientemente lotes de animales bajo pastoreo.

La utilización de autoconsumos automáticos-inteligentes en pastoreo ha sido muy poco utilizada a nivel experimental, sin embargo, es una alternativa que merece ser evaluada y considerada para la utilización a nivel de sistemas de producción manejados bajo pastoreo. Experimentos desarrollados en Australia por Bowen et al. (2008, 2009), utilizando comederos automáticos operados completamente a través de paneles solares (energía solar), en ovejas pastoreando pasturas naturales vieron que es una alternativa y que resulta un punto de partida para desarrollar estrategias de alimentación que permiten la suplementación dirigida de individuos dentro de un lote, regulando la cantidad de alimento que ingiere el animal, y alcanzar los objetivos de peso.

Según Bowen et al. (2009), la suplementación dirigida de animales se logra a partir del control del acceso de los mismos al autoconsumo. La ingesta de alimento se puede controlar variando la frecuencia de acceso a suplemento. Bowen et al. (2009), realizaron el experimento con el objetivo de comparar el cambio de peso de las ovejas que tenían acceso al grano de lupino como suplemento, en diferentes frecuencias: 0, 1, 2, 4 o 7 días/semana, durante 8 semanas. En este experimento se observó que, la tasa de crecimiento se estabilizó en aproximadamente 3 días por semana (respuesta curva). La respuesta no lineal al aumento de frecuencia de acceso al suplemento, puede ser resultado de una mayor tasa de sustitución de grano de lupino por pasturas cuando se suplementa con mayor frecuencia, entonces el total de MS ingerida no iba en aumento cuando se suplementaba con más de 3 días por semana. En el experimento de Bowen et al. (2008), observaron que el tiempo que pasan los ovinos en donde se encuentra el suplemento tendió a disminuir a medida que se proporcionaba acceso con mayor frecuencia. Sin embargo, esta respuesta contrasta con la respuesta lineal en el experimento de Bowen et al. (2008).

En conclusión, el experimento de Bowen et al. (2009) han demostrado que utilizando comederos de autoconsumo automático, bajo diferentes condiciones de forraje base, tipo de suplemento, potrero y tamaño del grupo, condiciones climáticas y

características de los ovinos, es probable que el comportamiento de los mismos y la ingesta de suplementos difieran de lo dicho en el experimento.

A partir de una encuesta realizada por el Instituto de Ingeniería Agrícola-Ganadera del Instituto Estatal de Agricultura de Baviera (DLG et al., 2014) en la primavera de 2011, varios productores lecheros sostienen que utilizan sistemas de alimentación automática. Los motivos que llevan a los agricultores a invertir en un sistema de autoconsumo automático varían ampliamente. La mayoría pretende reducir los requisitos de tiempo de trabajo y hacer que las horas de trabajo sean más flexibles, ahorrar costos de construcción-mecanización y mejorar la conversión alimenticia de las raciones de sus vacas lecheras. Este método tiene también como objetivo aumentar la actividad mediante una presentación más frecuente del alimento y, en consecuencia, lograr un uso más uniforme de sus sistemas de ordeño en el transcurso del día (DLG et al., 2014).

Una empresa australiana (Advantage Feeders, 2018) que dispone de la tecnología de autoconsumos automáticos, realizó algunos ensayos en distintas zonas de Australia y en Nueva Zelanda, utilizando vacunos y ovinos. Uno de ellos en ganado vacuno suplementando con sorgo durante 100 días en verano (1/12/13 al 10/3/14). Se observó que el ganado destetado con suplemento (0,8 kg sorgo/día) creció a una tasa considerablemente mayor que el tratamiento testigo solamente a pasto. El PV promedio inicial y final del tratamiento suplementado fue de 259 kg y 354,5 kg respectivamente, siendo la GMD de 0,955 kg/día y la EC de 3,13 kg de sorgo por kg de PV ganado. El consumo de sorgo sumó 80 kg/ternero destetado. En el tratamiento testigo, el PV inicial fue de 261 kg y el PV final 334 kg, promediando una GMD de 0,73 kg/día, por lo tanto para igualar el peso ganado por el tratamiento suplementado llevarían 31 días más, el cual es crucial para que las vaquillonas puedan llegar a entorarse a los 15 meses y para producir animales que puedan ser vendidos antes del invierno. Otro de los experimentos realizado por esta empresa, se realizó en Nueva Zelanda y se trabajó con novillos. El tratamiento testigo consumió 9 kg de forraje y 2 kg de fardo y registró ganancias diarias de 1 kg/día, mientras que el tratamiento suplementado consumió menor cantidad de forraje (6 kg), 2 kg de fardo y 1 kg de suplemento (cebada), mostrando como estos últimos utilizaron el alimento más eficientemente. Por otro lado, un ensayo fue realizado en creep feeding con terneros/as Charolais en el año 2014 (5/11/13 al 23/3/14). Se observó que en el tratamiento suplementado (30 días con 0,5 kg/día de pellets, los siguientes 30 días 0,65 kg/día de 50:50 pellets/cebada, y los restantes 80 días con 0,8 kg/día de cebada), el animal fue destetado con 346 kg (1,69 kg/animal/día), mientras que los del testigo con 307 kg (1,41 kg/animal/día).

Un experimento realizado en Nueva Gales del Sur (Australia) consistió en: un tratamiento testigo sin suplementación (PV inicial=220 kg) el cual la base forrajera era una pastura perenne y un tratamiento suplementado (PV inicial=253 kg) con 1,0-1,5 kg cebada/día. Los primeros 40 días de experimento, el testigo en promedio obtuvo una GMD de 0,725 kg, mientras que el suplementado 1,25 kg, promediando un consumo de 1,2 kg

de cebada/día/animal. Los siguientes 53 días, las GMD fueron para el tratamiento testigo y suplementado de 1,02 kg y 1,34 kg respectivamente, con un consumo de cebada de 1,1 kg. El tratamiento testigo promedió 0,89 kg/animal/día, mientras que el suplementado fue de 1,30 kg, con un consumo de cebada de 1,14 kg. En síntesis, el tiempo promedio para aumentar el PV de los terneros de 235 a 400 kg se redujo de 185 días a 127 días. Mientras que en un experimento con ovejas en Victoria (Australia) en el año 2015, se observó que en el tratamiento con el comedero automático, se consumió menor cantidad de MS, se produjeron 28% más corderos y aumentaron los beneficios/hectárea. Esto muestra el potencial para aumentar el stock de ovejas en un 89 %. Antes del parto (28 días) y después del parto (21 días) las ovejas fueron suplementadas con 300 gramos/día de avena. Por otro lado, el tratamiento testigo fue suplementado con 300 gramos/día de avena antes del parto, luego del mismo no fue suplementado. Al finalizar el experimento se observó que el tratamiento con el comedero tenía 3000 kg MS/ha, mientras que el tratamiento testigo tenía 2000 kg MS/ha.

Por otra parte, un grupo de investigadores del North Florida Reserch and Education Center (Florida, EEUU) realizaron un estudio utilizando un comedero de autoconsumo automático. Se evaluaron 48 terneras recién destetadas durante un período de 28 días que consumieron suplemento para probar esta tecnología. A cada ternera se le permitió consumir el 2,5% del PV del pellet mientras pastoreaba en otoño. El primer día del experimento, el 25% de las terneras no se acercaron al comedero. Sin embargo, después de 28 días del experimento, solo el 8% de las terneras no visitó el comedero de manera frecuente. Durante la última semana del experimento, el 85% de las terneras consumían al menos el 1,5% de su peso corporal. Durante los 28 días de observación, las terneras consumieron 1,8% de su peso vivo (DiLorenzo y Silva, 2020).

Estos trabajos muestran que la utilización de comederos automáticos es factible por un mejor desempeño animal en términos de performance y mejora en la operativa de suplementación. Además, esta tecnología permitiría ajustar el consumo de suplemento por parte de los animales como forma de mejorar la eficiencia productiva y económica de la suplementación y eliminaría el problema de utilizar sal como regulador del consumo en comederos de autoconsumo utilizados en el país. Por lo tanto, esta tecnología debería ser evaluada y validada en sistemas de producción nacionales, donde la suplementación invernal de animales pastoreando pasturas de alta calidad es muy importante. Los ahorros en los costos de mano de obra y alimentación deberán ser suficientes para compensar el costo de compra y mantenimiento de esta tecnología.

#### 2.4.2.3 Otros métodos para regular el consumo

El uso de raciones con el agregado de fibra corta tiene como objetivo favorecer la masticación, rumia y generación de saliva durante el consumo y digestión de la ración, para disminuir el riesgo de acidosis por un consumo elevado de ración (Rovira y Velazco 2012, Simeone y Beretta 2013). Presenta la desventaja de no limitar el consumo, pero

resulta de una alternativa válida para mejorar la eficiencia de conversión de raciones en autoconsumo (Rovira y Velazco, 2012). La más utilizada a nivel nacional es la cáscara de arroz, la cual presenta un bajo valor nutritivo (baja energía metabolizable y proteína cruda) y un alto contenido de lignina y sílice (fracciones totalmente indigestibles, Rovira y Velazco, 2012). Resultados de investigación demuestran que en la mayoría de los casos es de esperar un consumo diario promedio de ración entre 2,5-3,5 kg de suplemento/100 kg de PV en períodos de suplementación de 90 días. El consumo de ración esperado para un ternero de 150-250 kg de PV es entre 5 y 7 kg/animal/día, y los kg de ración necesarios para producir 1 kg de PV es entre 4 y 6 (Rovira y Velazco, 2012). Resultados de investigación muestran que la actividad de pastoreo disminuye de 8 horas (sin suplemento) a 3 horas cuando se suplementa en autoconsumo con raciones con fibra. La utilización de este tipo de raciones se justifica cuando se requiere una alta ganancia de peso en un corto período de tiempo y/o no se posee el recurso forrajero adecuado ni la mano de obra suficiente, por ejemplo recría de terneras para entore de 15 meses, recría de terneros para posterior entrada a corral. Si el objetivo son ganancias de peso intermedias (0,300-0,600 kg/animal/día), el uso de raciones con sal sería más indicado (Rovira y Velazco, 2012).

La monensina es un ionóforo que puede ser utilizado para regular el consumo de ración levemente cuando son dietas de terminación a corral, pero no tienen efectividad cuando es en bajas proporciones de dieta. Estos podrían ser combinados con otros reguladores de consumo para mejorar la eficiencia de conversión del alimento (Horn et al., citados por Maresca, 2017). El cloruro de calcio a dosis del 2,5 al 5% ha demostrado limitar el consumo de ración al 1% del PV. Sin embargo, es un compuesto corrosivo, que puede generar exceso de calcio en la dieta cuando se utilizan forrajes o aguas con altos niveles de calcio (Kunkle et al., citados por Maresca, 2017). El sulfato de calcio está asociado a problemas sanitarios, pero es efectivo regulando el consumo ya que es un compuesto de baja palatabilidad para los animales (Schauer et al., citados por Maresca, 2017), como el óxido de magnesio. Este último puede ser incluido para controlar el consumo, pero Paisley et al., citados por Maresca (2017) no observaron cambios con la adición del mismo en un rango de 0,25 a 1,75%, posiblemente sean necesarios niveles mayores.

Existen aspectos físicos como los bloques o líquidos para limitar el consumo de suplementos. Los suplementos líquidos pueden estar formulados a base de melaza con inclusión de minerales y urea para corregir deficiencias energéticas y proteicas de forrajes de baja calidad, siendo suministrados en tanques para lamer (Maresca, 2017).

## 2.5 HIPÓTESIS

En terneras pastoreando una pastura de alfalfa y festuca con oferta de forraje restringida, la suplementación invernal con un alimento energético-proteico como los granos de destilería secos, ofrecido en régimen de autoconsumo, incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementación.

Sin embargo, la forma de regulación del consumo en el comedero (NaCl vs. mecánica) podría afectar la magnitud de la respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento, como también el consumo de materia seca total y el comportamiento animal.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento fue desarrollado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, dentro de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), correspondiente a la Universidad de la República, Facultad de Agronomía, ubicada en el litoral Norte del Uruguay. Dicha estación experimental se encuentra sobre la ruta 3, km 363; latitud: 32°20.9´ Sur y longitud: 58°2.2´ Oeste, a 61 metros sobre el nivel del mar, departamento de Paysandú, República Oriental del Uruguay.

El mismo se llevó a cabo en un período de 12 semanas, entre el 20 de junio y 5 de setiembre de 2019, precedido de un período pre-experimental de 2 semanas comenzando el día 6 de junio hasta el 19 de junio inclusive.

#### 3.2 ÁREA EXPERIMENTAL E INFRAESTRUCTURA

El área experimental comprendió 17 ha (potrero 6) de praderas sobre suelos pertenecientes a la Unidad San Manuel, dentro de la formación geológica Fray Bentos (Figura 2). El grupo de suelo dominante es el 11.3, el cual posee una asociación de Brunosoles Eutrícos Lúvicos en las zonas altas (color pardo muy oscuro, franco arcillo limoso, fertilidad alta y moderado a imperfectamente bien drenados), y Solonetz. En las laderas se encuentran los Brunosoles Éutrícos Típicos desde profundos a superficiales. El índice de productividad es de 149 (MGAP. DIRENARE, 2001). En la Figura 2 se presenta la foto satelital del área experimental.



Figura 2. Croquis del área experimental

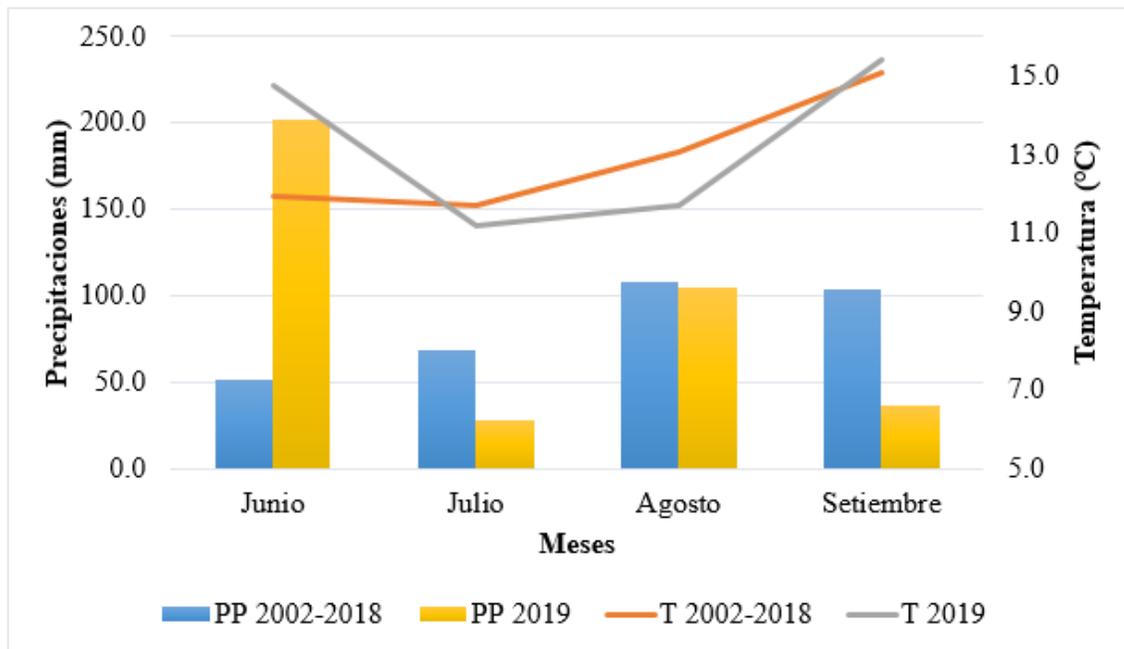
Fuente: Google Earth (2020).

En cuanto a la infraestructura fueron utilizados seis comederos de autoconsumo de chapa con una capacidad de 250 kilogramos de concentrado aproximadamente, 1 m de frente de ataque por 0,75 m de profundidad. En tres de los comederos, una de las paredes laterales fue sustituida por mica transparente provista de una regla milimetrada, lo que permitía visualizar la altura de llenado del contenido de ración presente en el comedero. Adicionalmente en estos comederos el acceso al mismo podía ser restringido por una tapa presente en la bandeja inferior. Los antes mencionados fueron diseñados específicamente para ensayos experimentales.

### 3.3 CLIMA

Para Uruguay en la estación invernal en el departamento de Paysandú, en promedio histórico se registraron temperaturas de 17,5°C, con precipitaciones medias anuales de 1218 milímetros, y una humedad relativa de aproximadamente 73% (MDN. DNM, s.f.).

En la Figura 3 se presentan las precipitaciones acumuladas y temperatura media del promedio histórico y en el año 2019, en los meses en que el experimento fue realizado.



PP= precipitaciones acumuladas promedio, T= temperatura media diaria promedio

Figura 3. Precipitaciones acumuladas y promedio (pp), temperatura media y diaria (°C) histórica y 2019, de junio, julio, agosto y setiembre

Fuente: MDN. DNM (s.f.).

### 3.4 ANIMALES

Se utilizaron cincuenta y cuatro terneras Hereford provenientes del rodeo experimental de la EEMAC, nacidas en la primavera del año 2018 en los meses de octubre y noviembre. Las mismas fueron destetadas precozmente en dos instancias, el 27 de diciembre del 2018 y el 16 de enero del 2019 con aproximadamente 70 kg de peso y 60 días de edad siguiendo el protocolo descrito por Simeone y Beretta (2002) para el manejo de destete precoz.

### 3.5 PASTURA Y SUPLEMENTOS

El trabajo se llevó a cabo sobre una pradera mezcla de alfalfa nobel 620 (*Medicago sativa*) y festuca flecha (*Festuca arundinacea*) sembrada en agosto del año 2018, con alta presencia espontánea de *Trifolium repens*. En el Anexo 1 se describen las labores realizadas previo a la siembra de la pastura y posteriores a la misma.

Como suplemento se utilizaron granos secos de destilería más solubles (DDGS, 91% MO, 28,8% PC, 55,3% FDNmo, 22,6% FDA, base seca) obtenidos a partir de sorgo producidos en planta de ALUR, Paysandú. Fueron recibidos en una única partida entregada a granel y guardados en bolsa plástica para su conservación y utilización.

### 3.6 TRATAMIENTOS

Fue evaluado el efecto de la suplementación con DDGS y la forma de regulación de consumo en terneras pastoreando una pradera mezcla de alfalfa nobel 620 y festuca flecha, según los siguientes tratamientos:

- testigo sin suplementación (T);
- suplementación con DDGS a razón de 1 kg/100 kg de peso vivo (PV, base seca) ofrecido el suplemento en comedero de autoconsumo, utilizando NaCl como regulador del consumo (AC);
- suplementación con DDGS a razón de 1 kg/100 kg PV en autoconsumo con regulación mecánica del consumo (ACM).

Las terneras fueron sorteadas a 9 grupos y estos a los distintos tratamientos. Cada uno de los tratamientos estuvo comprendido por tres repeticiones, cada repetición integrada por 6 terneras pastoreando una parcela independiente.

En AC el DDGS fue mezclado con NaCl como regulador de consumo, ajustándose a la cantidad agregada en función del último registro de peso vivo vacío tomado en las pesadas cada 14 días. En el tratamiento ACM el acceso al comedero se cerraba una vez que el consumo del grupo de terneras en la parcela promediaba el 1% del PV (estimado en base a la última pesada). Esta estimación se realizó a partir de la relación altura del volumen de suplemento dentro del comedero y peso de DDGS en base fresca por centímetro de variación en altura (ver Anexo 2).

### 3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.7.1 Período pre-experimental

El período pre-experimental comenzó el 5 de junio hasta el 20 de junio, con animales de 154 kg de PV inicial promedio, siendo manejadas sobre pasturas sembradas al 2,5% de asignación de forraje. Con el objetivo de introducir gradualmente a los animales al consumo de DDGS en autoconsumos, a la rutina diaria y también a la convivencia con los demás animales dentro de la franja de pastoreo delimitada por hilo eléctrico. Gradualmente se fue reduciendo la ración que venían consumiendo de destete

precoz (nombre comercial ternero 18, 18% PC, 2,99% EM) para ir supliendo por DDGS hasta llegar a ofrecer 100% de dicho suplemento.

Durante este período se realizó además la calibración de los tres comederos de autoconsumos con regulación mecánica de la oferta. Para este procedimiento se rellenó el comedero con el suplemento para poder calcular la relación volumen/altura y peso del desaparecido (ver Anexo 2). De esta manera se llegó a calcular cuántos kg de suplemento (con y sin NaCl) ocupaban 2 cm de altura del autoconsumo, siendo +/- 4,44 kg DDGS.

### 3.7.2 Período experimental

Se realizó pastoreo rotativo, en franjas de 7 días de ocupación con una oferta de forraje de 2,5 kg MS/100 kg PV, volviendo a pastorear esas mismas parcelas en función de la biomasa de forraje disponible. Se fijó como criterio de ingreso al siguiente pastoreo una biomasa similar a la disponible en el primer pastoreo ( $2358 \pm 664$  kg MS/ha y una altura de  $16.95 \pm 4.42$  cm). El ajuste de la oferta de forraje fue realizado variando el área de cada parcela en función de la disponibilidad de la materia seca y el último peso vivo registrado por repetición.

El porcentaje de sal a utilizar en AC fue 17% de NaCl en una mezcla homogénea de DDGS y sal en las primeras 5 semanas. A partir de la semana 6 y hasta el final (semana 12) este valor se redujo a 14,5% debido a que se observó que no se estaban cumpliendo los objetivos de consumo.

En los tratamientos suplementados los comederos fueron llenados con DDGS el primer día de cada semana, previo al ingreso a una nueva franja de pastoreo, suministrando una cantidad equivalente al consumo de 10 días para los 6 animales.

Hacia el día 7 se vaciaban los seis comederos pesando la cantidad de rechazo de la semana siendo descartado, así pudiendo estimar el consumo de suplemento.

Diariamente se abastecía a los animales con agua, acercándose por lote a un bebedero cercano.

## 3.8 REGISTROS Y MEDICIONES

### 3.8.1 Pastura

#### 3.8.1.1 Biomasa y altura de forraje disponible pre pastoreo

La biomasa de forraje disponible (kg/ha) se estimó semanalmente mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El método consistió en la identificación de tres estratos según la cantidad de biomasa aérea (donde el estrato 1

representó baja cantidad de forraje y el estrato 3 la disponibilidad más alta) y el marcado una escala de tres puntos en duplicado. La frecuencia en que aparecía cada estrato fue estimada arrojando el cuadrado de forma aleatoria 100 veces en la zona del potrero a ser pastoreada en los siguientes 7 días. Finalmente con los datos de la frecuencia de los estratos y el peso seco promedio de cada uno (el cual se calculó en base a las 2 repeticiones de cada estrato), se determinó la disponibilidad de materia seca.

Ambas escalas fueron cortadas al ras de suelo utilizando cuadros de 30 × 30 cm y secadas en estufa de aire forzado a 55 °C por 48 horas, para obtener la materia seca por cuadrado. Las muestras secas fueron molidas a 1 mm y conservadas para posteriores análisis químicos.

Previamente a realizar el corte de cada muestra de la escala de los estratos, se registró la altura del mismo en 5 puntos del cuadrado, registrando las alturas en el punto más alto de contacto de la lámina de la hoja viva sin extender.

#### 3.8.1.2 Estimación de consumo de forraje

El consumo fue estimado mediante el método agronómico, a partir del forraje desaparecido (Moore, 1994). En todas las semanas del experimento se estimó la cantidad de biomasa ofrecida al ingreso de los animales a la parcela y la rechazada en cada parcela el día de salida de los animales, utilizando la técnica de doble muestreo descrita anteriormente. Para la estimación de las frecuencias se tomaron 50 puntos dentro de cada parcela tanto para disponible como para el rechazo. Finalmente, el CMS forraje por parcela (kg/100 kg PV) fue estimado como el producto entre la utilización del forraje y la oferta de forraje. La utilización de forraje (%) fue estimada como  $[\text{biomasa inicial (kg MS/ha)} - \text{biomasa final (kg MS/ha)}] / \text{biomasa inicial (kg MS/ha)}$ .

A efectos de caracterizar el patrón diario de defoliación de la pastura, en las semanas 3, 6 y 9, se realizaron mediciones diarias de altura de forraje (50 mediciones al azar por tratamiento) registrando la evolución de la desaparición del mismo cada 24 horas. Las mismas se realizaron en las mismas semanas en las cuales se registró el comportamiento ingestivo que se detalla más adelante.

#### 3.8.1.3 Muestreos del forraje consumido

En las semanas 3, 6 y 9 se cortaron manualmente muestras del forraje consumido mediante la técnica de “Hand-clipping” (Coates y Penning, 2000), la cual consiste en simular el efecto del pastoreo animal. Las muestras de forraje se tomaron en áreas adyacentes sin pastorear, simulando el remanente observado en cada parcela. Dichas muestras eran tomadas manualmente en el lugar más cercano de cada parcela del tratamiento pero por fuera de la misma. Se recorría el remanente para observar

detalladamente cómo había sido consumido el forraje y luego reproducirlo arrancando 500 gramos por cada parcela.

Estas muestras fueron llevadas al laboratorio y secadas en estufa por 48 horas. Posteriormente fueron molidas a 1 mm en un molinillo para forraje y conservadas para el análisis químico.

### 3.8.2 Animales

#### 3.8.2.1 Peso vivo

Los animales fueron pesados al inicio del período experimental, registrando 159,7 kg promedio, cada 14 días registrando primero el peso vivo lleno y luego el peso vivo vacío con 12 horas de ayuno. Los registros fueron realizados con una balanza electrónica de precisión  $\pm 0,5$  kg, los animales fueron pesados sin un orden predeterminado.

#### 3.8.2.3 Comportamiento ingestivo

Las mediciones del comportamiento ingestivo fueron realizadas durante las semanas 3, 6 y 9. Cada semana, los días 2, 4 y 6 luego de ingresar a la parcela de pastoreo se registraban por apreciación visual, entre las 7:00 y 18:00 horas, las actividades pastoreo efectivo o búsqueda, rumia, descanso parada o echada, acceso a bebedero y al comedero, registrando cuando el animal se encontraba efectivamente con la cabeza baja consumiendo. Los registros fueron realizados en intervalos de 10 minutos sobre 3 animales de cada parcela, elegidos e identificados en la pesada previa al comportamiento, con el único criterio de que fueran similares en peso vivo vacío (una vez elegidos los registros se continuaron tomando sobre los mismos animales).

Se consideró las observaciones cuando el animal realizaba la actividad de pastoreo (efectivamente cuando el animal estaba consumiendo forraje), consumo de suplemento, rumia y descanso.

La tasa de bocado se registró en dos oportunidades: en la sesión de pastoreo matutina y en la vespertina, contando el número de bocados de prehensión realizados en un minuto por cada animal identificado, tomando 2 registros de cada uno.

### 3.8.3 Análisis químicos

Se realizó análisis químico a las muestras de forraje disponible, forraje seleccionado (*hand clipping*) y del suplemento ofrecido.

Las muestras de forraje disponible tomadas semanalmente, luego de secas fueron molidas y mezcladas en iguales cantidades para armar una muestra compuesta para todo el período experimental. El mismo método fue utilizado para las muestras de *hand clipping* y del suplemento ofrecido.

Posteriormente estos análisis fueron realizados por el laboratorio de la Facultad de Agronomía (Universidad de la República) en el mes de mayo.

Sobre la muestras de alimento se determinó el contenido de MS (AOAC, 2012, método 934.01), materia orgánica (OM, AOAC, 2012; método 942.05), PC (N×6.25; AOAC, 2012; método 984.13), extracto etéreo (EE, AOAC, 2012; método 920.39), N insoluble en detergente ácido, FDN usando  $\alpha$ -amilasa y corrigiendo por contaminación con cenizas (aFDNmo) y fibra detergente ácido (FDA, Van Soest et al., 1991).

### 3.9 MANEJO SANITARIO

Previo al inicio del experimento, el 23/4 se inyectó fosamisol MV (principio activo: L-tetramisol fosfato, 22,3 gramos) contra parásitos internos, volviendo a ser aplicado el 26/9.

Durante el período experimental, el 4/7 se administró a los animales con ricoverm (principio activo: ricobendazol, 15 gramos), un antiparasitario interno. Ese mismo día, también se vacunó contra saguaype con fraskiver (principio activo: closantel, 10 gramos).

El 18/7 se aplicó pour on (califlyplus; principio activo: cipermetrina+ethion, 5/15%) ya que había animales con parásitos externos.

### 3.10 VARIABLES CALCULADAS

#### 3.10.1 Ganancia media diaria (GMD)

Esta variable fue calculada para cada individuo del experimento en base a la regresión del peso vivo sobre los días experimentales.

La misma fue estimada a partir de los pesos vivos vacíos registrados cada 15 días, por medio de la diferencia entre pesadas dividido la cantidad de días del período.

#### 3.10.2 Eficiencia de conversión del suplemento

La eficiencia de conversión del suplemento fue calculada como la cantidad de DDGS consumida (kg MS), por unidad de PV adicional respecto al tratamiento testigo manejado únicamente a pasto con la misma asignación de forraje.

### 3.10.3 Tasa de sustitución del forraje

Fue calculada como el cociente entre la diferencia de consumo de forraje (CMSF kg MS/día) promedio de tratamientos suplementados y el testigo; y los kg de DDGS consumidos (CMSS kg MS/día).

### 3.10.4 Composición química de la dieta

La misma fue calculada por medio de análisis químicos de las muestras de hand-clipping para cada tratamiento. En el caso del tratamiento testigo se utilizó únicamente el dato de forraje seleccionado, para el tratamiento AC y ACM además se utilizó la composición química del suplemento sumando al de forraje seleccionado, ponderado por el consumo estimado de forraje y suplemento de ambos en cada tratamiento.

La energía metabolizable fue calculada por medio del método utilizado por Di Marco (1973).

$$EM \text{ (Mcal/ kg MS)} = EB * DIVMS * 0,82; \text{ DIVMS} = 88.9 - (\%FDA \times 0.779).$$

## 3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se analizó mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar, donde se consideró a la parcela de pastoreo como unidad experimental.

El modelo estadístico incluyó el efecto del tratamiento y el peso inicial como co-variable.

Los registros de peso vivo, consumo de materia seca, cambios en la condición y composición de la pastura (disponibilidad, altura, % restos secos, biomasa forraje verde) fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo utilizando el procedimiento Mixed de SAS (SAS, 2008).

El estudio del efecto de los tratamientos sobre la ganancia media diaria (GMD, coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) se llevó a cabo mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, comparando las pendientes de los tratamientos.

Cambios en la GMD durante los diferentes sub-períodos del período experimental, fueron comparados mediante la estimación del intervalo de confianza de las medias (95%).

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 dk + \beta_1 i \zeta_i dk + \beta_2 PV_{ij} + \sigma_{ijkl}$$

Dónde,

$Y_{ijkl}$ : peso vivo

$\beta_0$ : intercepto

$\zeta_i$ : efecto del j-ésimo tratamiento (j= Testigo, ACM, AC)

$\epsilon_{ij}$ : error experimental

$\beta_{1dk}$ : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días

$\beta_{1i\zeta idk}$ : es la pendiente del PV en función de los días para cada tratamiento

$\beta_{2PVij}$ : es la pendiente que afecta a la co-variable PV al inicio del experimento

$\sigma_{ijkl}$ : es el error de la medida repetida en el tiempo (dentro de animales)

El procedimiento que se utilizó para las variables como EC del suplemento, PV final y la evolución del peso fue GLM, son variables continuas en el tiempo y las representa un modelo lineal general.

$$Y_{ij} = \beta_0 + \zeta_i + \epsilon_{ij}$$

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo de los animales fue realizada transformación LOGIT de los datos originales, la cual asume que la variable “número de registros/ registros totales” tiene distribución binomial. Transformación LOGIT:  $[\text{LN}(P/1-P)]$ , siendo P la proporción de observaciones de consumo, rumia o descanso. Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

$$\text{Ln}(P/(1 - P)) = \beta_0 + \zeta_i + P_j + (\zeta P)_{ij} + D_k(P)_j$$

Dónde,

P: es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo

$\beta_0$ : es el intercepto

$\zeta_i$ : es el efecto de los tratamientos

$P_j$ : es el efecto de la semana

$(\zeta P)_{ij}$ : es la interacción entre tratamiento y semana

$D_k(P)_j$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

Para la tasa de bocado se utilizó el siguiente modelo general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (\zeta P)_{ik} + D_i(P)_k + ijkl$$

Dónde,

$Y_{ijkl}$ : es la tasa de bocado

$\mu$ : es la media general

$\zeta_i$ : es el efecto de los tratamientos

$\varepsilon_{ij}$ : es el error experimental

$P_k$ : es el efecto de la semana

$(\zeta P)_{ik}$ : es la interacción entre tratamiento y semana

$D_i(P)_k$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

$ijkl$ : es el error de la medida repetida

En todos los casos se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo I fue  $< 5\%$  ( $P < 0.05$ ).

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante contrastes Tukey, evaluándose a través de contrastes ortogonales el efecto de la suplementación (suplementados vs. testigo) y el efecto de la forma de regulación del consumo (ACM vs. AC).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 REGISTROS METEOROLÓGICOS

En el Cuadro 4 se presenta la comparación de temperaturas y precipitaciones ocurridas para la serie histórica de los años 2002 a 2018 y los registros para el año experimental. Las precipitaciones en el año 2019 durante los meses de junio, julio, agosto y setiembre sumaron 371,8 mm, mientras que el registro histórico durante el mismo período fue de 332,5 milímetros.

Tomando como referencia el promedio de la serie histórica, se puede concluir que el año experimental durante el invierno fue un año estándar en cuanto a las temperaturas ( $12,95 \pm 5,83$  °C vs.  $13,27 \pm 4,01$  °C) y precipitaciones registradas ( $92,95 \pm 9,98$  mm vs.  $83,15 \pm 13,96$  mm), estando ambas dentro del rango de los desvíos históricos.

Cuadro 4. Registros climáticos mensuales (junio a septiembre) para el año experimental 2019 y la serie histórica (2002-2018)

Mes	Pp		T. media		T. máxima prom.		T. mínima prom.	
	2002-2018	2019	2002-2018	2019	2002-2018	2019	2002-2018	2019
Junio	51,7±13,95	202,4±20,74	11,9±5,7 9	14,8±3,6 7	23,9	19,4	12,7	10,6
Julio	69±13,96	28,2±3,76	11,7±5,7 9	11,2±4,2 0	23,8	16,4	12,7	6,7
Agosto	108,4±13,9 6	104,4±10,71	13,11±5, 79	11,7±4,3 5	23,8	17,5	12,7	6,3
Setiembre	103,5±13,9 7	36,8±4,74	15,1±3,8 5	15,4±3,8 5	23,8	21,9	12,7	9,0

Pp= precipitaciones; T. media= temperatura media; T. máxima= temperatura máxima promedio; T. mínima= temperatura mínima promedio.

Fuente: Mazzilli<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Mazzilli, S. 2019. Com. personal.

## 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

En el Cuadro 5 se presentan las medias ajustadas por tratamiento para las variables describiendo y condición promedio de la pastura para promedio del período experimental y su utilización de las características físicas de la pastura medidas en el ensayo y la significancia del efecto tratamiento.

Cuadro 5. Efecto de la suplementación con DDGS y del sistema de regulación del suministro de suplemento en terneras pastoreando pradera permanente sobre la condición de la pastura pre y pos-pastoreo durante el período invernal

Variable	Tratamientos*			EE	Contrastes (P-valor)	
	T	ACM	AC		T vs. (ACM+AC)	AC vs. ACM
Biomasa entrada (kg MS/ha)	2027	2368	2152	664,1	<0,01	0,02
Altura entrada (cm)	16,1	18	16,8	4,4	0,02	0,04
Composición botánica (%)						
Leguminosa	53	49	53	1,7	0,41	0,18
Resto seco	8	7	7	0,1	0,12	0,47
Suelo desnudo	9	8	7	0,2	0,14	0,57
Rechazo (kg MS/ha)	1146	1360	1338	257,5	<0,01	0,73
Altura rechazo (cm)	6,8	8,5	8,3	2,1	0,02	0,78
Utilización (%)	43	42	38	20	0,14	0,22

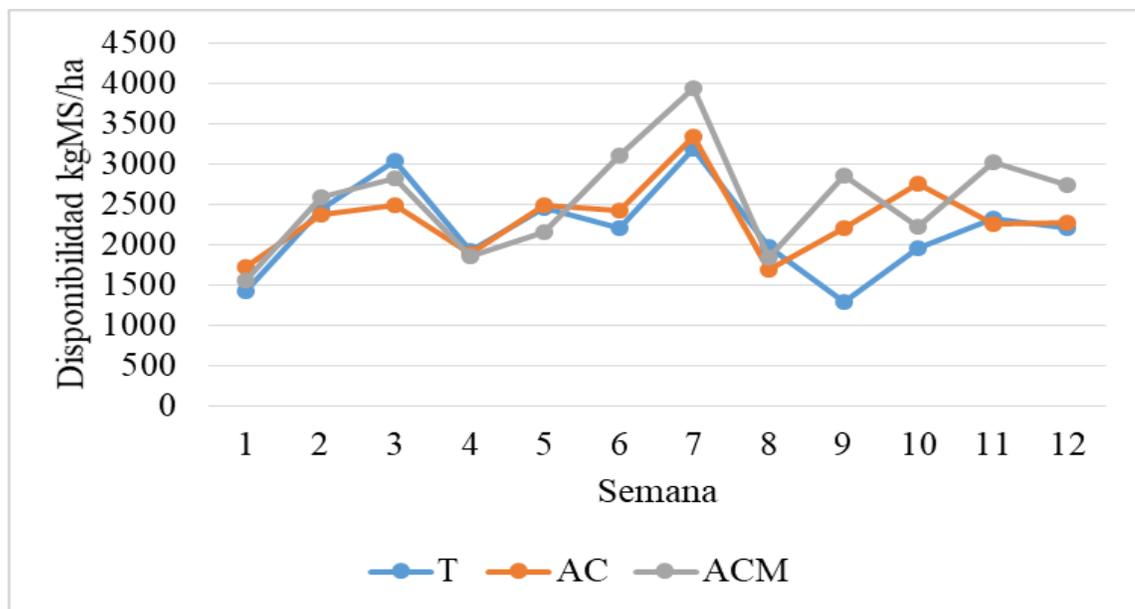
\* AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo sin suplementación. EE= error estándar.

La pastura se caracterizó por una elevada presencia de leguminosas ( $52 \pm 1,7$  %), y una baja presencia de restos secos ( $7 \pm 0,1$  %) sin diferencias entre tratamiento.

La biomasa y altura del forraje disponible fueron afectadas por los tratamientos ( $P=0.0281$ ,  $P=0.0057$ ). Los tratamientos suplementados presentaron mayor biomasa y altura del forraje al ingreso a la parcela de pastoreo que T (+243 kg/ha y +1,29 cm), y dentro de los suplementados ACM registró mayores valores que AC (+232 kg/ha y +1,25 cm, Cuadro 5). Sin embargo, estos efectos fueron dependiente de la semana experimental ( $T \times S$ ,  $P=0.0281$  y  $P=0.0057$ ), no detectándose diferencia en las primeras semanas y aumentando las mismas hacia la segunda mitad del período experimental (Figura 4).

El forraje residual tuvo efecto de la interacción tratamiento\*semana ( $P= 0.0214$ ) registrándose menor biomasa en T (- 202,97±52 kg/ha), sin diferencias entre ACM y AC. No obstante esto, la utilización del forraje no varió entre tratamientos (41%, Cuadro 5).

Si se analiza desde el punto de vista de la interacción tratamiento\*semana (ver Anexo 3), en el análisis estadístico de Tukey ( $P<0.05$ ) resalta a la vista la semana 9 con diferencias significativas (ver Figura 4).



AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo.

Figura 4. Evolución de la disponibilidad de forraje total promedio durante el período experimental en los diferentes tratamientos

Las disponibilidades de ingreso oscilaron entre 1278 kg MS/ha (mínimo registro, semana 9) y 3937 kg MS/ha. Se observan la semana 4 y 8 todos los tratamientos ingresaron a la parcela con disponibilidad de forraje total menor en comparación con las demás semanas (ver Anexo 4). En la semana 9 el testigo difiere de ACM pero a su vez este no difirió de AC. Cabe destacar que aunque la definición para el ingreso a la parcela era de

2500 kg MS/ha, en la semana 9 se debió re-pastorear ya que el área total del experimento había sido utilizada y se debió ingresar con una disponibilidad menor a la establecida en el manejo de pastoreo.

En la semana 2 y 3 se registraron las mayores alturas promedio (24 y 21 cm) en comparación con la semana 12 que fue la de menor registro (12 cm), presentando diferencias estadísticas entre dichos extremos ( $P < 0.05$ , ver Anexo 5), promedio semanal para todos los tratamientos.

#### 4.2.1 Composición química de la pastura y la dieta

La composición química del forraje ofrecido (según análisis químicos de muestra compuesta de disponibilidad) fue de 88,3% de MS, 9,21% de cenizas, 18,5% de PC, 51,45% aFDNmo y 25,91% de FDAmo.

En el Cuadro 6 se presenta el efecto de los tres tratamientos sobre la composición química del forraje del forraje y de la dieta. En el caso del testigo esta corresponde al forraje seleccionado por los animales, mientras que en los tratamientos suplementados incluye además el aporte del suplemento sobre la calidad de la dieta total. En este último caso, en los tratamientos suplementados serían los valores del concentrado y del forraje consumido.

Cuadro 6. Efecto del tratamiento sobre la composición química de la pastura y de la dieta

Variable (%)	Tratamientos*			EE	Contrastes (P-valor)	
	T	ACM	AC		T vs. (ACM+AC)	AC vs. ACM
<b>Forraje seleccionado</b>						
PC	16,7	17,4	17,2	0,255	0,111	0,661
FDN	50,1	48,7	49,5	0,699	0,295	0,468
FDA	24,4	25,2	23,9	0,705	0,853	0,251
Cenizas	10,6	11	10,6	0,292	0,597	0,371
EM*	2,53	2,5	2,54	0,019	0,688	0,269
<b>Dieta*</b>						
PC	16,73	22,96	20,43	0,2027	<,0001	0,0001
FDN	50,1	51,96	48,16	0,5181	0,96	0,002
FDA	24,43	23,96	21,7	0,4541	0,03	0,01
Cenizas	10,66	10,03	16,43	0,2981	0,0004	<,0001

EM*	2,53	2,54	2,43	0,0156	0,06	0,0025
-----	------	------	------	--------	------	--------

\* AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo sin suplementación. EE= error estándar; EM\*= energía metabolizable; FDA= fibra detergente ácido; FDN= fibra detergente neutro; PC= proteína cruda.

Dieta\*= estimada en base al aporte relativo del forraje seleccionado y el suplemento. Datos presentes en base seca. Medias ajustadas, período 20/06/19 al 5/09/19.

El análisis químico del forraje ofrecido a los tratamientos (muestra compuesta de disponibilidad de forraje) presento 18,50% de PC, 51,45% de FDN y 25,91% de FDA.

En términos de dieta, el forraje seleccionado en los testigos difiere del ofrecido, ya que el método de *hand clipping* estimaría el consumo de forraje teniendo en cuenta el efecto de la selectividad del animal, quedando a la vista que el animal no consume exactamente lo ofrecido. Sin embargo para los tratamientos suplementados, la adición del suplemento incrementó la concentración de la PC sin afectar la concentración de EM en la dieta.

El método de regulación del consumo determina en ACM una dieta con mayor concentración de FDA, FDN, PC Y EM. Solo en la concentración de cenizas de la dieta consumida por el tratamiento AC presentó 6,40 unidades porcentuales más de cenizas que la dieta de ACM. Para la PC las concentraciones de la dieta fueron mayores significativamente para el tratamiento ACM, presentando 2,53 unidades porcentuales por encima, 3,8 para FDN, 2,26 para FDA y 0,11 para EM.

#### 4.3 PERFORMANCE ANIMAL

En la Figura 5, se presentan las curvas de evolución de peso vivo durante el invierno. Al inicio del experimento, los animales suplementados presentaron 10,6 kg más que el testigo (P=0,0018), mientras que dentro de los suplementados, los animales en AC comenzaron con 2,2 kg por encima de los animales en ACM siendo no significativa dicha diferencia (P=0,3862).



T= testigo; AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; PV= peso vivo. Período 20/06/19 al 5/09/19.

Figura 5. Evolución de peso vivo en terneras pastoreando pasturas sembradas durante el período invernal sin suplemento o suplementados con DDGS a razón del 1% del PV

En el Cuadro 7 se presentan las medias ajustadas por tratamiento y las probabilidades de los contrastes ortogonales para las variables físicas describiendo el crecimiento de las terneras.

Cuadro 7. Efecto de la suplementación con DDGS y del sistema de suministro sobre el crecimiento de terneras pastoreando pradera de alfalfa y festuca al 2,5% de oferta de forraje

Variable	Tratamientos*			EE	Contrastes (P-valor)	
	T	ACM	AC		T vs. (ACM+AC)	AC vs. ACM
GMD (kg/a/d)	0,28	0,60	0,52	0,02	<,0001	0,14
PV final (kg)	189,1	210,4	205,6	0,59	0,04	0,23
Altura anca final	106	108	110	0,19	0,0018	0,01

\*AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo sin suplementar. EE= error estándar; GMD= ganancia media diaria promedio, PV=peso vivo. Medias ajustadas, período 20/06/19 al 5/09/19.

La GMD (kg/animal/día) del tratamiento testigo fue inferior que la registrada para el promedio de los suplementados (0,28 vs. 0,56 kg/animal/día,  $P < .0001$ ), no detectándose diferencias dentro de los suplementados debidas a la forma de regulación del consumo ( $P=0.1359$ ). Los animales suplementados ganaron 0,28 kg/animal/día más que el testigo, por lo que al final del experimento fueron significativamente más pesados que los testigos (+ 19 kg,  $P=0.0405$ ).

Dentro de los tratamientos suplementados, el PV final en los animales en ACM no difirió de los animales en AC no siendo significativa la diferencia ( $P=0.2384$ ).

En cuanto a la altura de anca final hubo efecto significativo del tratamiento sobre dicha variable ( $P=0.0013$ ), observándose 2,4 cm de diferencia a favor de los tratamientos suplementados ( $P=0.0018$ ), mientras que entre los suplementados, el AC presentó diferencias significativas con ACM de 2,24 cm a favor de AC ( $P=0.0106$ ).

En el Cuadro 8 se presenta el efecto de la suplementación y del método de suplementación sobre el consumo diario de materia seca total (expresado en kg/animal), la respuesta a la suplementación, eficiencia de conversión y tasa de sustitución.

Cuadro 8. Efecto de la suplementación y método de regulación del consumo de suplemento sobre el consumo, tasa de sustitución y eficiencia de conversión del suplemento

Variable*	Tratamientos*			EE	Contrastes (P-valor)	
	T	ACM	AC		T vs. (ACM+AC)	AC vs. ACM
CMST (kg/a/d)	1,76	3,57	3,24	1,34	<0,0001	0,03
CMSF (kg/a/d)	1,76	1,9	1,76	0,89	0,51	0,23
CMSS (kg/a/d)	-	1,82	1,48	0,75	-	0,17
CMSS (%PV)	-	1	0,81	0,51	-	0,09
Tasa de sustitución	-	0	0,05	0,06	-	0,46
Respuesta a la suplementación (kg)	-	0.320	0.238	0,05	-	<0,0001
EC del suplemento	-	6:1	6,1:1	0,48	-	0,48
EC del DDGS*	-	6:1	5:1	-	-	-

\*ACM= autoconsumo con regulación mecánica; AC= autoconsumo con sal; T= testigo sin suplementar; EE= error estándar

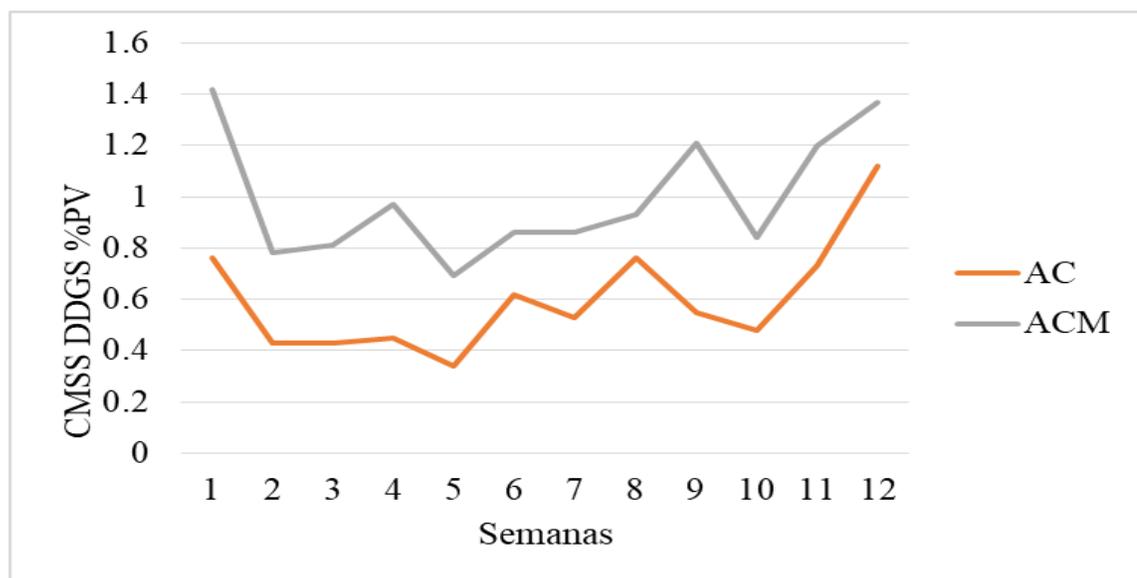
\*EC= eficiencia de conversión, RS= respuesta a la suplementación sobre la ganancia media diaria promedio, CMST= consumo de materia seca total, CMSS= consumo de materia seca del suplemento (DDGS en ACM y DDGS mas NaCl en AC), CMSF= consumo de materia seca del forraje.

\*3 EC= CMST (suplementado) - CMST (testigo) / GMD (suplementado) - GMD (testigo).

El CMSF fue afectado por la semana ( $P < .0001$ , ver Anexo 14). Aunque la diferencia entre tratamientos no fue significativa, los suplementados consumieron en promedio 1,84 kg/a/d de forraje (+0,08 kg/animal/día) y dentro de los suplementados ACM consumió más (+0,14 kg/animal/día). Sin embargo estos efectos fueron dependientes de la semana ( $T \times S, P=0.0006$ ). La semana número 9 fue diferente ( $P < 0,05$ ), dentro de esta las terneras sin suplementación presentaron menor CMSF (0,43 B kg/animal/día, ver Anexo 15). La tasa de sustitución promedio fue de 0,05 no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos suplementados ( $P=0.4628$ ).

El CMSS (con NaCl) medido en presente efecto de la semana ( $P < .0001$ ) y tratamiento ( $P=0.0490$ , ver Anexo 12). El consumo de suplemento fue significativamente mayor en la semana 1, 11 y 12 (ver Anexo 13) superando el 1% del PV en promedio para todos los tratamientos suplementados (1,24%, 1,09% y 1,44%, respectivamente). El consumo promedio de DDGS registrado en todo el período experimental para ACM fue de 1% del PV siendo mayor que AC (-0,40% de PV).

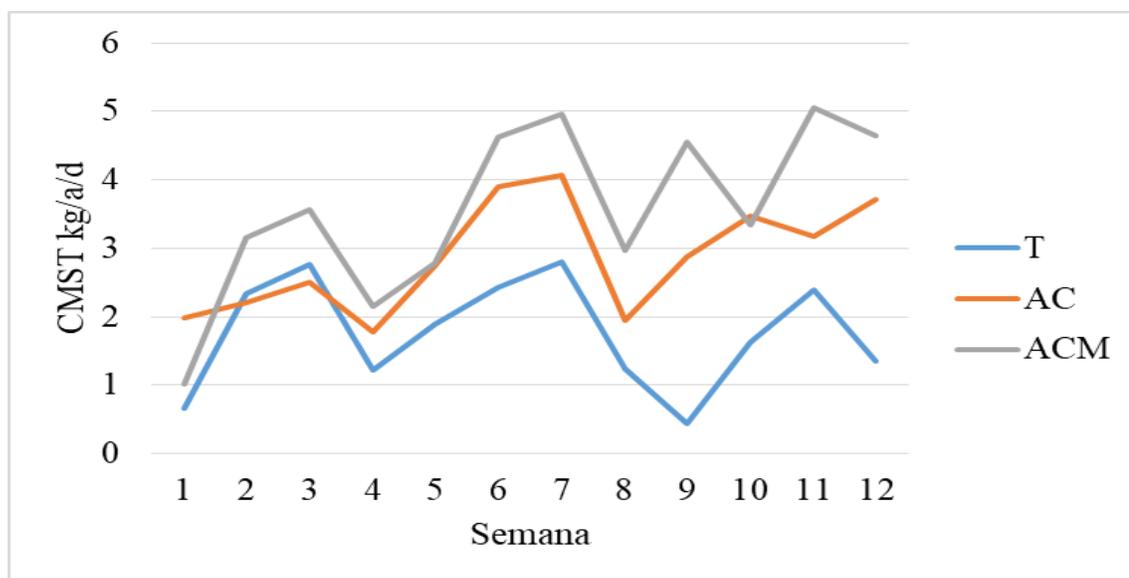
Sin embargo el CMSS sin contabilizar el NaCl tuvo efecto de la interacción tratamiento\*semana ( $P=0.0012$ , Figura 5), no detectando diferencias entre los tratamientos suplementados excepcionando las semanas 1, 4 y 9 del período experimental.



AC=autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; CMSS DDGS %PV= consumo de materia seca del suplemento (DDGS sin sal) expresado como % del PV. Período 20/06/19 al 5/09/19.

Figura 6. Evolución del consumo de DDGS en terneras pastoreando pasturas sembradas durante el período invernal suplementados a razón del 1% del PV

El CMST (CMSF+CMSS) fue afectado por los tratamientos ( $P < .0001$ ). Los tratamientos suplementados registraron mayores consumos diarios totales que T (+1,45 kg/animal/día), dentro de los suplementados ACM tuvo mayores consumos (+0,70 kg/animal/día, Cuadro 8). Este efecto fue dependiente de la semana experimental (T x S,  $P < .0001$ , Anexo 11) detectando diferencias significativas en las semanas 12 y 9 entre los tratamientos suplementados y T (Figura 7).



AC=autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo sin suplementar; CMST= consumo de materia seca total. Período 20/06/19 al 5/09/19.

Figura 7. Evolución del CMST en terneras pastoreando pasturas sembradas durante el período invernal suplementados a razón del 1% del PV

#### 4.3.1 Consumo diario de nutrientes

En el Cuadro 9 se presentan las medias de consumo de nutrientes expresados en kg/día, según tratamiento.

Cuadro 9. Parámetros de consumo de nutrientes por día según tratamiento

Variable (kg/d)	Tratamientos*			EE	Contrastes (P-valor)	
	T	ACM	AC		T vs. (ACM+AC)	AC vs. ACM
MO	1,57	3,34	2,7	0,07	<,0001	0,0007
PC	0,29	0,85	0,66	0,0205	<,0001	0,0006
FDN	0,88	1,93	1,56	0,0499	<,0001	0,0019
FDA	0,43	0,89	0,71	0,0272	<,0001	0,0031

EM (Mcal/día)	4,45	9,44	7,87	0,1962	<,0001	0,0013
---------------	------	------	------	--------	--------	--------

\*AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo sin suplementar. EE= error estándar; EM= energía metabolizable; FDA= fibra detergente ácido; FDN= fibra detergente neutro; MO= materia orgánica. Datos presentes en base seca. Medias ajustadas, error estándar y significancia de los contrastes entre medias, período 20/06/19 al 5/09/19.

En comparación entre los tratamientos suplementados, el consumo de nutrientes fue significativamente mayor para el tratamiento ACM en todos los parámetros.

#### 4.4 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

El registro de las actividades que componen el comportamiento animal en pastoreo se realizó durante las horas de luz (7:00 -18:00), en las semanas 3, 6 y 9.

##### 4.4.1 Probabilidad de ocurrencia de las actividades

En el Cuadro 10 se presentan el efecto del tratamiento, semana y día de observación sobre las probabilidades de ocurrencia de las distintas actividades (actividad de pastoreo, descanso, rumia y consumo de suplemento), y las medias ajustadas por tratamiento para el promedio del período experimental.

Cuadro 10. Probabilidad de ocurrencia de las actividades según tratamiento

Variable	Tratamiento*			Probabilidad					
	T	AC	ACM	T	S	D(S)	TxS	TxD(S)	TxSxD(S)
Pastoreo	0,68a	0,58c	0,61b	**	ns	**	ns	**	ns
Rumia	0,18a	0,14b	0,14b	**	ns	**	ns	**	ns
Descanso	0,09a	0,08b	0,074b	**	ns	**	ns	**	ns
CS	-	0,14a	0,13b	**	ns	**	ns	**	ns

Medias seguidas de una letra difieren estadísticamente en una misma actividad  $P < 0,05$ .

\*AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica; T= testigo.

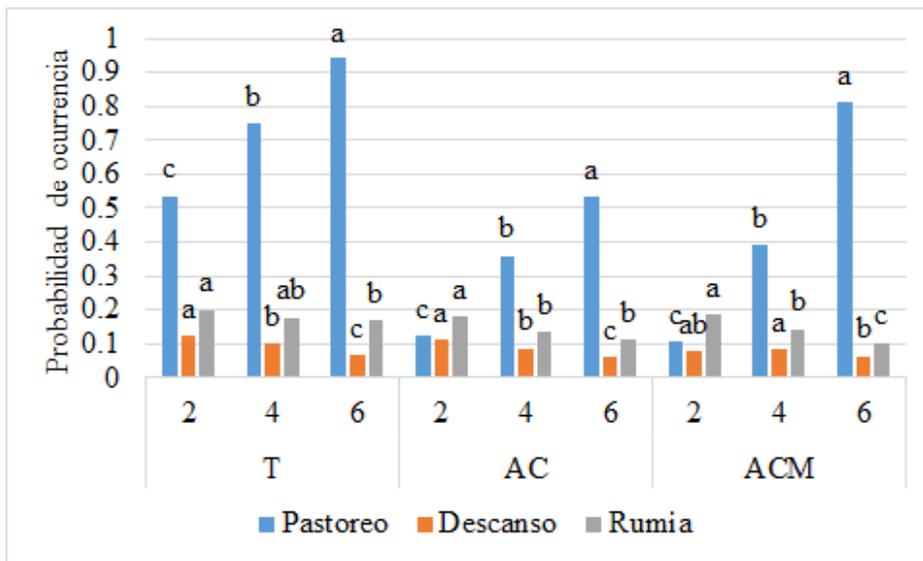
CS= consumo de suplemento; T= efecto del tratamiento; S= efecto de la semana; D(S)= efecto del día de la semana; TxS= efecto de la interacción tratamiento x semana; TxD(S)= efecto de la interacción tratamiento x día de la semana; TxSxD(S)= efecto de la interacción tratamiento x semana x día de la semana.

\*\* : Diferencias significativas entre tratamientos  $P < 0,001$ .

ns: No existen diferencias significativas entre las medias.

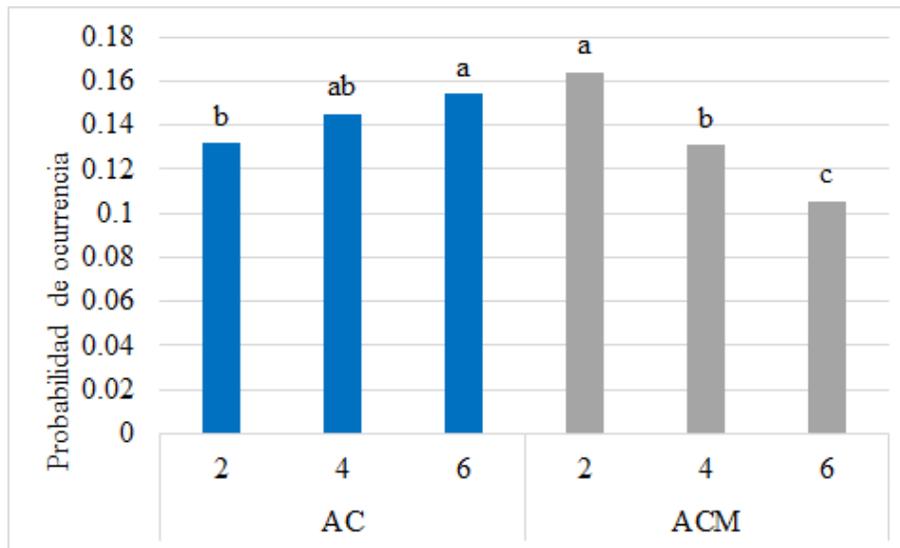
Como puede observarse en el Cuadro 10 hubo efecto significativo de la interacción tratamiento\*día dentro de semana para todas las variables de comportamiento. La actividad de pastoreo fue máxima en el tratamiento testigo, seguida por ACM y luego por AC, pero la magnitud de las diferencia fue máxima al ingreso a la franja de pastoreo, aumentando conforme avanzaron los días de permanencia en la franja de pastoreo (Figura 8, ver Anexos 16, 17). En el caso de la rumia (Figura 8), fue máxima en el tratamiento sin

suplementar, mientras que no hubo diferencias significativas entre los suplementados. El descanso representó la menor proporción del tiempo diurno con relación a pastoreo y rumia y fue menor en los tratamientos suplementados. En cuanto a la actividad de acceso al comedero (Figura 9) el tratamiento AC dedicó mayor tiempo a esta actividad que ACM. A medida que transcurren los días dentro de la semana, hay menor probabilidad de encontrar una ternera consumiendo suplemento dentro del tratamiento ACM, para AC el tiempo dedicado al consumo de suplemento fue en aumento en medida que se llega al final de la semana.



T= testigo; AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica. Medias seguidas de una letra difieren estadísticamente en una misma actividad  $P < 0,05$ .

Figura 8. Probabilidad de ocurrencia de las actividades pastoreo, descanso y rumia según día de la semana y tratamiento



AC= autoconsumo con sal; ACM= autoconsumo con regulación mecánica.  
Medias seguidas de una letra difieren estadísticamente en una misma actividad  $P < 0,05$ .

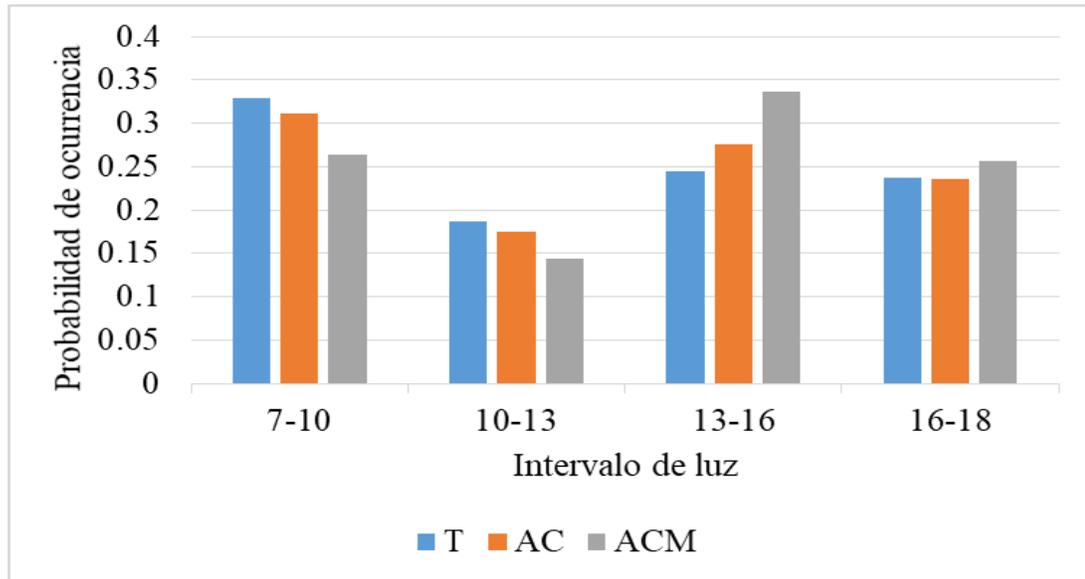
Figura 9. Probabilidad de ocurrencia de actividad de acceso al comedero según tratamiento y día dentro de la semana

#### 4.4.2 Patrón horario de pastoreo y consumo de suplemento

El patrón diurno de actividad de consumo de suplemento, caracterizado en intervalos de 3 horas se presenta en el Anexo 18. Puede observarse que la actividad de consumo en ACM se concentró en la mañana, siendo entre las 7 y 13 horas (ver Anexo 18). Los intervalos de 7-10 am y 10-13 am fueron significativamente superior al tratamiento AC, que distribuye su consumo en forma más homogénea a lo largo del día.

En cuanto al patrón de la actividad de pastoreo agrupado cada 3 horas en el correr de las horas de luz, dependiendo del intervalo de tiempo la probabilidad varió por el efecto tratamiento\*día dentro de semana (ver Anexo 17). En el intervalo de tiempo de 7-10 am hubo diferencias estadísticas por el efecto de la interacción tratamiento\*día dentro de semana ( $P < .0001$ ); en el intervalo de 10-13 pm ( $P=0.0009$ ); en el intervalo de 13-16 pm ( $P < .0001$ ) y 16-18 pm ( $P=0.0024$ ).

En la Figura 10 se observa la probabilidad de actividad de pastoreo según intervalos de 3 horas luz y por tratamiento.



T= testigo sin suplementar, AC= autoconsumo con sal, ACM= autoconsumo con regulación mecánica.

Figura 10. Promedio de la probabilidad de actividad de pastoreo según tratamiento e intervalos de luz

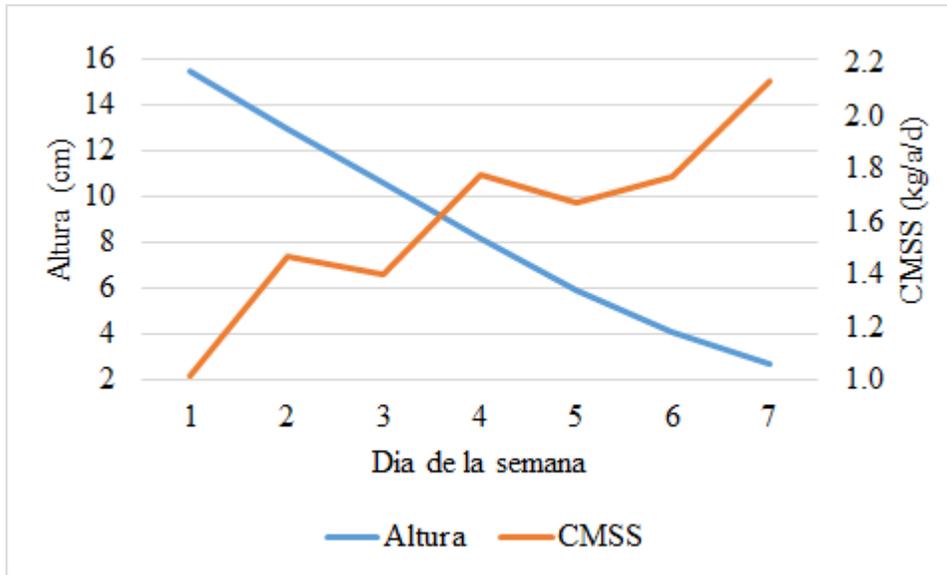
Al comienzo del día es mayor la probabilidad de encontrar una ternera pastoreando en comparación con los demás, hacia el mediodía (intervalo de 10-13 pm) disminuye la probabilidad de pastoreo para luego ir aumentando y recaer hacia las 16-18 pm. A partir de las 13 pm la probabilidad de encontrar terneras pastoreando en los tratamientos AC y ACM es mayor que el tratamiento testigo.

#### 4.4.3 Variación entre días de la defoliación de la pastura y consumo de suplemento

Al evaluar la evolución diaria del consumo de suplemento conjuntamente con la altura de la pastura en las semanas 3, 6 y 9 del experimento, se encontró que para ambas variables el efecto del día dentro de la semana de medición dieron muy significativos ( $P < .0001$ ). Siendo significativo también para el efecto semana sobre consumo de suplemento ( $P=0.0061$ ) y altura diaria ( $P=0.0107$ ).

No hallándose efecto de T ( $P=0.1218$ ), ni de la interacción TxS ( $P=0.7566$ ) y TxD ( $P=0.1259$ ) para la altura diaria de la pastura.

En la Figura 11 se observa cómo fue disminuyendo la altura de la pastura (cm) de festuca y alfalfa a medida que avanzaban los días dentro de la franja de pastoreo.

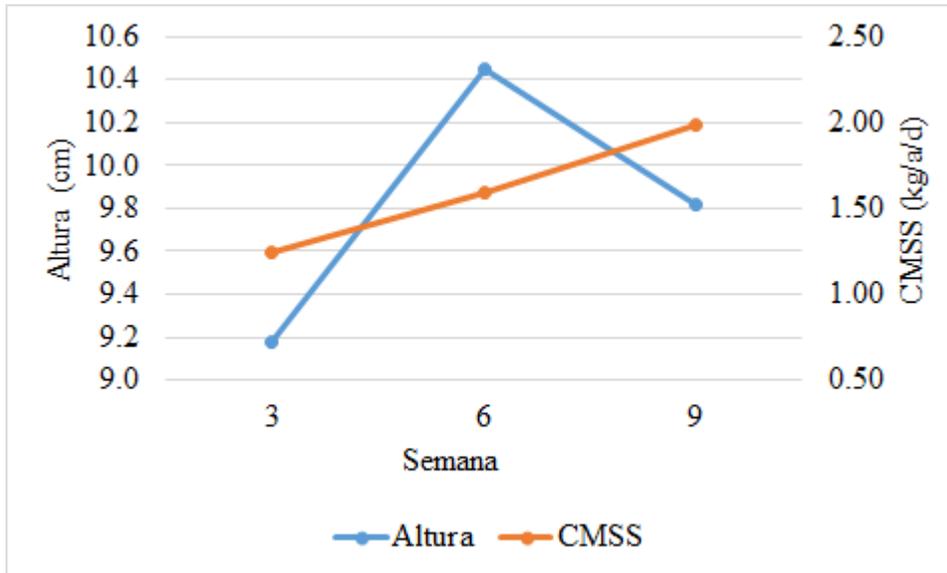


CMSS= consumo de materia seca de suplemento.

Figura 11. Evolución diaria de la altura (cm) y consumo de materia seca de suplemento (kg/animal/día) promedio por día y semanas

Queda a la vista que a medida que avanzan los días de las terneras dentro de las parcelas, la altura de la pastura tiende a ir disminuyendo y de manera contraria responde el CMSS (kg/animal/día), tendiendo a aumentar a medida que avanzan los días de la semana.

En la Figura 12 se observa la variación de las variables pero por semana de comportamiento.



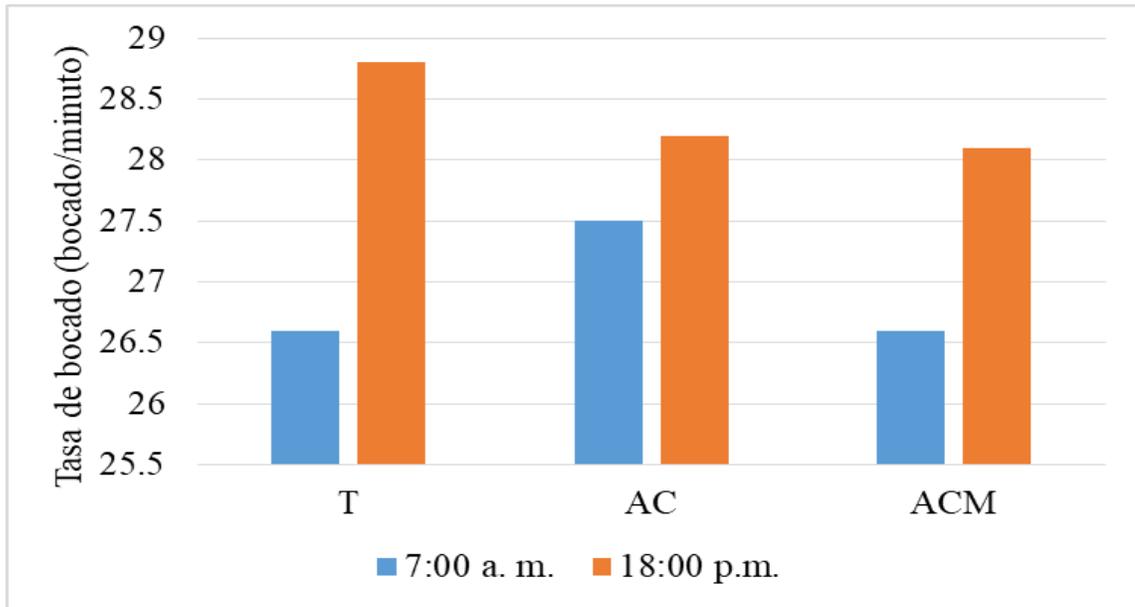
CMSS= consumo de materia seca de suplemento.

Figura 12. Variación de altura promedio (cm) y CMSS (kg/animal/día) promedio por semana de medición de comportamiento

Según la semana, la altura y el consumo de suplemento por parte de los animales variaron en diferente magnitud, se observa que en la semana 6 el consumo de pastura fue menor ya que la altura promedio de dicha semana fue mayor a las demás, quedando por debajo el CMSS promedio aunque el mismo crezca a medida que avanzan las semanas.

#### 4.4.4 Tasa de bocado

Para el análisis de esta variable se estimó un valor promedio por repetición para todo el período ya que no todos los animales tenían observaciones en todas las semanas y días (Figura 13). No hubo efecto del tratamiento para la hora 7 am ( $P=0.4487$ ) y 18 pm ( $P=0.8777$ ).



T= testigo sin suplementar, AC= autoconsumo con sal, ACM= autoconsumo con regulación mecánica.

Figura 13. Promedio de tasa de bocado (bocado/minuto) al inicio y al final del período de actividad

En promedio las terneras presentaron una tasa de bocado/minuto de 28, con un mínimo registrado de 25 bocados/minuto y un máximo de 31 bocados/minuto.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 AMBIENTE PRODUCTIVO

El clima del mes de junio las precipitaciones registradas fueron superiores en un 296,8% en comparación con la media histórica, lo cual se considera un evento atípico aislado (dentro de un año promedio) tanto dentro del período pre experimental (5/6/2019-20/6/2019) como experimental correspondientes a la semana 1 y 2; presentando efectos significativos sobre el peso vivo de los tratamientos testigos al comienzo del período experimental (Figura 5). Esto se debe a que el consumo de forraje estuvo deprimido por las condiciones climáticas atípicas anteriormente mencionadas, ya que los lotes de tratamiento no consumieron suplemento.

Arias et al. (2008) afirman que cuando el ganado se encuentra fuera de su zona termo-neutral responde realizando cambios en sus requerimientos de nutrientes, agua y energía. Se puede inferir que esta situación descrita por el autor ocurrió en el mes de junio correspondiente a todo el período pre-experimental. También en la semana número 1 del período experimental se observó un efecto de la interacción tratamiento\*semana sobre el consumo de materia seca de forraje ( $P=0.0006$ ); fue la que registró menor consumo en comparación con las demás (media por tratamiento= 0,6378 kg MS/animal/día,  $P<0.05$ ) afirmando el efecto del ambiente sobre el CMSF (ver Anexo 6).

Según García (1995) existe un efecto de la estación del año sobre la arquitectura de las plantas, relación tallo/hoja y los contenidos de materia seca. Por lo que se deduce que la producción de la biomasa del forraje no habría sido afectada por los efectos climáticos en general durante los meses de invierno correspondientes al período experimental, salvo la semana número 1 mencionada anteriormente. El valor de disponibilidad inicial es coherente con los trabajos revisados en el Cuadro 1. En términos generales en la mayoría de las semanas ya que no se registraron datos alejados del promedio, siendo siempre mayor a 1000 kg MS/ha, donde si fuera menor los animales tendrían problemas para lograr un adecuado consumo de forraje como mencionan Pigurina et al. (1997) asimismo consumos potenciales se obtendrían con mayor valor de disponibilidad dentro de 1500 kg MS/ha a 2000 kg MS/ha (AFRC, 1993). Se deduce que las condiciones de la pastura no fueron limitantes para lograr CMSF favorables ya que según Zanoniani et al. (2000) pasturas en el rango de 15 y 20 cm no serían limitantes para la obtención de máximos consumos y además Poppi et al. (1987) mencionan que los parámetros cuantitativos como disponibilidad y altura del forraje son importantes para que se exprese la habilidad del animal de cosechar forraje y por lo tanto no limitar el consumo.

La oferta de forraje sería la variable de manejo que más estaría contribuyendo a la restricción en el consumo de forraje (Bartaburu s.f., Baldi et al. 2008) por fuera de las semanas que no fueron afectadas por el clima.

Debido a la necesidad de utilizar eficientemente el pasto en invierno, es importante reducir la asignación de forraje para combinarlo con suplementación y evitar el efecto de sustitución (Simeone et al., 2006), no deseado. Es por esta afirmación de Simeone y Beretta (2008) que se utilizó una asignación de forraje al 2,5% del peso vivo.

## 5.2 PERFORMANCE DE TERNERAS SIN SUPLEMENTACIÓN

Los resultados nacionales utilizando 2,5% de AF en terneros (no considerando los de destete precoz) registraron ganancias medias diarias de 0,435 kg/animal/día en los animales sin suplementar, siendo mayores a las obtenidas en el presente trabajo, aunque fueron levemente más bajas se obtuvo la respuesta esperada de que dicha categoría no pierda peso en su primer invierno (Cuadro 1).

Se verifica el estudio de Beretta et al. (2010) quienes mencionan que el acceso de terneros a pasturas de alta calidad y alta asignación de forraje durante el invierno, sustituyendo el manejo de campo natural permite alcanzar ganancias medias diarias positivas, en el entorno de 500-700 gr/animal/día.

Luzardo et al. (2014) mencionan que la disponibilidad de la pastura y su calidad afectan sobre las ganancias de peso vivo de los animales a pastoreo. Se descarta el efecto de la disponibilidad ya que en las semanas experimentales (salvo la 9) las disponibilidades fueron mayores o muy cercanas a la limitante, oscilaron dentro del rango que promueve consumos potenciales a pastoreo (AFRC, 1993), como también menciona Hodgson (1990) que disponibilidades mayores a 2000 kg MS/ha para ingresar a pastorear promueve máximos consumos voluntarios de MS por parte de los animales. García (1995) menciona que la edad de la pastura afecta directamente en las ganancias de peso vivo a pastoreo, en el presente trabajo se deduce que este efecto no puede haber estado influyendo sobre el resultado del experimento ya que se encontraba en su segundo año de producción, donde se da el pico de producción de biomasa aérea.

Se atribuye que la calidad podría ser la causante de obtener GMD menores a las esperadas de terneros/as solo a pastoreo en pasturas sembradas. El contenido porcentual de FDA fue menor (23,3% vs. 27,7%), de FDN fue mayor (50% vs. 43,9%) del presente trabajo en comparación al promedio de los trabajos analizados en el Cuadro 1, la fracción cenizas y PC se encontraron cercanos al promedio.

El contenido de FDN en un forraje se encuentra correlacionado negativamente con el máximo consumo voluntario de este material (Pigurina y Methol, 2004) podría ser una de las causas de la menor performance animal observada en el presente trabajo, asimismo limitando cumplir los requerimientos del animal.

Las pasturas utilizadas en los estudios fueron mezclas de 3 especies (trébol blanco, *Lotus corniculatus* y festuca) a diferencia a la utilizada en el presente experimento

(festuca y alfalfa). En el Cuadro 11 se resumen datos del análisis químico de pasturas sembradas utilizadas en varios de los experimentos revisados. Al ser mezcla de 3 especies los animales pueden seleccionar una dieta de mayor calidad en comparación con la utilización de solo 2 especies como en el presente trabajo. Se deduce que aunque los parámetros del análisis químico se encuentran cercanos a los obtenidos en otros trabajos experimentales, la selección de la dieta por parte del animal pudo haber causado una menor ingesta de nutrientes así derivando en las menores ganancias medias diarias en el tratamiento.

Cuadro 11. Análisis químico del contenido de nutrientes (%) para pasturas sembradas utilizadas en diferentes estudios nacionales

<b>Variable (%)</b>	<b>Presente trabajo</b>	<b>Luzardo et al. (2014). Exp. 2010</b>	<b>Luzardo et al. (2014). Exp. 2011</b>	<b>Luzardo et al. (2014). Exp. 2012</b>	<b>Beretta et al. (2009)</b>
<b>Tipo de pastura</b>	<b>Al+F</b>	<b>TB+LC+F</b>	<b>TB+LC+F</b>	<b>TB+LC+F</b>	<b>TB+LC+F</b>
Proteína	20	19.5	17.8	12.5	22.1
FDN	50	41.5	45.3	52.4	36.5
FDA	23.3	31.7	28.8	29.4	19.9
Cenizas	12.3	-	10.7	11.6	-

Al= alfalfa, Exp= experimento, F= festuca, FDA= fibra detergente ácido, FDN= fibra detergente neutro, LC= *Lotus corniculatus*, TB= trébol blanco.

Según Lange (1973) quien describió la respuesta del consumo con suplementación de animales en pastoreo, el presente trabajo se encuentra en el caso de adición. La composición de materia seca total consumida varió en diferentes proporciones de forraje y suplemento, de las terneras bajo diferentes modos de regulación del consumo (46% de suplemento y 54% de forraje para AC, 47% de suplemento y 53% de forraje para ACM). El CMSS en las terneras suplementadas en AC fue un 20% menor en comparación

con las terneras suplementadas con ACM, mientras que el CMSF fue un 7% menor lo que lleva a un CMST 9% menor (ver Anexo 7).

Se concuerda con Quintans et al. (1993), Baldi et al. (2008) cuando afirman que la oferta de forraje y calidad de la pastura son el principal factor en determinar el CMSF y la respuesta a la suplementación, así como la respuesta animal. Luzardo et al. (2014) después de 2 años de experimento con terneros suplementados sobre praderas sembradas, deduce que el nivel de oferta de forraje (estructura y calidad de la misma) tiene un efecto directo en la respuesta de la performance animal. En el presente experimento se deduce que el efecto de la suplementación sobre el CMSF fue positivo, ya que se observó un efecto de adición, coincidiendo con lo mencionado por Luzardo et al. (2014).

### 5.3 RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN CON DDGS

La suplementación con DDGS incrementó en 50% la ganancia de pesos vivo con relación al testigo sin suplementar, confirmando la primera de las hipótesis planteadas. Esta respuesta aparece asociada a un aumento en el consumo total de MS explicado por un efecto de adición del suplemento consumido al consumo de forraje, al no observarse efecto de sustitución de forraje por suplemento, así como un mayor aporte total de proteína y EM.

Independientemente del modo de suplementación (autoconsumo o diario) las respuestas de terneros/as suplementados en condiciones de forraje restringido entre 2,4 a 5% de AF registradas por los trabajos analizados en el Cuadro 1 son mayores que en el presente trabajo. Dichos trabajos reportan ganancias medias diarias con 2,5% de AF de 0.779, 0.806, 1, 0.673, 0.458, 0.437 kg/animal/día; con 4-5% de AF las ganancias medias registradas fueron 0.710, 0.910, 0.650, 0.844, 0.842, 0.667, 0.871, 0.946, 0.66, 0.78, 0.745, 0.675 kg/animal/día. Solamente en 2 casos las ganancias medias diarias registradas por el presente trabajo fueron mayores aunque igualmente bastante cercanas a los registrados por Algorta et al. (2014).

Estas variaciones podrían estar asociadas a la pastura (manejo, cantidad, calidad) como mencionan Mieres (1997), Cangiano (1997), Rovira (2014b) pero queda descartada la opción de manejo y cantidad ya que como se mencionó anteriormente sobre la disponibilidad y el manejo (AF) en las situaciones similares igualmente se registraron menores GMD. Por lo que se deduce que las variaciones se encontraron asociadas a la calidad de la pastura y características del suplemento (procesamiento, cantidad y calidad) también descritas por dichos autores.

Por un lado queda a la vista que una composición diferente de la dieta total consumida sería la razón, los trabajos con los que se comparan utilizaron maíz entero y sorgo molido (concentrados energético-proteicos sobre praderas de 3 especies) a diferencia del presente trabajo que se utilizó un concentrado energético-proteico sobre

praderas de 2 especies las cuales la selectividad de la dieta forrajera fue peor (ver ítem 5.1). Aunque la diferencia registrada no fue excesiva, puede estar explicada por un efecto de la calidad del suplemento utilizado, como mencionan Santini y Rearte (1997), Pordomingo (2003) que la degradabilidad del almidón y la proteína hacen variar la sincronía a nivel ruminal entre la proteína ofrecida y forrajes de alta calidad y la energía liberada por el suplemento, lo cual deriva en un diferente aporte de nutrientes dirigidos al crecimiento (medido como GMD).

El trabajo de Bergós y Errandonea<sup>1</sup> compara el DDGS con sorgo grano molido como suplemento sobre verdeos de invierno, resultando que los animales suplementados con sorgo molido obtuvieron una ganancia significativamente menor respecto a los suplementados con DDGS y lupino (los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí). La GMD que registraron los animales suplementados con sorgo fue de 0,667 kg/animal/día, similar a la ganancia media diaria registrada por Barrios et al.<sup>2</sup> que fue de 0,669 kg/animal/día, pastoreando con una misma asignación de forraje (5%) con encierro nocturno y suplementados con una dieta que contenía 60% de sorgo en la dieta base.

Otro antecedente con utilización de DDGS como suplemento es el trabajo de Legorburu y Victorica<sup>3</sup> sobre campo natural. Obtuvieron GMD en invierno de terneras suplementadas de 1,113 kg/animal/día, siendo mayores a las registradas en otros trabajos. También utilizaron otro tipo de suplemento (bloques Cattle Hi Pro, energético-proteico) lo cual concluyen que el tipo de suplemento afectó la GMD de las terneras suplementadas ya que las del tratamiento con bloque no presentaron diferencias significativas con el testigo, la magnitud de la respuesta a la suplementación con DDGS fue muy alta respecto al testigo. Mencionan que la diferencia entre suplementos puede explicarse por la cantidad importante de cenizas, minerales, vitaminas y oligoelementos que hacen que la concentración calórica se “diluya” y su aporte de energía y proteína sea menor respecto al DDGS.

En comparación con los datos obtenidos de GMD en el presente trabajo para terneras suplementadas con DDGS de sorgo (0,603 y 0,521 kg/animal/día), las ganancias de los trabajos anteriores son cercanas a las obtenidas, que sean menores puede estar dado por la diferente base forrajera utilizada (verdeos de invierno vs. pasturas sembradas) y el manejo del forraje (AF 5% vs. 2,5%).

Se coincide con De León et al. (2004) que mencionan que los mayores incrementos de peso vivo se logran con suplementos energéticos-proteicos, mejor aún en aquellos que sus proteínas sean de baja a mediana degradabilidad ruminal. Estos suplementos estimularán la fermentación ruminal y generaría un aumento de consumos de forraje, conjuntamente con el aporte de energía adicional constituye un aporte de aminoácidos (AA) esenciales a nivel intestinal, esto sería de gran importancia en categorías jóvenes con altos requerimientos de proteína.

Los granos de destilería (DDGS) se caracterizan por su alto contenido de energía y proteína (alto contenido de PNDR), lo cual deriva en un aporte de energía/proteína sincronizado para la flora microbiana del rumen sumado a la proporción de PNDR impactan sobre la productividad animal de manera positiva (Pordomingo, 2003) en comparación con la utilización de otros tipos de suplementos como solo energéticos o solo proteicos observados en los trabajos analizados. Este suplemento también posee como ventaja que la concentración de los AA esenciales de los granos de destilería se incrementa con respecto al grano original (sorgo grano húmedo) aunque su biodisponibilidad puede ser afectada en el procesamiento del mismo. Los AA esenciales son compuestos de la proteína bruta, el cual genera aporte de nutrientes para la GMD (Stein y Shurson, 2009).

Arroquy et al. (2014) mencionan que el DDGS es una excelente fuente de PNDR y fibra digestible en las dietas; lo cual sumado con el consumo de forrajes de alta calidad como pasturas sembradas en el caso del trabajo corriente, la utilización de esta combinación incrementa la proteína metabolizable y energía (a través del extracto etéreo y fibra digestible) lo que resulta en una mejora en la respuesta animal.

Se concluye que el tipo de suplemento utilizado podría ser la razón por la cual se observaron mayores GMD que los testigos sin suplementar, además de que bajo una oferta de forraje restrictiva se disminuye el efecto de la sustitución generando momentos de adición lo cual promueve una dieta con un mayor aporte de proteína y energía para el crecimiento de la categoría de recría la cual necesita un aporte de ambos compuestos por su rápida deposición de musculo.

Las GMD obtenidas en el presente trabajo siguen la línea de que utilizar un suplemento energético-proteico en dicha categoría permite obtener GMD mayores que animales solo consumiendo forraje en invierno, evitando las pérdidas invernales y obteniendo un resultado favorable en estas condiciones.

#### 5.4 EFECTO DEL MÉTODO DE SUMINISTRO DE SUPLEMENTO SOBRE LA RESPUESTA A LA SUPLEMENTACIÓN

Se observó un efecto del método de suministro del suplemento en el CMST explicado por un menor consumo y efecto sobre una menor concentración de nutrientes de la dieta total. Sin embargo esto no afectó a la ganancia media diaria ni la eficiencia de conversión.

La actividad de pastoreo fue diferente en ambos tratamientos suplementados. Al inicio del día el autoconsumo se abría para que las terneras logran consumir lo equivalente al 1% de su PV, cuando este objetivo se cumplía se cerraba; dicha actividad demoraba en promedio 4 horas por lo cual el resto de las horas de luz los animales se dedicaban a pastorear, redundando en un mayor tiempo de dicho tratamiento dedicado a la actividad de pastoreo. Las terneras del tratamiento AC poseían el autoconsumo abierto

siempre, ya que su forma de regulación era por medio de la inclusión de NaCl, lo cual disminuye su tiempo de pastoreo efectivo sustituyéndolo por consumo de suplemento (razón por la cual se obtuvo tasa de sustitución en este tratamiento).

No se registraron diferencias significativas en las GMD de los tratamientos suplementados, se deduce que un menor CMST de AC fue compensado por menores costos de mantenimiento asociados a una menor actividad de pastoreo, a su vez las terneras del tratamiento ACM lograron CMST mayores significativamente (explicado por un mayor consumo de DDGS) aumentando sus costos de mantenimiento por un exceso de consumo de proteína.

Este suceso analizado conjuntamente con el esquema de partición de energía que presenta Pigurina y Methol (2004) se deduce que en este caso AC logró una partición diferente de energía neta destinando esa reducción de la actividad de mantenimiento hacia energía retenida como producto (ya que la energía neta destinada a la termorregulación y metabolismo basal se consideran similares por encontrarse en igual ambiente y estado fisiológico). Así redundando en similares GMD entre los diferentes métodos de regulación del consumo.

Por otro lado ACM también realizó una partición de energía neta diferente, la cual podría haber estado afectada por un incremento en energía metabolizable y proteína cruda ingerida total (ver Cuadro 6) derivado de diferencias en el consumo de suplemento. En este caso un mayor aporte de energía y proteína en el rumen estimuló a una mayor síntesis de proteína microbiana, conjuntamente con un consumo mayor de PNDR y PC aportada por parte del suplemento el animal tuvo excesos de nitrógeno que debió ser excretado por el ciclo de la urea.

Un exceso a nivel ruminal de síntesis microbiana puede derivar en un gasto energético para eliminar el exceso de amoníaco, así aumentando los requerimientos energéticos de mantenimiento como mencionan Huntington y Archibeque (2000). Un rumiante alimentado con exceso de proteínas como en este caso perderá gran parte del nitrógeno en forma de urea por la orina, correspondiente al ciclo de la urea (Van Lier y Regueiro, 2008). Similar situación registran Bergós y Errandonea<sup>1</sup>, destacando que un aporte adicional realizado por el DDGS y el lupino en los tratamientos limitó la GMD por exceso de PM.

Las dietas totales de los tratamientos difirieron estadísticamente, AC presentó una menor concentración de nutrientes en la dieta. Esto coincide con lo mencionado por Rovira y Velazco (2012) que registraron en el experimento realizado que el valor nutritivo de las raciones mezcladas con NaCl para regular el consumo, presentaron un menor valor de digestibilidad de la materia orgánica reduciendo el contenido energético total.

En cuanto al CMSF, cuando se observa el análisis estadístico Tukey ( $P < 0.05$ ) del efecto interacción tratamiento\*semana sobre el mismo, la semana número 9 presenta diferencias estadísticas en comparación con las demás (ver Anexo 6). El tratamiento ACM presentó el mayor consumo sin diferenciarse de AC, pero sí diferenciándose con las terneras sin suplementación, teniendo estas el menor consumo (0,43 kg/animal/día vs. 2,15 kg/animal/día). En la semana 9 se comenzó el pastoreo de las parcelas nuevamente, ya que el área de pastoreo ya se había utilizado en su totalidad. A su vez, también se varió el orden de los tratamientos que se venía utilizando en el armado de las parcelas (T-AC-ACM) por razones de logística (cercanía a la aguada), se optó por el orden AC-ACM-T. Cabe destacar que esta decisión errónea se reflejó en los datos, ya que se observaron diferencias estadísticas en el CMSF y la disponibilidad de ingreso de las parcelas en dicha semana, lo cual no deberían haberse visto diferencias si se hubiese continuado en el mismo orden.

Para el CMSS se debe mencionar que Simeone y Beretta (2013), destacan que cuanto menor es el nivel de consumo deseado mayor debería ser la proporción de sal en la mezcla. Se utilizaron las recomendaciones de Rovira y Velazco (2012), Simeone y Beretta (2013), para regular el consumo del tratamiento bajo autoconsumos con sal durante el transcurso del período experimental, hasta la semana número 6 se utilizó un nivel de 17%, pasando luego a 14,5% debido a que no se alcanzó el objetivo propuesto (ver Anexo 8).

El método de regulación del consumo no influyó en el CMSS ya que llegando a una regulación del 1% del PV mediante la inclusión de sal se logra el mismo objetivo que por medio de la regulación mecánica. Aunque no se presentaron diferencias estadísticas, hubo una tendencia más estable en el tiempo del CMSS en el tratamiento de ACM (ver Anexo 9).

En función de los datos de CMSS y GMD de los tratamientos se logra calcular la EC del suplemento. No se presentaron diferencias estadísticas entre las formas de regulación del consumo, los CMSS y GMD no difirieron estadísticamente, el consumo de energía y el destino de la misma para la ganancia se encuentra explicada por los diferentes costos de mantenimiento mencionados anteriormente.

La EC registrada para ACM en el presente trabajo fue similar en comparación con otros estudios nacionales por la utilización de un concentrado energético-proteico.

Era de esperarse encontrar valores de tasa de sustitución por estar sobre pasturas con alta calidad como mencionan Simeone y Beretta (2005), pero se observó que la restricción de la oferta de forraje y la limitación del consumo fueron aspectos positivos para reducir la misma. Para ambos tratamientos se observó un efecto de adición mencionado en el ítem 5.4.

En síntesis la magnitud de la respuesta a la suplementación fue positiva en comparación con las terneras no suplementadas en invierno, como era de esperarse. El aporte de nutrientes por parte del suplemento, en este caso la utilización de DDGS de sorgo resultó en resultados en performance animal positivos y superiores en comparación con las terneras sin suplementar. Las ganancias diarias de todos los tratamientos se encontraron dentro de lo esperado, las terneras sobre pasturas sembradas sin suplemento no perdieron peso y la suplementación logro aumentar las GMD con EC cercanas al promedio de registros nacionales.

## 6. CONCLUSIONES

Se acepta la primera hipótesis planteada que menciona lo siguiente, “en terneras pastoreando una pastura de alfalfa y festuca con oferta de forraje restringida, la suplementación invernal con un alimento energético-proteico como los granos de destilería secos, ofrecido en régimen de autoconsumo incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementación”. La suplementación con DDGS ofrecido en autoconsumo a terneras Hereford de destete precoz pastoreando pradera de festuca y alfalfa en oferta restringida mejora en 50 % la GP independientemente del método de regulación del consumo de suplemento utilizado.

Se rechaza la primera parte de la segunda hipótesis que menciona que “la forma de regulación del consumo en el comedero (NaCl vs. mecánica) podría afectar la magnitud de la respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento”. Ya que no se presentaron diferencias estadísticas entre lo mencionado anteriormente.

Asimismo, se acepta la segunda parte de la segunda hipótesis que menciona que la forma de regulación del consumo afecta el consumo de materia seca total y el comportamiento animal. Como se observó el CMST estuvo afectado por el tratamiento y asociado al cambio en la modalidad de regulación del consumo el animal adapta su patrón de pastoreo, así como el tiempo total y patrón de consumo de suplemento. En función de ello, los cambios en el tipo de suplemento podrían modificar la respuesta. Más investigación sería necesaria al respecto.

Por medio del presente trabajo se observó que la regulación por medio de la inclusión de NaCl es muy variante, ya que dentro de los 3 meses invernales no se llegó a consumir el 1% del PV. Si se observan los datos obtenidos por medio del autoconsumo con regulación mecánica del consumo, las terneras lograron mantener un consumo estable del 1% del PV, lo cual es una gran ventaja operativa (se evita el mezclado de la sal con el concentrado) y productiva. En conclusión el autoconsumo con regulación mecánica del consumo tendría un impacto positivo en el sistema.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado entre el 20 de junio y el 5 de setiembre del año 2019, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación en la recría de terneras sobre pasturas sembradas con grano de destilería de sorgo (DDGS) y su forma de regulación de consumo en autoconsumos, sobre la ganancia de peso vivo (PV) y eficiencia de conversión con una asignación de forraje del 2,5% del PV. Se utilizaron 54 terneras Hereford provenientes del rodeo de la EEMAC, de destete precoz, manejadas sobre pradera hasta el inicio del experimento. Las cuales fueron distribuidas al azar en 3 tratamientos definidos por el método de regulación del consumo en autoconsumo (testigo sin suplementar; suplementación en autoconsumo con regulación mecánica; suplementación en autoconsumo con NaCl); con 3 repeticiones cada tratamiento. El objetivo de consumo de las terneras suplementadas fue del 1% del PV, en el tratamiento de autoconsumo con regulación mecánica fue regulado manualmente a diferencia del autoconsumo con NaCl el cual fue regulado mezclando homogéneamente el concentrado con 17% hasta la semana 6 y posteriormente disminuyendo a 14,5%; el objetivo solo se cumplió en el tratamiento de autoconsumo automático (CMSS 1% del PV) y en el tratamiento de autoconsumo regulado con sal no se logró llegar al mismo (CMSS 0,60% del PV, solo DDGS). La performance animal, medida como ganancia media de peso vivo fue afectada por el tratamiento ( $P < .0001$ ), pero no presentó diferencias estadísticas entre métodos de regulación del consumo; concluyendo así que los animales suplementados registran mayores ganancias de peso vivo en el período invernal independientemente del método de regulación. El CMST presentó diferencias significativas según tratamiento por semana ( $P < .0001$ ), los animales de ACM consumieron mayor cantidad de MS que los de AC. En cuanto a la eficiencia de conversión del suplemento no presentó diferencias significativas ( $P=0,4780$ ), rechazando una de las hipótesis planteadas; igualmente se plantea que las diferencias no significativas pueden afectar el resultado económico del sistema de producción. En relación al comportamiento, la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue mayor en el tratamiento sin suplementar que en los suplementados ( $P < .0001$ ); a medida que avanzaban los días dentro de la parcela la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue mayor ( $P < .0001$ ). La probabilidad de encontrar un animal descansando fue disminuyendo a medida que avanzaban los días de la semana ( $P < .0001$ ), a su vez fue mayor la probabilidad en el tratamiento sin suplementar que los restantes tratamientos. Se observó una mayor probabilidad de encontrar terneras rumiando en el tratamiento sin suplementación ( $P < .0001$ ). La probabilidad de actividad de consumo de suplemento estuvo afectada por la interacción tratamiento por día de la semana, medida que los días dentro de la semana avanzan hay menor probabilidad de encontrar una ternera consumiendo suplemento dentro del tratamiento ACM; para las terneras dentro del tratamiento AC la probabilidad de encontrar una ternera consumiendo suplemento en los autoconsumos va aumentando a medida que transcurre la semana. En cuanto al patrón diario de comportamiento, se observó una leve tendencia a disminuir el

tiempo de pastoreo hacia el mediodía, encontrándose el pico teórico al amanecer. El tiempo dedicado a consumir suplemento tuvo un pico al amanecer para luego ir levemente disminuyendo en el tratamiento AC, para el tratamiento ACM solo se concentró desde las 7-13 pm ya que en ese lapsus de tiempo consumían el 1% del PV y el autoconsumo se cerraba. En cuanto al patrón diario de defoliación a medida que avanzaban los días la altura de forraje iba disminuyendo y el CMSS aumentando.

Palabras clave: Recría de terneras; Pasturas sembradas; Método de regulación del consumo; Autoconsumo; Suplementación.

## 8. SUMMARY

The present work was carried out between June 20<sup>th</sup>. and September 5<sup>th</sup>., 2019, at Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC), located in Paysandú department in Uruguay. The objective was to evaluate the effect of supplementation in calf rearing in sown pastures with Dry Distillers Grains plus Solubles of sorghum (DDGS) and its way of regulating consumption with self-feeders, on live weight gain (LW) and conversion efficiency with a forage allocation of 2.5% of the LW. Fifty-four Hereford calves from the EEMAC herd, early weaning, managed on pasture until the beginning of the experiment were used. They were randomly distributed in three treatments, defined by the method of regulation of consumption in self-feeders (control without supplementation (T); supplementation in automatic self-feeders (ACM); supplementation in self-feeders with NaCl (AC)); with three repetitions each treatment. The consumption objective of the supplemented calves was 1% of the LW, in the automatic self-feeders treatment it was regulated manually, unlike the self-feeder with NaCl which was regulated by homogeneously mixing the concentrate with 17% of salt until week 6 and subsequently decreasing to 14,5%. The objective was only met in the automatic self-feeder treatment (CDMS 1% of the LW). In the salt-regulated self-feeder treatment it was not achieved (CDMS 0.60% of the LW, only DDGS). Animal performance, measured as mean live weight gain, was affected by the treatment ( $P < .0001$ ), but did not present statistical differences between the method of regulation of consumption; concluding that the supplemented animals register greater gains in live weight in the winter period regardless of the regulation method. The total dry matter intake showed significant differences according to treatment per week ( $P < .0001$ ), the ACM animals consumed a greater amount of DM than those in AC. Regarding the conversion efficiency of the supplement, there were no significant differences ( $P = 0.4780$ ), rejecting one of the hypotheses raised. It also arises that non-significant differences can affect the economic result of the production system. Regarding behavior, the probability of finding an animal grazing was higher in the non-supplemented treatment than in the supplemented ones ( $P < .0001$ ); as the days within the plot progressed, the probability of finding an animal grazing was higher ( $P < .0001$ ). The probability of finding an animal resting decreased as the days of the week progressed ( $P < .0001$ ), in turn the probability was higher in the treatment without supplementation than in the remaining treatments. A higher probability of finding calves ruminating in the treatment without supplementation was observed ( $P < .0001$ ). The probability of supplement consumption activity was affected by the interaction treatment x day of the week, as the days within the week advance, there is less probability of finding a calf consuming supplement within the ACM treatment; for calves within the AC treatment, the probability of finding a calf consuming supplement in self-feeders increases as the week passes. Regarding the daily behavior pattern, a slight tendency to decrease grazing time towards noon was observed, with the theoretical peak being at dawn. The time spent consuming the supplement peaked at dawn and then decreased slightly in the AC treatment, for the ACM treatment it was only concentrated from 7-13pm because in

that time lapse they consumed 1% of the LW and then the self-consumption was closed. As for the daily pattern of defoliation, as the days progressed, the forage height decreased and the CDMS increased.

Keywords: Calf rearing; Sown pastures; Consumption regulation method; Self-feeder; Supplementation.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Advantage Feeders, AU. 2018. Trial results. (en línea). Sydney, New South Wales, Australia. s.p. Consultado 3 jun. 2020 Disponible en <https://advantagefeeders.com.au/wp-content/uploads/2018/09/>
2. AFRC (Agricultural Food and Research Council, UK). 1993. Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual. Wallingford, UK, CABI. 159 p.
3. Algorta, M. B.; Iruleguy, G.; López, I. 2015. Evaluación del uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de terneros en condiciones de oferta contrastante. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 143 p.
4. AOAC International (Association of Official Agricultural Chemists, US). 2012. Official methods of analysis. 19<sup>th</sup>. ed. Gaithersburg. pp. 40-88.
5. Arias, R. A.; Mader, T. L.; Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea). Archivos de Medicina Veterinaria. 40(1):7-22. Consultado 2 mar. 2020. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci\\_arttext](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci_arttext)
6. Arroquy, J.; Berruhet, F.; Brunetti, M.; Martínez Ferrer, J.; Pasinato, A. 2014. Uso de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne. In: Jornada Nacional de Forrajes Conservados (1<sup>a</sup>., 2014, Manfredi). Recopilación de presentaciones técnicas. Córdoba, INTA. pp. 1-59.
7. Baldi, F.; Mieres, J.; Banchemo, G. 2008. Suplementación en invernada intensiva: la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. In: Jornada de Producción Animal (2008, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 39-52 (Actividades de Difusión no. 532).
8. Bartaburu, D. s.f. Aspectos sobre la suplementación con concentrados en vacas lecheras. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 96:s.p. Consultado 14 may. 2020. Disponible en [http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96\\_28.htm](http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96_28.htm)

9. Beretta, V.; Simeone, A.; 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.
10. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Elizalde, J. C. 2010. Suplementación de animales de recría utilizando comederos de autoconsumo en sistemas pastoriles. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (12<sup>a</sup>, 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.*
11. \_\_\_\_\_.; Simeone, A. 2013. Consumo en el autoconsumo. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15<sup>a</sup>, 2013, Paysandú, Uruguay). Simplificando la intensificación ganadera: el autoconsumo. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 48-51.*
12. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Castro, G.; Ferrés, M.; Legorburu, G.; Victorica, M. 2019. DDGS, campo natural y comederos de autoconsumo: una alianza estratégica para mejorar la recría en ganado de carne. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (21<sup>a</sup>, 2019, Paysandú, UY). Un medio campo para ganar el partido de la rentabilidad. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 32-43.*
13. Bodine, T.; Purvis, H. 2003. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. *Journal of Animal Science*. 81:304- 317.
14. Bowen, M. K.; Pepper, P. M.; Winkleman, J. L.; McPhie, R. C.; Winter, M. R. 2008. Using automated supplementation systems to meet growth targets for grazing sheep. (en línea). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 48:1201-1209. Consultado 30 jun. 2020. Disponible en doi: 10.1071/EA07412
15. \_\_\_\_\_.; Pepper P. M.; McPhie, R. C.; Winter M. R. 2009. Evaluation of a remote drafting system for regulating sheep access to supplement. (en línea). *Animal Production Science* 49:248-254. Consultado 30 jun. 2020. Disponible en Doi: 10.1071/EA08161
16. Campos, F.; Terra, G.; Santamarina, I.; Pigurina, G. 2002. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. *In: Jornada Anual de Producción Animal (2002, Treinta y Tres). Resultados*

experimentales. Montevideo, INIA. pp. 42-56 (Actividades de Difusión no. 294).

17. Cangiano, C. A. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
18. Caton, J. S.; Dhuyvetter, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75:533-542.
19. 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p. Consultado 2 may. 2020. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2005/3334cep.pdf>
20. Chacón, E. A. 2012. Consumo, selección de dieta y componentes del consumo del rumiante a pastoreo. *Mundo Pecuario*. 8(2):107-120.
21. Chilbroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (1°. 2002, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Centro Médico de Paysandú. pp. 90–96.
22. Cibils, R.; Vaz Martins, D.; Risso, D. 1997. Qué es suplementar? In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Serie Técnica no. 83).
23. Coates, D. B.; Penning, P. 2000. Measuring animal performance. In: t'Mannetje, L.; Jones, R. M. eds. Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford, UK, CABI. pp. 353 - 402.
24. De León, M.; Peuser, R.; Bulashevich, M.; Boetto, C. 2004. Suplementación de pasturas de baja calidad. (en línea). INTA Manfredi. Boletín Técnico no. 2. p. irr. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/66-sup\\_pasturas\\_baja\\_calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/66-sup_pasturas_baja_calidad.pdf)
25. DiLorenzo, N.; Silva, G. 2020. NFREC Research Evaluating the Latest Technology for Precision Supplemental Feeding of Beef Cattle. (en línea). Gainesville, University of Florida. IFAS Extension. s.p. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en <https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/phag/2020/01/24/nfrec-research-evaluating->

the-latest-technology-for-precision-supplemental-feeding-of-beef-cattle/

26. Di Marco, O. N. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Buenos Aires, Asociación Argentina de Producción Animal. 129 p.
27. DLG Committee for Technology in Animal Production; Oberschätzl, R., Haidn, B. 2014. Automatic Feeding Systems for Cattle. (en línea). Frankfurt, DLG e.v. 19 p. Consultado 20 jun. 2020. Disponible en [https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt\\_398\\_e.pdf](https://www.dlg.org/fileadmin/downloads/landwirtschaft/themen/publikationen/merkblaetter/dlg-merkblatt_398_e.pdf)
28. Esteves, M. A.; Laxalde, S.; Nario, M. 2013. Utilización de nitrógeno no proteico en programas de suplementación invernal basados en autoconsumos para terneros pastoreando campo nativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 120 p.
29. Ferrari, O. 2011. Recría: una actividad que recobra importancia. (en línea). s.l., Difusión Ganadera. 4 p. Consultado 19 feb. 2020. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/55-Recria.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/55-Recria.pdf)
30. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 16(2):119-142. Consultado 25 feb. 2020. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/15ingestivo\\_y\\_consumo\\_bovinos.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf)
31. García, J. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
32. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture. 15(76):663-670.
33. 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
34. Hodgson, J. 1982a. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J. B. ed. Nutritional

limits to animal production from pastures. Slough, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux. pp. 153-166.

35. \_\_\_\_\_. 1982b. Ingestive behaviour. In: Leaver, J. D. ed. Herbage intake handbook. Hurley, The British Grassland Society. pp. 113-137.
36. \_\_\_\_\_. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. (en línea). Proceedings of the Nutrition Society. 44 (2):339-346. Consultado 25 mar. 2020. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
37. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management: science into practice. New York, Longman. 203 p.
38. Huntington, G. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. Journal of Animal Science. 75:852-867.
39. Lange, A. 1980. Suplementación de pasturas para producción de carnes. 2ª. ed. Buenos Aires, Comisión Técnica InterCrea de Producción de Carne. 74 p.
40. Luzardo, S.; Lagomarsino, X. 2012. Uso de la suplementación en recrias sobre campo natural. Revista INIA. no. 28:8-12.
41. \_\_\_\_\_.; Cuadro, R.; Lagomarsino, X.; Montossi, F.; Brito, G.; La Manna, A. 2014. Tecnología para la intensificación de la recria bovina en el basalto: suplementación infrecuente sobre campo natural y pasturas mejoradas. In: Berretta, E. J.; Montossi, F.; Brito, G. eds. Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto. Montevideo, INIA. pp. 93 - 125 (Serie Técnica no. 217).
42. Maresca, S. 2017. Limitadores del consumo de suplementos. Buenos Aires, Argentina, INTA. pp. 1-5.
43. Maynard, L. A. 1989. Nutrición animal. 7ª. ed. México, Mc Graw Hill. 640 p.
44. Menke, K. H.; Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. Animal Research and Development. 28:7-55.
45. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). s.f. Estación meteorológica Paysandú. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 abr. 2020. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticasclimatologicas/tablas->

estadísticas

46. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2019. Anuario estadístico agropecuario 2019. Montevideo. 270 p.
47. \_\_\_\_\_. DIRENARE (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Recursos Naturales Renovables, UY). 2001. Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay. Montevideo. Esc. 1:1.000.000. 1 disco compacto.
48. Mieres, J. M. 1997. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp.11-16 (Serie Técnica no. 83).
49. Moore, J. 1994. Forage quality, evaluation and utilization, forage quality indices: development and application. Gainesville, American Society of Agronomy. 998 p.
50. Montes, E.; Morales, H. eds. 2015. Recría de hembras: el principio del éxito. (en línea). Montevideo, Instituto del Plan Agropecuario. 98 p. Consultado 25 may. 2020. Disponible en [https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22230\\_22230\\_recria.pdf](https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22230_22230_recria.pdf)
51. Penning, P. D.; Parsons, A. J.; Orr, R. J.; Hooper, G. E. 1994. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under rotational grazing. *Grass and Forage Science*. 49:476-486.
52. Pigurina, G.; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D. F.; Berretta, E. J. In: 1997. Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. In: Jornada “La Carolina” (1997, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 41-46 (Actividades de Difusión no. 129).
53. \_\_\_\_\_.; Soares de lima, J. M.; Berretta, E. J.; Montossi, F.; Pittaluga, O.; Ferreira, G.; Silva, J. A 1998. Características del engorde a campo natural. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 137-144 (Serie Técnica no. 102).
54. \_\_\_\_\_.; Methol, M. 2004. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. In: Mieres, J. M. ed. Guía para alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Serie Técnica no. 142).

55. 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).
56. Pordomingo, A. J. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Anguil, La Pampa, INTA. 4 p. Consultado 5 feb. 2019. 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)
57. Quintans, G.; Vaz Martins, D.; Carriquiry, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Vaz Martins, D.; Quintans, G.; Bonilla, O.; Saravia, H. eds. Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 35-53 (Actividades de Difusión no. 49).
58. Rich, T. D.; Armbruster, S.; Gill, D. R. 1976. Limiting feed intake with salt. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service Science Serving Agricultura. no. 3008. s.p.
59. Rohweder, D. A.; Barnes, R. F.; Jorgensen, N. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. Journal of Animal Science. 47(3):747- 759.
60. Rovira, P. J.; Velazco, J. I. 2012. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en terneros suplementados sobre campo natural. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. I. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo: autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 23-31(Serie Técnica no. 199).
61. \_\_\_\_\_. 2014a. Efecto del tipo de ración en el consumo, desempeño productivo y conducta de terneros suplementados en autoconsumo. In: Seminario de Actualización Técnica (2014, Treinta y Tres). Estrategias de intensificación ganadera. Montevideo, INIA. pp. 17-23 (Actividades de Difusión no. 734).
62. \_\_\_\_\_. 2014b. Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista INIA. no. 36:7-11. Consultado 15 may. 2020. 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)

63. Ruggia, A.; Clara, P.; del Pino, M. L.; Ciappesoni, G. 2014. Efecto de la suplementación infrecuente en terneros Holando pastoreando avena. In: Congreso de la Asociación Uruguaya de Producción Animal (5°, 2014, Las Brujas, Canelones, Uruguay). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1-2.
64. Santini, F. J.; Rearte, D. H. 1997. Estrategia de alimentación en invernada. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 37-46 (Serie Técnica no. 83).
65. Simeone, A.; Beretta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 118 p.
66. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; 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. s.p. (Recent Advances in Animal Nutrition in Australia v.14).  
en
67. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado?. (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 10-17. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en [http://www.upic.com.uy/Jornada\\_Anual\\_de\\_la\\_UPIC\\_2004.pdf](http://www.upic.com.uy/Jornada_Anual_de_la_UPIC_2004.pdf)
68. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10<sup>a</sup>., 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 9-23.
69. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; 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. pp. 794-797 (Short communication no. 85). Consultado 4 jun. 2020. Disponible en <http://www.asap.asn.au/livestocklibrary/2006/SC85-simeone.pdf>

70. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 35-37.
71. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2013. Autoconsumo con concentrados en la suplementación en pastoreo. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15ª., 2013, Paysandú, Uruguay). Simplificando la intensificación ganadera: el autoconsumo. Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 16 - 51.
72. Stein, H. H.; Shurson, G. C. 2009. Board-invited review: the use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *Journal of Animal Science*. 87:1292- 1303.
73. Stritzler, N. P. 2004. Suplementación de rodeos de cría e invernada en pastoreo en la región del Caldenal. (en línea). San Luis, INTA. 24 p. Consultado 3 mar. 2020. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/21suplementacion\\_region\\_caldenal.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/21suplementacion_region_caldenal.pdf)
74. Stuth, J. W. 1991. Foraging behaviour: grazing management an ecological perspective. In: Heitschmidt, R. K.; Stuth, J. W. eds. *Grazing Management: an ecological perspective*. Portland, Oregon, Timber. v.3, pp. 65-83.
75. Trujillo, A. I.; Uriarte, G. 2003. Valor nutritivo de las pasturas. (en línea). In: Curso de Nutrición Animal (2003, Montevideo). Teóricos. Montevideo, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp 5-7. Consultado 10 may. 2020. Disponible en [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo\\_Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf)
76. Ustarroz, E.; De León, M. 2006. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). INTA Manfredi. Informe Técnico no. 7. 31 p. Consultado 4 may. 2020. Disponible en [http://produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/77-pasturas\\_y\\_suplementacion\\_en\\_invernada.pdf](http://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf)
77. Vallentine, J. F. 2001. *Grazing management*. London, UK, Academic Press. 657 p.

78. Van Lier, E.; Regueiro, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 28 p.
79. Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74:3583-3597.
80. Walker, J. W.; Heitschmidt, R. K. 1989. Some effects of a rotational grazing treatment on cattle grazing behavior. *Journal of Range Management*. 42(4):337-342.
81. Xiong, B.; Jiang, L.; Yang, L.; Wang, K.; Pan, X. 2017. Design and test of electromechanical control system of automatic feeder for dairy cow. (en línea). *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 33(7):157-163. Consultado 10 set. 2020. Disponible en <https://www.ingentaconnect.com/search;jsessionid=11048fx9z2b2c.x-ic-live-01?option2=author&value2=Xiong,+Benhai>
82. Zanoniani, R. A.; Ducamp, F.; Bruni, M. A. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Cartilla no. 17. 7 p.

## 10. ANEXOS

### Anexo 1. Labores previas a la siembra de la pastura

Fecha	Labor	Producto	Cantidad	Unidad
22/05/2018	Pulverización	Glifo + amina (ridown plus)	3.5	kg/ha
4/08/2018	Fertilización	18-46-0	140	kg/ha
7/08/2018	Siembra	festuca flecha alfalfa nobel 620	15 15	kg/ha
7/08/2018	Pulverización	Glifo (ridioff) flumetsulam (fencer) superoil	3 0.4 0.3	l/ha
15/10/2018	Pulverización	2,4 DB (venceweed) flumetsulam (fencer)	1 0.35	l/ha
5/10/2018	Fertilización	Urea azufrada	50	kg/ha
5/04/2019	Fertilización	7-40-0	70	kg/ha
15/5/2019	Pulverización	2,4 DB flumetsulam	0.8 55	l/ha g/ha

### Anexo 2. Calibración de los autoconsumos, con sal y sin sal

#### Autoconsumo No. 1 (repetición 1 del tratamiento ACM)

Medida	Descarga autoconsumo (kg)	Altura vidrio (cm)	Kg acumulados
No. 1	12,815	95,0	-12,82
No. 2	12,375	91,5	-25,19
No. 3	11,725	89,5	-36,92
No. 4	12,280	83,5	-49,20
No. 5	12,355	79,0	-61,55
No. 6	13,550	75,0	-75,10

No. 7	13,370	68,3	-88,47
No. 8	12,950	61,0	-101,42
No. 9	13,140	56,0	-114,56
No. 10	12,750	48,5	-127,31
No. 11	13,230	42,0	-140,54
No. 12	13,050	35,0	-153,59
No. 13	12,750	25,0	-166,34
No. 14	13,100	20,0	-179,44
No. 15	12,990	13,0	-192,43
No. 16	11,810	10,0	-204,24
No. 17	13,150	5,0	-217,39
No. 18	18,200	0,0	-235,59
<b>Total</b>	<b>235,590</b>		

Autoconsumo No. 2 (repetición 2 del tratamiento ACM)

<b>Medida</b>	<b>Descarga autoconsumo (kg)</b>	<b>Altura vidrio (cm)</b>	<b>Kg acumulados</b>
No. 1	12,900	97,0	-12,90
No. 2	11,820	93,0	-24,72
No. 3	13,750	85,5	-38,47
No. 4	14,880	81,0	-53,35
No. 5	13,040	76,5	-66,39
No. 6	12,960	70,5	-79,35
No. 7	12,520	64,0	-91,87
No. 8	12,750	58,0	-104,62
No. 9	12,540	52,5	-117,16
No. 10	13,140	44,0	-130,30
No. 11	13,310	37,0	-143,61
No. 12	12,570	29,0	-156,18
No. 13	12,800	21,5	-168,98
No. 14	12,870	15,5	-181,85
No. 15	13,230	11,0	-195,08
No. 16	12,510	7,0	-207,59
No. 17	12,490	3,0	-220,08

No. 18	16,210	0,0	-236,29
<b>Total</b>	<b>236,290</b>		

---

Autoconsumo No. 3 (repetición 3 del tratamiento ACM)

Medida	Descarga autoconsumo (kg)	Altura vidrio (cm)	Altura bandeja (cm)	Kg acumulados
No. 1	12,600	98,5	16	-12,60
No. 2	12,570	92,6	16	-25,17
No. 3	13,500	86,5	16	-38,67
No. 4	13,060	82,0	16	-51,73
No. 5	13,030	76,0	16	-64,76
No. 6	13,350	72,5	16	-78,11
No. 7	12,380	65,0	16	-90,49
No. 8	12,250	60,5	16	-102,74
No. 9	12,670	56,5	16	-115,41
No. 10	12,460	51,5	16	-127,87
No. 11	13,250	46,5	16	-141,12
No. 12	12,630	40,5	16	-153,75
No. 13	13,190	34,5	16	-166,94
No. 14	12,000	26,5	16	-178,94
No. 15	12,360	22,0	16	-191,30
No. 16	12,130	16,0	16	-203,43
No. 17	12,830	11,0	15	-216,26
No. 18	12,810	6,0	12	-229,07
No. 19	45,040	0,0	10	-274,11
<b>Total</b>	<b>274,110</b>			

---

Autoconsumo No. 4 (repetición 4 del tratamiento ACA)

Medida	Descarga autoconsumo (kg)	Altura vidrio (cm)	Altura bandeja (cm)	Kg acumulados
No. 1	20	5,00	5	20
No. 2	20	10,00	12	40
No. 3	20	18,00	15,5	60
No. 4	20	27,00	15,5	80

No. 5	20	38,00	15,5	100
No. 6	20	49,00	15,5	130
No. 7	20	56,00	15,5	140
No. 8	20	64,00	15,5	160
No. 9	20	69,00	15,5	180
No. 10	20	77,00	15,5	200
No. 11	20	85,00	15,5	220
No. 12	20	92,00	15,5	240
No. 13	15	100,00	15,5	255
<b>Total</b>	<b>255</b>			

Autoconsumo No. 5 (repetición 5 del tratamiento ACA)

Medida	Descarga autoconsumo (kg)	Altura vidrio (cm)	Altura bandeja (cm)	Kg acumulados
No. 1	20,00	5,00	5,0	20,00
No. 2	20,00	9,00	9,0	40,00
No. 3	20,00	17,00	15,5	60,00
No. 4	20,00	25,00	15,5	80,00
No. 5	20,00	32,00	15,5	100,00
No. 6	20,00	49,00	15,5	120,00
No. 7	20,00	57,00	15,5	140,00
No. 8	20,00	66,00	15,5	160,00
No. 9	20,00	78,00	15,5	180,00
No. 10	20,00	83,00	15,5	200,00
No. 11	20,00	90,00	15,5	220,00
No. 12	20,00	97,00	15,5	240,00
No. 13	20,00	100	15,5	260,00
<b>Total</b>	<b>260,00</b>			

Autoconsumo No. 6 (repetición 6 del tratamiento ACA)

Medida	Descarga autoconsumo (kg)	Altura vidrio (cm)	Altura bandeja (cm)	Kg acumulados
No. 1	20	6,00	5	20
No. 2	20	11,00	12	40
No. 3	20	19,00	15,5	60

No. 4	20	26,00	15,5	80
No. 5	20	35,00	15,5	100
No. 6	20	43,00	15,5	130
No. 7	20	51,00	15,5	140
No. 8	20	60,00	15,5	160
No. 9	20	68,00	15,5	180
No. 10	20	75,00	15,5	200
No. 11	20	81,00	15,5	220
No. 12	20	92,00	15,5	240
No. 13	15	100,00	15,5	255
<b>Total</b>	<b>255</b>			

Anexo 3. Corrida SAS: biomasa de entrada MS de forraje verde disponible promedio por semana y por tratamiento

Tratamiento	Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
AC	1	1627.13	224.88	1178.84	2075.42	A
ACM	1	1462.01	224.88	1013.72	1910.3	A
T	1	1336.17	224.88	887.88	1784.46	A
ACM	2	2325.3	224.88	1877.01	2773.59	A
T	2	2197.5	224.88	1749.21	2645.79	A
AC	2	2132.1	224.88	1683.81	2580.39	A
T	3	2790.05	224.88	2341.76	3238.34	A
ACM	3	2609.16	224.88	2160.87	3057.45	A
AC	3	2306.81	224.88	1858.52	2755.1	A
T	4	1753.58	224.88	1305.29	2201.87	A
AC	4	1719.46	224.88	1271.17	2167.75	A
ACM	4	1681.38	224.88	1233.09	2129.67	A
AC	5	2242.8	224.88	1794.51	2691.09	A
T	5	2206.2	224.88	1757.91	2654.49	A
ACM	5	1935.3	224.88	1487.01	2383.59	A
ACM	6	2905.03	224.88	2456.74	3353.32	A
AC	6	2241.17	224.88	1792.88	2689.46	A

T	6	2043.21	224.88	1594.92	2491.5	A
ACM	7	3622.65	224.88	3174.36	4070.94	A
AC	7	3061.01	224.88	2612.72	3509.3	A
T	7	2928.67	224.88	2480.38	3376.96	A
T	8	1814.01	224.88	1365.72	2262.3	A
ACM	8	1710.53	224.88	1262.24	2158.82	A
AC	8	1566.89	224.88	1118.6	2015.18	A
ACM	9	2661.97	224.88	2213.68	3110.26	A
AC	9	2079.58	224.88	1631.29	2527.87	AB
T	9	1192.8	224.88	744.51	1641.09	B
AC	10	2598.25	224.88	2149.96	3046.54	A
ACM	10	2102.03	224.88	1653.74	2550.32	A
T	10	1801.44	224.88	1353.15	2249.73	A
ACM	11	2842.56	224.88	2394.27	3290.85	A
T	11	2183.66	224.88	1735.37	2631.95	A
AC	11	2110.26	224.88	1661.97	2558.55	A
ACM	12	2558.04	224.88	2109.75	3006.33	A
AC	12	2148.25	224.88	1699.96	2596.54	A
T	12	2079.42	224.88	1631.13	2527.71	A

Análisis estadístico con método Tukey ( $P < 0.05$ ) efecto tratamiento\*semana

Anexo 4. Corrida SAS: biomasa de entrada MS de forraje verde disponible promedio medido en kg MS/ha

Efecto	Num. DF	Den DF	F-valor	Pr > F
Trat.	2	72	7.05	0.0016
SEMANA	11	72	12.3	<.0001
Trat.*SEMANA	22	72	1.9	0.0221

Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
1	1475	129.83	1216.29	1733.92	D

2	2218	129.83	1959.48	2477.12	BC
3	2569	129.83	2309.86	2827.49	B
4	1718	129.83	1459.32	1976.96	CD
5	2128	129.83	1869.28	2386.92	BC
6	2396	129.83	2137.65	2655.29	B
7	3204	129.83	2945.29	3462.93	A
8	1697	129.83	2003.08	2520.72	BC
9	1978	129.83	1959.48	2477.12	BC
10	2167	129.83	1908.42	2426.06	BC
11	2379	129.83	2120.01	2637.65	B
12	2262	129.83	2003.08	2520.72	BC

Análisis estadístico con método Tukey (P<0.05), efecto semana

Anexo 5. Corrida SAS: altura de entrada de forraje disponible promedio (cm) por semana y por tratamiento

Efecto	Num. DF	Den DF	F-valor	Pr > F
Trat.	2	72	5.13	0.0082
SEMANA	11	72	16.72	<.0001
Trat.*SEMANA	20	72	2.24	0.0057

Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
1	15.44	0.86	13.73	17.16	CD
2	24.22	0.86	22.51	25.93	A
3	21.89	0.86	20.18	23.60	A
4	14.00	0.86	12.29	15.71	CD
5	20.44	0.86	18.73	22.16	AB
6	16.89	0.86	15.18	18.60	BC
7	16.89	0.86	15.18	18.60	BC
8	13.33	0.86	11.62	15.05	CD

9	16.56	0.86	14.84	18.27	BCD
10	15.44	0.86	13.73	17.16	CD
11	15.44	0.86	13.73	17.16	CD
12	12.78	0.86	11.07	14.49	D

Análisis estadístico con método Tukey ( $P < 0.05$ ) efecto semana

Anexo 6. Corrida SAS: altura de entrada de forraje disponible promedio (cm.) por semana y por tratamiento

Tratamiento	Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
AC	1	15.67	1.49	12.70	18.63	A
ACM	1	15.67	1.49	12.70	18.63	A
T	1	15.00	1.49	12.03	17.97	A
ACM	2	25.67	1.49	22.70	28.63	A
T	2	24.00	1.49	21.03	26.97	A
AC	2	23.00	1.49	20.03	25.97	A
T	3	24.00	1.49	21.03	26.97	A
ACM	3	21.67	1.49	18.70	24.63	A
AC	3	20.00	1.49	17.03	22.97	A
T	4	14.33	1.49	11.37	17.30	A
ACM	4	14.00	1.49	11.03	16.97	A
AC	4	13.67	1.49	10.70	16.63	A
AC	5	21.00	1.49	18.03	23.97	A
T	5	21.00	1.49	18.03	23.97	A
ACM	5	19.33	1.49	16.37	22.30	A
ACM	6	18.67	1.49	15.70	21.63	A
AC	6	16.33	1.49	13.37	19.30	A
T	6	15.67	1.49	12.70	18.63	A
ACM	7	18.67	1.49	15.70	21.63	A
AC	7	16.33	1.49	13.37	19.30	A
T	7	15.67	1.49	12.70	18.63	A

T	8	14.67	1.49	11.70	17.63	A
ACM	8	13.67	1.49	10.70	16.63	A
AC	8	11.67	1.49	8.70	14.63	A
ACM	9	21.33	1.49	18.37	24.30	A
AC	9	17.33	1.49	14.37	20.30	AB
T	9	11.00	1.49	8.03	13.97	B
ACM	10	19.67	1.49	16.70	22.63	A
AC	10	14.67	1.49	11.70	17.63	A
T	10	12.00	1.49	9.03	14.97	A
ACM	11	18.67	1.49	15.70	21.63	A
T	11	14.00	1.49	11.03	16.97	A
AC	11	13.67	1.49	10.70	16.63	A
ACM	12	14.00	1.49	11.03	16.97	A
AC	12	12.67	1.49	9.70	15.63	A
T	12	11.67	1.49	8.70	14.63	A

Análisis estadístico con método Tukey ( $P < 0.05$ ) efecto tratamiento\*semana

Anexo 7. Corrida SAS: variación del porcentaje de leguminosas por el efecto semana por medio del análisis estadístico Tukey-Kramer ( $P < 0.05$ )

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	6	1.54	0.2888
SEMANA	11	66	30.22	<.0001
Trat.*SEMANA	22	66	1.22	0.2598

Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
1	73	2.5008	68	78	A
2	28	2.5008	23	33	G
3	41	2.5008	36	46	EF

4	40	2.5008	35	45	EF
5	53	2.5008	48	58	D
6	55	2.5008	50	60	CD
7	57	2.5008	52	62	BCD
8	39	2.5008	34	44	FG
9	67	2.5008	62	72	AB
10	53	2.5008	48	58	D
11	53	2.5008	48	58	D
12	51	2.5008	46	56	DE

Anexo 8. Corrida SAS: variación del porcentaje de restos secos por el efecto semana por medio del análisis estadístico Tukey-Kramer ( $P < 0.05$ )

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	72	1.54	0.2224
SEMANA	11	72	34.81	<.0001
Trat.*SEMANA	22	72	1.07	0.3939

Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
1	6	0.2703	5	6	E
2	10	0.2703	9	11	A
3	8	0.2703	7	8	BC
4	9	0.2703	8	9	AB
5	10	0.2703	9	11	A
6	7	0.2703	6	7	CDE
7	8	0.2703	8	9	BC
8	7	0.2703	7	8	CD
9	6	0.2703	6	7	DE
10	6	0.2703	5	6	DE

11	6	0.2703	6	7	DE
12	6	0.2703	5	6	DE

Anexo 9. Corrida SAS: efecto de la semana sobre el porcentaje de utilización de la pastura

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	72	1.86	0.1624
SEMANA	11	72	21.93	<.0001
Trat.*SEMAN A	22	72	2.61	0.0012

Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
1	16	3.5703	9	23	G
2	48	3.5703	41	55	BCD
3	53	3.5703	46	60	BC
4	22	3.5703	14	29	FG
5	43	3.5703	36	50	CDE
6	63	3.5703	56	70	AB
7	71	3.5703	64	78	A
8	24	3.5703	17	31	FG
9	30	3.5703	23	37	EFG
10	42	3.5703	35	49	CDE
11	48	3.5703	41	55	BCD
12	34	3.5703	27	41	DEF

Analizado por el método Tukey(P<0.05)

Anexo 10. Corrida SAS: efecto del tratamiento\*semana sobre la biomasa de rechazo (kg MS/ha)

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	6	7.49	0.0234

SEMANA	11	66	13.66	<.0001
Trat.*SEMANA	22	66	1.93	0.0214

Tratamiento	Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
AC	1	1401.00	92.62	1215.64	1586.36	A
ACM	1	1359.00	92.62	1173.64	1544.36	A
T	1	1148.33	92.62	962.97	1333.69	A
AC	2	1510.33	92.62	1324.97	1695.69	A
ACM	2	1367.00	92.62	1181.64	1552.36	AB
T	2	940.33	92.62	754.97	1125.69	B
AC	3	1457.67	92.62	1272.31	1643.03	A
ACM	3	1332.67	92.62	1147.31	1518.03	A
T	3	988.33	92.62	802.97	1173.69	A
ACM	4	1614.67	92.62	1429.31	1800.03	A
AC	4	1432.00	92.62	1246.64	1617.36	A
T	4	1355.00	92.62	1169.64	1540.36	A
ACM	5	1386.00	92.62	1200.64	1571.36	A
T	5	1335.33	92.62	1149.97	1520.69	A
AC	5	1318.00	92.62	1132.64	1503.36	A
T	6	890.67	92.62	705.31	1076.03	A
ACM	6	884.00	92.62	698.64	1069.36	A
AC	6	884.00	92.62	698.64	1069.36	A
AC	7	1086.33	92.62	900.97	1271.69	A
ACM	7	998.33	92.62	812.97	1183.69	A
T	7	927.00	92.62	741.64	1112.36	A
AC	8	1468.67	92.62	1283.31	1654.03	A
T	8	1351.33	92.62	1165.97	1536.69	A
ACM	8	1269.00	92.62	1083.64	1454.36	A

ACM	9	1597.67	92.62	1412.31	1783.03	A
AC	9	1322.33	92.62	1136.97	1507.69	A
T	9	1148.00	92.62	962.64	1333.36	A
ACM	10	1435.67	92.62	1250.31	1621.03	A
AC	10	1310.00	92.62	1124.64	1495.36	A
T	10	1182.67	92.62	997.31	1368.03	A
ACM	11	1425.33	92.62	1239.97	1610.69	A
AC	11	1298.33	92.62	1112.97	1483.69	A
T	11	1004.67	92.62	819.31	1190.03	A
ACM	12	1649.33	92.62	1463.97	1834.69	A
AC	12	1565.33	92.62	1379.97	1750.69	A
T	12	1479.00	92.62	1293.64	1664.36	A

Analizado por el método Tukey (P<0.05)

Anexo 11. Corrida SAS: efecto de la interacción tratamiento\*semana sobre el consumo de materia seca total (kg/animal/día) incluyendo NaCl

Tratamiento	Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
ACM	1	2.46	0.3668	1.73	3.19	A
AC	1	1.02	0.3668	0.29	1.75	A
T	1	0.67	0.3668	-0.06	1.40	A
ACM	2	3.15	0.3668	2.42	3.88	A
AC	2	2.47	0.3668	1.74	3.20	A
T	2	2.33	0.3668	1.60	3.06	A
ACM	3	3.56	0.3668	2.83	4.29	A
AC	3	2.81	0.3668	2.08	3.54	A
T	3	2.77	0.3668	2.04	3.50	A
ACM	4	2.15	0.3668	1.42	2.88	A
AC	4	2.05	0.3668	1.32	2.78	A
T	4	1.22	0.3668	0.49	1.95	A

ACM	5	2.78	0.3668	2.05	3.51	A
AC	5	2.72	0.3668	1.99	3.45	A
T	5	1.88	0.3668	1.15	2.61	A
ACM	6	4.62	0.3668	3.89	5.35	A
AC	6	4.33	0.3668	3.60	5.06	AB
T	6	2.43	0.3668	1.70	3.16	B
ACM	7	4.96	0.3668	4.23	5.69	A
AC	7	4.41	0.3668	3.68	5.14	AB
T	7	2.81	0.3668	2.08	3.54	B
ACM	8	2.97	0.3668	2.24	3.70	A
AC	8	2.43	0.3668	1.70	3.16	A
T	8	1.24	0.3668	0.51	1.97	A
ACM	9	4.55	0.3668	3.82	5.28	A
AC	9	3.25	0.3668	2.52	3.98	A
T	9	0.43	0.3668	-0.30	1.16	B
ACM	10	3.80	0.3668	3.07	4.53	A
AC	10	3.35	0.3668	2.62	4.08	AB
T	10	1.63	0.3668	0.90	2.36	B
ACM	11	5.06	0.3668	4.33	5.79	A
AC	11	3.67	0.3668	2.94	4.40	AB
T	11	2.40	0.3668	1.67	3.13	B
ACM	12	4.65	0.3668	3.92	5.38	A
AC	12	4.47	0.3668	3.74	5.20	A
T	12	1.36	0.3668	0.63	2.09	B

Analizado por el método Tukey (P<0.05)

Anexo 12. Corrida SAS: datos de consumo de materia seca de suplemento (kg MS/animal/día) incluyendo NaCl

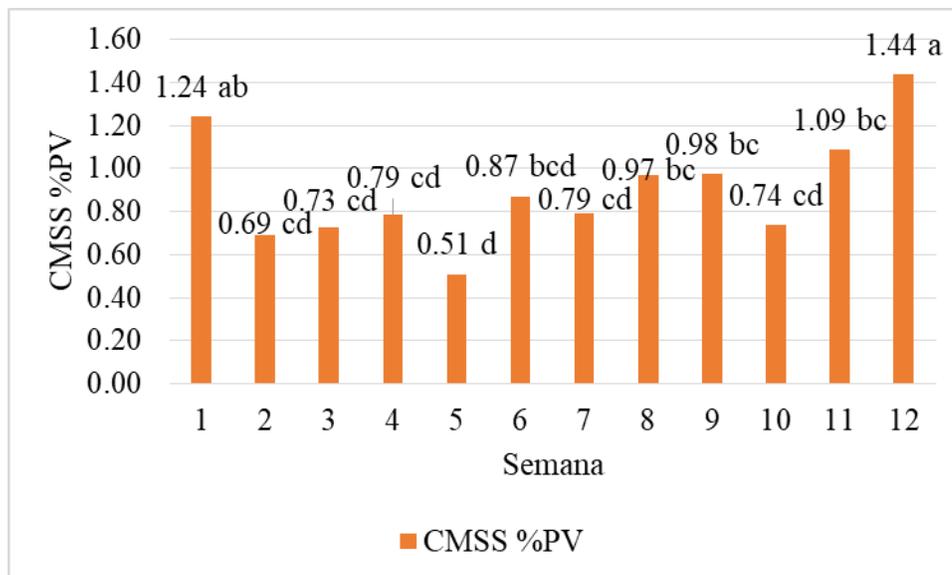
Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	1	4	6.5	0.0634

SEMANA	2	8	10.32	0.0061
Día_dentrosem.	6	24	8.3	<.0001
TRAT.*SEMANA	2	8	3.94	0.0643
TRAT.*Día_dentrosem	6	24	2.1	0.1035
TRAT.*SEMANA*Día_ dent.	24	47	1.86	0.0343

Día_dentrosem.	Estimación	EE	Letra de grupo
1	1.0167	0.1266	C
2	1.4717	0.1266	B
3	1.3972	0.1266	BC
4	1.7772	0.1266	AB
5	1.6694	0.1266	AB
6	1.77	0.1266	AB
7	2.1317	0.1266	A

Efecto día dentro de la semana, método Tukey-Kramer (P<0.10)

Anexo 13. Datos de consumo de materia seca de suplemento promedio para ambos métodos de regulación del consumo, expresado por semana del experimento



Medias seguidas de una letra difieren estadísticamente en la variable  $P < 0.05$ .  
 CMSS= consumo de materia seca de suplemento expresado en %PV.

Anexo 14. Corrida SAS: consumo de materia seca de forraje por semana

Efecto	Num. DF	Den DF	F- Valor	Pr > F
Trat.	2	72	0.95	0.3903
SEMANA	11	72	20.82	<.0001
Trat.*SEM ANA	22	72	2.78	0.0006

Semana	Estimado r	EE	Valor t	Pr >  t	Alfa
1	0.6378	0.1607	3.97	0.0002	0.05
2	1.9033	0.1607	11.85	<.0001	0.05
3	2.2144	0.1607	13.78	<.0002	0.05
4	0.9078	0.1607	5.65	<.0003	0.05
5	1.8578	0.1607	11.56	<.0004	0.05
6	2.7578	0.1607	17.16	<.0005	0.05
7	3.0922	0.1607	19.25	<.0006	0.05
8	1.0289	0.1607	6.4	<.0007	0.05
9	1.4667	0.1607	9.13	<.0008	0.05
10	1.9589	0.1607	12.19	<.0009	0.05
11	2.2656	0.1607	14.1	<.0010	0.05
12	1.5889	0.1607	9.89	<.0011	0.05

Anexo 15. Corrida SAS: consumo de materia seca de forraje expresado en kg/animal/día

Tratamiento	Semana	Estimación	EE	Inferior	Superior	Grupo de letra
AC	1	0.74	0.2783	0.5067	1.2948	A
T	1	0.6667	0.2783	0.1119	1.2214	A
ACM	1	0.5067	0.2783	-0.04811	1.0614	A
T	2	2.3333	0.2783	1.7786	2.8881	A
ACM	2	1.8867	0.2783	1.3319	2.4414	A
AC	2	1.49	0.2783	0.9352	2.0448	A

T	3	2.7733	0.2783	2.2186	3.3281	A
ACM	3	2.1867	0.2783	1.6319	2.7414	A
AC	3	1.6833	0.2783	1.1286	2.2381	A
T	4	1.2167	0.2783	0.6619	1.7714	A
AC	4	1.0033	0.2783	0.4486	1.5581	A
ACM	4	0.5033	0.2783	-0.05145	1.0581	A
AC	5	2.13	0.2783	1.5752	2.6848	A
T	5	1.88	0.2783	1.3252	2.4348	A
ACM	5	1.5633	0.2783	1.0086	2.1181	A
ACM	6	3.06	0.2783	2.5052	3.6148	A
AC	6	2.78	0.2783	2.2252	3.3348	A
T	6	2.4333	0.2783	1.8786	2.9881	A
ACM	7	3.38	0.2783	2.8252	3.9348	A
AC	7	3.09	0.2783	2.5352	3.6448	A
T	7	2.8067	0.2783	2.2519	3.3614	A
ACM	8	1.2833	0.2783	0.7286	1.8381	A
T	8	1.2367	0.2783	0.6819	1.7914	A
AC	8	0.5667	0.2783	0.01189	1.1214	A
ACM	9	2.1533	0.2783	1.5986	2.7081	A
AC	9	1.8167	0.2783	1.2619	2.3714	AB
T	9	0.43	0.2783	-0.1248	0.9848	B
AC	10	2.55	0.2783	1.9952	3.1048	A
ACM	10	1.7	0.2783	1.1452	2.2548	A
T	10	1.6267	0.2783	1.0719	2.1814	A
ACM	11	2.6567	0.2783	2.1019	3.2114	A
T	11	2.3967	0.2783	1.8419	2.9514	A
AC	11	1.7433	0.2783	1.1886	2.2981	A
ACM	12	1.8867	0.2783	1.3319	2.4414	A
AC	12	1.5233	0.2783	0.9686	2.0781	A
T	12	1.3567	0.2783	0.8019	1.9114	A

ACM= autoconsumo con regulación mecánica; AC= autoconsumo con sal; T= testigo; EE= error estándar. Análisis estadístico con método Tukey (P<0.05), efecto tratamiento\*semana

#### Anexo 16. Corrida SAS: actividad de pastoreo

Efecto	Num. DF	Den DF	F- Valor	Pr > F
--------	------------	-----------	-------------	--------

Trat.	2	24	96.25	<.0001
SEMANA	2	48	0.13	0.8751
Día_dentrosem.	2	48	151.4	<.0001
TRAT.*SEMANA	4	48	0.1	0.9827
TRAT.*Día_dentrosem	4	48	6.47	0.0003
TRAT.*SEMANA*Día_dent.	12	96	0.43	0.9468

Efecto	Tratamiento	Estimador	EE	Valor t	Pr >  t
Tratamiento	ACM	0.3379	0.02077	16.27	<.0001
Tratamiento	AC	0.4359	0.02122	20.54	<.0001
Tratamiento	T	0.7418	0.02185	33.95	<.0001
Día_dentrosem.	2	0.2549	0.02009	12.69	<.0001
Día_dentrosem.	4	0.4991	0.02057	24.26	<.0001
Día_dentrosem.	6	0.7617	0.02152	35.4	<.0001

Anexo 17. Corrida SAS: actividad de pastoreo cada 3 horas  
Horario: 7-10 am

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	24	150.62	<.0001
SEMANA	2	48	0.25	0.7787
Día_dentrosem.	2	48	3.96	0.0255
TRAT.*SEMANA	4	48	0.19	0.9405
TRAT.*Día_dentrosem	4	48	14.5	<.0001

TRAT.\*SEMANA\*Día 12 96 0.49 0.9169  
\_dent.

<b>Efecto</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Día_dentrosem.</b>	<b>Estimación</b>	<b>EE</b>	<b>Letra de grupo</b>
Tratamiento	T		0.3292	0.503	A
Tratamiento	AC		0.3117	0.503 3	B
Tratamiento	ACM		0.2642	0.503 5	C
TRAT.*Día_dentr osem.	T	2	0.3564	0.506	A
TRAT.*Día_dentr osem.	AC	2	0.3243	0.506 7	B
TRAT.*Día_dentr osem.	ACM	2	0.2453	0.507 4	C
TRAT.*Día_dentr osem.	T	4	0.3287	0.505 9	A
TRAT.*Día_dentr osem.	AC	4	0.302	0.506 5	B
TRAT.*Día_dentr osem.	ACM	4	0.2778	0.506 6	B
TRAT.*Día_dentr osem.	AC	6	0.3092	0.506 3	A
TRAT.*Día_dentr osem.	T	6	0.3037	0.505 9	A
TRAT.*Día_dentr osem.	ACM	6	0.27	0.506 3	B

Horario: 10-13 pm

<b>Efecto</b>	<b>Num. DF</b>	<b>Den DF</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Trat.	2	24	27.68	<.0001
SEMANA	2	48	0.01	0.9884
Día_dentrosem.	2	48	8.56	0.0007

TRAT.*SEMANA	4	48	0.06	0.9936
TRAT.*Día_dentro sem.	4	48	5.58	0.0009
TRAT.*SEMANA* Día_dent.	12	96	0.32	0.9833

Efecto	Tratamiento	Día_dentrosem.	Estimación	EE	Letra de grupo
Tratamiento	T		0.1872	0.5071	A
Tratamiento	AC		0.1756	0.5078	A
Tratamiento	ACM		0.1432	0.5084	B

Horario: 13-16 pm

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	24	179.96	<.0001
SEMANA	2	48	0.12	0.8859
Día_dentrosem.	2	48	14.67	<.0001
TRAT.*SEMANA	4	48	0.36	0.8362
TRAT.*Día_dentrosem	4	48	7.85	<.0001
TRAT.*SEMANA*Día _dent.	12	96	0.46	0.9341

Efecto	Tratamiento	Día_dentrosem.	Estimador	EE	Letra de grupo
Tratamiento	ACM	-	0.3359	0.5042	A
Tratamiento	AC	-	0.2751	0.5045	B
Tratamiento	T	-	0.2442	0.5043	C
Día_dentrosem.	-	2	0.2776	0.5045	B
Día_dentrosem.	-	4	0.2749	0.5043	B

Día_dentrosem.	-	6	0.2986	0.504	A
TRAT.*Día_dentrosem	ACM	2	0.3492	0.5076	A
.					
TRAT.*Día_dentrosem	ACM	4	0.3169	0.5073	B
.					
TRAT.*Día_dentrosem	ACM	6	0.342	0.5067	AB
.					
TRAT.*Día_dentrosem	T	2	0.242	0.5076	A
.					
TRAT.*Día_dentrosem.	T	4	0.2363	0.5074	A
TRAT.*Día_dentrosem.	T	6	0.2547	0.5071	A
TRAT.*Día_dentrosem	AC	2	0.2489	0.5082	B
.					
TRAT.*Día_dentrosem	AC	4	0.2753	0.5076	AB
.					
TRAT.*Día_dentrosem	AC	6	0.3028	0.5072	A
.					

Horario: 16-18 pm

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	2	24	19.41	<.0001
SEMANA	2	48	0.21	0.8133
Día_dentrosem.	2	48	26.52	<.0001
TRAT.*SEMANA	4	48	0.12	0.975
TRAT.*Día_dentrosem	4	48	4.8	0.0024
.				
TRAT.*SEMANA*Día_dentrosem.	12	96	0.36	0.9752

Efecto	Tratamiento	Día_dentrosem.	Estimador	EE	Letra de grupo
Tratamiento	ACM	-	0.2561	0.5034	A

Tratamiento	T	-	0.2371	0.5033	B
Tratamiento	AC	-	0.236	0.5036	B
Día_dentrosem.	-	2	0.257	0.5034	A
Día_dentrosem.	-	4	0.2393	0.5033	B
Día_dentrosem.	-	6	0.233	0.5032	B

Anexo 18. Corrida SAS: actividad de consumo de suplemento cada 3 horas  
Horario: 7-10 am

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	1	16	571.34	<.0001
SEMANA	2	32	0.16	0.8537
Día_dentrosem.	2	32	1.68	0.2032
TRAT.*SEMANA	2	32	0.99	0.381
TRAT.*Día_dentrosem	2	32	1.28	0.2919
TRAT.*SEMANA*Día_dent.	8	64	0.67	0.7167

Efecto	Tratamiento	Estimador	EE	Letra de grupo
Tratamiento	ACM	0.6424	0.5087	A
Tratamiento	AC	0.3636	0.5082	B

Horario: 10-13 pm

Efecto	Num. DF	Den DF	F-Valor	Pr > F
Trat.	1	16	126.01	<.0001
SEMANA	2	32	0.25	0.7836
Día_dentrosem.	2	32	0.57	0.5696

TRAT.*SEMANA	2	32	1.63	0.2127
TRAT.*Día_dentrosem	2	32	1.69	0.2012
.				
TRAT.*SEMANA*Día_dent.	8	64	0.61	0.7698

Efecto	Tratamiento	Estimador	EE	Letra de grupo
Tratamiento	ACM	0.3576	0.5097	A
Tratamiento	AC	0.227	0.5105	B

Horario: 13-16 pm

Efecto	Num. DF	Den DF	F-valor	Pr > F
Trat.	1	16	0	0.9999
SEMANA	2	32	0	0.9351
Día_dentrosem.	2	32	0	1
TRAT.*SEMANA	2	32	0	1
TRAT.*Día_dentrosem	2	32	0	1
.				
TRAT.*SEMANA*Día_dent.	8	64	0.16	0.9953

Horario: 16-18 pm

Efecto	Num. DF	Den DF	F-valor	Pr > F
Trat.	0	-	-	-
SEMANA	1	34	1.47	0.2342
Día_dentrosem.	2	31	0	1
TRAT.*SEMANA	0	-	-	-
TRAT.*Día_dentrosem	3	31	0	1
.				
TRAT.*SEMANA*Día_dent.	8	64	0.37	0.9307

Anexo 19. Consumo de materia seca promedio en % de PV para cada semana en el tratamiento de autoconsumo con sal, calculado con la mezcla de DDGS más NaCl

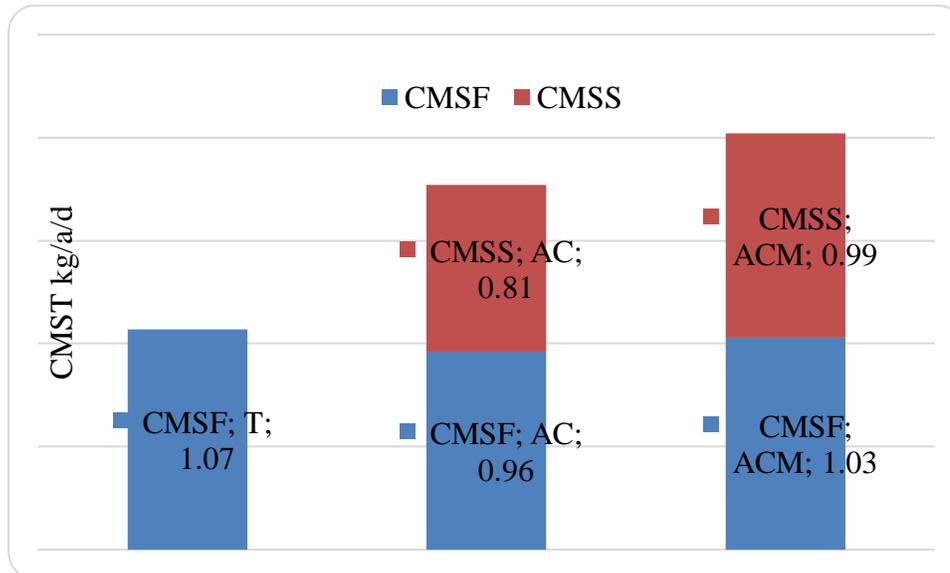
Semana	CMSS
1	1.05
2	0.60
3	0.65
4	0.61
5	0.33
6	0.86
7	0.72
8	1.02
9	0.74
10	0.64
11	0.98
12	1.51

CMSS= consumo de materia seca de suplemento expresado en %PV.

Anexo 20. Datos de consumo de materia seca promedio de suplemento expresado en % de PV por semana, comparando métodos de regulación del consumo, autoconsumo con regulación mecánica vs. regulación con inclusión de NaCl

Semana	AC	ACM
1	1.05	1.43
2	0.6	0.79
3	0.65	0.81
4	0.61	0.97
5	0.33	0.69
6	0.86	0.89
7	0.72	0.86
8	1.02	0.92
9	0.74	1.21
10	0.64	0.84
11	0.98	1.2
12	1.51	1.37

Anexo 21. Consumo de materia seca total expresado en % de PV por tratamiento, dividido en fracción de consumo de materia seca de forraje y de suplemento



CMSS=consumo de materia seca del suplemento; CMSF= consumo de materia seca de forraje; ambas expresadas en % de PV.

Anexo 22. Ecuaciones utilizadas para el cálculo de EM de forraje y suplemento

Ecuación de Rohweder et al. (1978) para pasturas:  $EM \text{ (Mcal/kg MS)} = 3,20 - 0,028 \times \%FDA$ .

Ecuación Menke y Steingass (1988) para concentrados:  $EM \text{ (Mcal/kg MS)} = 3,5 - 0,035 \times \%FDA$ .