

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL USO DEL CREEP FEEDING SOBRE EL  
COMPORTAMIENTO Y DESARROLLO DE LOS TERNEROS**

**por**

**Joaquín OLAIZOLA BEGHETTI  
Juan Manuel PIEGAS DA SILVA  
Ximena SILVEIRA RIVERO**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2016**

Tesis aprobada por:

Director:

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

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

.....  
Dr. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 13 de octubre de 2016.

Autores:

.....  
Joaquín Olaizola Beghetti

.....  
Juan Manuel Piegas Da Silva

.....  
Ximena Silveira Rivero

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo brindado durante toda la carrera.

A los profesores Virginia Beretta y Álvaro Simeone por la constante dedicación brindada en cada una de las etapas de trabajo.

Al funcionario de la EEMAC Diego Mosqueira por su disposición durante la etapa experimental.

A nuestros compañeros y amigos y a todos aquellos que de alguna manera colaboraron.

## 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. CRECIMIENTO DEL TERNERO AL PIE DE LA VACA .....	4
2.1.1. <u>Factores que afectan el peso al destete</u> .....	5
2.1.1.1. Consumo de leche.....	6
2.1.1.2. Consumo de forraje .....	11
2.2. ESTRATEGIAS NUTRICIONALES PARA INCREMENTAR EL PESO AL DESTETE .....	15
2.2.1. <u>Alimentación del par vaca-ternero</u> .....	15
2.2.2. <u>Alimentación del ternero</u> .....	17
2.3. CREEP FEEDING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR EL PESO AL DESTETE .....	18
2.3.1. <u>Descripción general de la técnica</u> .....	18
2.3.1.1. Infraestructura.....	19
2.3.1.2. Acostumbramiento.....	20
2.3.2. <u>Fuentes de variación de la respuesta al creep feeding</u> .....	20
2.3.2.1. Tipo de suplemento y composición de la dieta.....	20
2.3.2.2. Nivel de suplementación: restringida vs. <i>ad libitum</i> .....	22
2.3.2.3. Limitación del consumo .....	23
2.3.2.4. Producción de leche.....	24
2.4. PERFORMANCE DE TERNEROS SOMETIDOS A CREEP FEEDING .....	25
2.4.1. <u>Consumo</u> .....	28
2.4.2. <u>Ganancia diaria y peso al destete</u> .....	28
2.4.3. <u>Eficiencia de conversión y sustitución de forraje por concentrado</u> .....	30
2.4.4. <u>Consumo de leche</u> .....	32

2.4.5. <u>Comportamiento ingestivo</u> .....	33
2.5. HIPÓTESIS .....	35
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	37
3.1. ÁREA Y PERÍODO EXPERIMENTAL .....	37
3.2. REGISTROS CLIMÁTICOS .....	38
3.3. ANIMALES.....	39
3.4. TRATAMIENTOS .....	39
3.5. SUPLEMENTO.....	40
3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	40
3.6.1. <u>Período pre-experimental</u> .....	40
3.6.2. <u>Período experimental</u> .....	40
3.7. REGISTROS Y MEDICIONES.....	41
3.7.1. <u>Animales</u> .....	41
3.7.1.1. Peso vivo y altura del anca de los terneros.....	41
3.7.1.2. Consumo de suplemento.....	42
3.7.1.3. Producción de leche.....	42
3.7.1.4. Patrón de comportamiento ingestivo de terneros .....	43
3.7.2. <u>Pastura</u> .....	43
3.7.2.1. Biomasa de forraje disponible .....	43
3.7.2.2. Altura media de la pastura .....	43
3.7.2.3. Calidad de forraje .....	43
3.7.2.4. Análisis químicos .....	44
3.8. SANIDAD .....	45
3.9. VARIABLES CALCULADAS.....	45
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	45
4. <u>RESULTADOS</u> .....	50
4.1. REGISTROS CLIMÁTICOS .....	50
4.2. PASTURA.....	50
4.2.1. <u>Disponibilidad y altura de la pastura</u> .....	50
4.3. PESO VIVO, GANANCIA DIARIA Y ALTURA DEL ANCA .....	53

4.4. CONSUMO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL SUPLEMENTO.....	55
4.4.1. <u>Consumo de suplemento</u> .....	55
4.4.2. <u>Consumo de leche y suplemento</u> .....	58
4.4.3. <u>Calidad del forraje consumido</u> .....	61
4.4.4. <u>Eficiencia de conversión</u> .....	62
4.5. COMPORTAMIENTO ANIMAL .....	62
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	68
5.1. CONDICIONES AMBIENTALES Y PASTURA.....	68
5.2. EFECTO DEL CREEP FEEDING Y DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL DESARROLLO DEL TERNERO .....	69
5.3. EFICIENCIA DE LA TÉCNICA .....	73
5.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL .....	77
5.5. DISCUSIÓN GENERAL .....	81
5.5.1. <u>Modelo teórico de respuesta esperada</u> .....	81
5.5.2. <u>Viabilidad económica de la técnica creep feeding</u> .....	81
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	84
7. <u>RESUMEN</u> .....	85
8. <u>SUMMARY</u> .....	86
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	87
10. <u>ANEXOS</u> .....	103

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de distintas dietas sobre el peso del tejido seco libre de grasa del retículo-rumen de terneros.....	12
2. Resumen de revisión de antecedentes bibliográficos sobre creep feeding. ....	26
3. Precipitación acumulada mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C) del promedio histórico de Paysandú (1961-1990).....	39
4. Composición química de la ración.....	40
5. Precipitación acumulada mensual y temperaturas medias mensuales y promedios para el período experimental (19/01 al 15/05 de 2015).....	50
6. Condición de la pastura al inicio del período experimental y efecto de creep feeding sobre la disponibilidad promedio de forraje (semanas 1 a 17).....	51
7. Efecto del nivel de suplementación de terneros al pie de la vaca sobre la ganancia de peso pre-destete, peso y altura al destete (180 días).....	55
8. Efecto del nivel de suplementación de terneros al pie de la vaca sobre consumo de suplemento y leche, ganancia de peso pre-destete y eficiencia de conversión. ....	56
9. Participación porcentual de leche en la dieta de leche + suplemento según tratamiento a lo largo del período experimental.....	61
10. Composición química del forraje consumido por los terneros promedio conjunto de todas las fechas por tratamiento y la comparación entre los terneros testigos AL PIE en relación a los suplementados (CFR + CFAD) y los terneros CFR respecto a los CFAD. ....	62
11. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, rumia, descanso, bebida, consumo de suplemento y consumo de leche.....	63
12. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, rumia, descanso, bebida de agua, consumo de suplemento y consumo de leche en cada semana del período experimental.....	64

13. Viabilidad económica de la técnica CF.....	82
14. Estimación del precio implícito del kg producido por la aplicación del creep feeding <i>ad libitum</i> .....	83

Figura No.

1. Producción de leche de una vaca de carne promedio vs. requerimientos nutricionales de un ternero lactante.....	10
2. Cambios en el consumo de leche, de forraje (% MS) y ganancias de peso (libras). .....	14
3. Esquema de un tipo de infraestructura de corral creep feeding. ....	19
4. Croquis del área experimental.....	38
5. Evolución de disponibilidad y altura promedio del tapiz durante el período experimental (19/1 al 11/5/2015). ....	52
6. Efecto de los tratamientos sobre la evolución mensual de biomasa disponible (kg MS/ha).....	52
7. Evolución del porcentaje de restos secos y de la disponibilidad de forraje verde (kg MV/ha) durante el período experimental (19/01 al 15/05). ....	53
8. Evolución de peso vivo (PV) en terneros al pie de la vaca con suplementación diaria al 1% PV (CFR), a voluntad (CFAD) o sin suplementación (AL PIE).....	54
9. Consumo de materia seca de suplemento en kg/animal/día a lo largo de las semanas (19/01 al 15/05) de terneros CFAD (creep feeding a voluntad) y CFR (creep feeding restringido al 1% PV). ....	57
10. Variación del CMSS (kg/a/día) entre días según tratamiento. ....	57
11. Efecto de la suplementación medido a través del CMS del suplemento (% del PV) a lo largo de las semanas.....	58

12. Evolución del consumo de leche en terneros al pie de la vaca con suplementación diaria al 1% PV (CFR), a voluntad (CFAD) o sin suplementación (AL PIE) y el promedio entre ellos. ....	59
13. Participación porcentual de leche y suplemento en la dieta sin considerar forraje, según tratamiento. ....	60
14. Evolución de patrón diurno de actividad asociada al consumo de suplemento durante el período experimental (semanas 8, 13 y 17) en terneros suplementados <i>ad libitum</i> . ....	65
15. Evolución del patrón diurno de actividad asociada al consumo de leche durante el período experimental en terneros testigo (sin suplemento). ....	66
16. Evolución del patrón diurno de actividad asociada al consumo de leche durante el período experimental en terneros creep feeding al 1% del PV. ....	67
17. Evolución del patrón diurno de actividad asociada al consumo de leche durante el período experimental en terneros creep feeding <i>ad libitum</i> . ....	67
18. Distribución precipitaciones acumuladas y temperatura media mensual serie 1961-1990 para Paysandú, precipitaciones acumuladas (RR) y temperatura (T°C) media mensual durante el período experimental en dicha localidad (1/01 al 15/05/2015). ....	68

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años ha habido un crecimiento importante de los rubros agrícola y forestal que han obligado a la cría a desplazarse hacia zonas marginales en términos de potencial productivo, ya que presentan menor disponibilidad de recursos, con marcada variabilidad entre y dentro de años en la producción de forraje, fundamentalmente en verano, la cual coincide con eventos claves en el ciclo productivo del rodeo de cría: el entore y el período pre-destete.

La eficiencia de la cría puede medirse por los kilos de ternero destetado por superficie de pastoreo, y está afectado por factores tales como el porcentaje de destete, peso al destete de los terneros y dotación animal por unidad de superficie.

Históricamente el porcentaje de preñez del rodeo nacional ha sido bajo, ubicándose en 74% en promedio para el período 1996-2014 (MGAP. DIEA, 2014b), sin embargo, suficiente investigación ha sido generada para la mejora de este indicador y menos atención se ha puesto sobre el otro componente de la ecuación de la cría, el peso al destete.

A partir de los 2 meses de edad, los requerimientos de los terneros no pueden ser cubiertos en su totalidad por la leche materna, y la disponibilidad de forraje también es limitante para que los terneros expresen su potencial genético de crecimiento, determinando al destete pesos que rondan entre 140-160 kg de peso vivo, en función del año. Por tanto, la aplicación de estrategias nutricionales que permitan cubrir los requerimientos y así aumentar el peso al destete (PD) de los terneros podrán mejorar el indicador de la cría: kg de ternero destetado por vaca entorada. Dichas estrategias nutricionales se diferencian en dos grupos: mejorar la alimentación de la unidad vaca-ternero o bien sólo al ternero. Dentro del segundo se encuentran el destete precoz a corral (DPC) y la alimentación diferencial del ternero al pie de la madre, ya sea mediante el creep grazing o el creep feeding (CF). Esta última estrategia, a diferencia del DPC posibilita al ternero permanecer al pie de la vaca, y acceder a una alimentación diferente y superior a la de su madre, impidiendo el ingreso de ésta última al comedero.

El CF permite incrementar la tasa de ganancia y PD de los terneros, sin embargo la respuesta esperada y su viabilidad bioeconómica evaluada en términos de eficiencia de conversión, podría variar dependiendo del nivel de suplementación que se ofrezca al ternero (restringido vs. *ad libitum*). Respecto a esto último la información es escasa a nivel nacional.

El objetivo del presente experimento fue caracterizar la curva de crecimiento de terneros al pie de la vaca pastoreando sobre campo natural, con o sin acceso a diferentes ofertas de suplemento energético-proteico a partir de los 50 días de edad.

Adicionalmente estimar la eficiencia de conversión del suplemento, así como caracterizar los posibles cambios en el consumo de leche y en el comportamiento ingestivo asociados al suministro restringido o *ad libitum* de suplemento, como variables interpretativas de la respuesta observada.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La producción ganadera de carne ocupa 14.907.000 ha, de esta superficie aproximadamente el 52% es utilizado para la cría vacuna y el 23% se orienta hacia el ciclo completo, por lo que 11.215.000 ha son utilizadas en la producción de terneros (MGAP. DIEA, 2014a). Estos datos manifiestan la importancia de la cría vacuna, primer eslabón de la cadena cárnica (Rovira, 2012).

La cría se ha concentrado en el Norte y Este del país, en zonas con menor disponibilidad de recursos como el Basalto Superficial y el Cristalino Superficial (MGAP. DIEA, 2012). La base nutricional de los sistemas criadores es el campo natural, el cual presenta variaciones estacionales en la disponibilidad y calidad del forraje. La estación con la mayor fluctuación en la producción de forraje es el verano (Berretta et al., 2000), la cual coincide con eventos claves en el ciclo productivo del rodeo de cría: el entore y el período pre-destete.

El objetivo teórico de un rodeo de cría es lograr obtener un ternero por vaca y por año, si bien en la práctica siempre hay factores que impiden alcanzarlo (Saravia et al., 2011).

El resultado económico de los sistemas criadores tiene un alto grado de asociación positiva con la productividad (Simeone et al., 2011). La productividad de la cría depende del porcentaje de destete, del peso al destete de los terneros y de la dotación animal por unidad de superficie. Estos tres indicadores se integran en un solo indicador, kg de ternero destetado por unidad de superficie de pastoreo, el cual mide la eficiencia de la cría vacuna (Simeone y Beretta, 2002). Por tanto los kg de ternero destetado por unidad de superficie de pastoreo se incrementan, si aumenta la productividad a través de la aplicación de tecnología, traduciéndose en una mejora del resultado económico de la cría.

El porcentaje de destete se define como la cantidad de terneros destetados cada 100 vacas entoradas (Rovira, 2012), este indicador a nivel nacional se ubica alrededor del 65% (MGAP. DIEA, 2014a), es decir que cada 100 vacas entoradas sólo 65 logran un ternero y las 35 vacas restantes permanecen improductivas desde el punto de vista reproductivo. El bajo porcentaje de destete se debe a la prolongada duración del anestro posparto y a la baja probabilidad de preñez, ambas se explican por la pobre condición corporal al parto y al inicio de entore de las vacas (Short et al., 1990). La subalimentación que se evidencia con la condición corporal al parto e inicio de entore (Short et al., 1990) y el amamantamiento (Williams, 1990) junto con el efecto de la presencia del ternero (Quintans et al., 2004) son factores que más inciden en la duración del anestro posparto (Do Carmo et al., 2013).

La investigación se ha enfocado en la mejora de la eficiencia de la cría a través de mejorar la preñez, se puede decir que ya hay abundante información al respecto (Orcasberro 1991, Soca y Orcasberro 1992, Rovira 2012, Quintans y Vázquez 2002, Simeone y Beretta 2002). Esto lleva a mover el foco de investigación hacia otro indicador como lo es el peso al destete, el cual es el objeto de estudio en este trabajo. El peso al destete, para un ternero de aproximadamente 6 meses de edad, ronda entre 140-160 kg variando en función del año (Rovira, 2012). Se considera que el peso al destete es bajo, ya que Viñoles et al. (2013) en sus experimentos concluyeron que la tasa de ganancia de peso vivo pre-destete de terneros Hereford pastoreando campo natural en la región de Basalto, entre 2 y 5 meses de edad está restringida, limitando pesos al destete, incluso a baja carga animal o alta asignación de forraje.

A los efectos de comprender el proceso de crecimiento pre-destete y evaluar la viabilidad de la suplementación del ternero al pie de la madre como una herramienta para mejorar el peso al destete, en esta revisión se discutirán las formas de evaluar el crecimiento del ternero y posteriormente se analizarán los factores que afectan el crecimiento pre-destete, los aspectos vinculados a la técnica y la revisión de antecedentes.

## 2.1. CRECIMIENTO DEL TERNERO AL PIE DE LA VACA

El crecimiento del ternero es uno de los componentes de mayor importancia en la productividad de los rodeos de cría. Se lo puede evaluar de dos formas al crecimiento, una de ellas es por las ganancias diarias obtenidas en el pre-destete de los terneros o bien por el peso al destete (Cantet, 1983). El crecimiento pre-destete resulta de la producción de leche de la vaca durante los primeros meses de vida, y del posterior aporte de la base forrajera, ambos factores se encuentran en interacción con el potencial genético tanto de la vaca como del ternero. En las condiciones productivas del país, la ganancia del ternero al pie de la vaca se encuentra generalmente en el orden de los 600 gramos diarios (Simeone y Beretta, 2012).

El peso al destete (PD), está determinado por el peso al nacimiento (PN) y la tasa de crecimiento pre-destete. El PN afecta de forma indirecta y de manera significativa el PD, ya que terneros que tienen mayor peso al nacimiento presentan mayores ganancias diarias pre-destete, por lo tanto mayor PD. El PN de terneros Hereford según NRC (1996) es de 36 kg. Vaccaro y Dillard (1966) reportaron que por cada kilogramo de más que pese el ternero al nacimiento, la ganancia total de peso a los 180 días aumentó en 1,9 kg.

### 2.1.1. Factores que afectan el peso al destete

El sexo del ternero es el principal factor que afecta el PD a edad constante. Los machos enteros pesan más al destete que los machos castrados y éstos últimos a su vez son más pesados que las hembras, excepto que ocurra el destete antes de los 90 días en razas índicas. Esto quiere decir que las diferencias de PD debidas al sexo dependen de la edad al destete y del genotipo (Cantet, 1983).

Otro factor que afecta el PD es la edad del ternero al destete, a mayor edad aumenta el PD. La curva de crecimiento de un ternero puede ser lineal o cuadrática, que sea una u otra depende de la nutrición del animal (leche, forraje y creep feeding). Terneros nacidos en invierno que no se suplementan, soportan hacia fines de verano la disminución de la producción de leche de las madres junto con la caída de la producción y digestibilidad de las pasturas, por lo cual los requerimientos del ternero no serían cubiertos, debido a esto la ganancia pre-destete de los terneros desciende, lo que genera una curva de crecimiento cuadrática que, exceptuando años severos como una sequía intensa no se aleja mucho de la recta (Cantet, 1983).

El año de nacimiento es una fuente de variación importante del PD, esto probablemente pueda deberse a la variabilidad entre años, que se agrava día a día como resultado del cambio climático y lo errático de las precipitaciones (Martínez et al., 2011). Esto último está íntimamente relacionado con la curva de producción forrajera (Cantet, 1983).

La genética del ternero es una fuente de variación con menor peso que las anteriores, ya que la heredabilidad del peso al destete se encuentra entre 0,26 a 0,30 para las razas puras (Cantet, 1983). En cambio, sobre el vigor híbrido cuando se realizan cruzamientos, hay un amplio rango de valores. Según Preston y Willis, Long, citados por Cantet (1983) la heterosis varía entre 6% a 16%.

Puede haber diferencias debidas a las razas en los hábitos de amamantamiento. Vaquillonas cruza Hereford (HE) x A. Angus (AA) amamantaron a sus terneros más asiduamente pero con menor duración total que vaquillonas Angus puras. Terneros F1 cruza cebú por británico amamantaron más veces por día con mayor tiempo total y mayor potencia, dado su mayor tamaño y vigor híbrido, que los terneros británico puros (Bavera, 2005).

Martínez et al. (2011), determinaron como influyen algunos factores no genéticos en el peso al nacimiento y el peso al destete ajustado a 205 días de terneros Angus pastoreando campo natural. Para llevar a cabo dicho estudio se registró información que abarcó desde los años 1991 al 2007, donde el año se dividió en tres épocas de nacimiento, según las condiciones ambientales predominantes (frío: diciembre

a marzo, sequía: abril a julio y lluvia: agosto a noviembre). Los terneros permanecieron al pie de la madre, y a los 8 meses de edad se destetaron. Las variables estudiadas fueron año (AN), época de nacimiento (EN), número de partos (NP), sexo del ternero (SX). Estas últimas y la covariable de PN afectaron significativamente ( $P < 0,01$ ) el peso al destete corregido a los 205 días, así como también las interacciones de AN\*EN, AN\*NP y AN\*SX ( $P < 0,01$ ). Se observó una tendencia a mejorar el peso al destete corregido a los 205 días conforme se incrementaron los años de estudio. Al igual que en el PN, los terneros nacidos durante la época de sequía (abril a julio) fueron los más pesados al destete con  $192,0 \pm 28,8$  kg.

El peso al destete se encuentra muy influido por el ambiente materno. La producción de leche de la vaca explicaría casi totalmente las diferencias en PD debidas a la edad de la madre y al mes de nacimiento y a la mayoría de las diferencias debidas a la raza de la vaca (Cantet, 1983). Respecto a la edad de la madre, los PD se incrementaron en forma cuadrática a medida que la edad de la madre aumentó, con un pico que fue de los 5-6 hasta los 8-10 años (Preston y Willis, citados por Cantet, 1983). Existió una diferencia 20 kg en promedio en el PD entre terneros hijos de vacas respecto a los terneros hijos de vaquillonas, tanto para las razas Hereford como Angus (Anderson y Wilham, citados por Cantet, 1983).

A su vez, los terneros machos maman más frecuentemente que las hembras, hecho inherente al sexo y no sólo al mayor peso de los machos. Es decir, que el rendimiento de leche se afecta tanto por el genotipo de la madre como por el sexo del ternero, ya que las madres de terneros machos, al ser extraída la leche más frecuentemente, producen más leche que las madres de hembras. Esto hace que el peso de las madres (siendo éste otro factor que afecta el PD) de terneros machos disminuya durante la lactancia más que el de las madres de hembras (Bavera, 2005).

Esta revisión se focalizará en los factores producción de leche (con énfasis en el consumo de leche) y consumo de forraje aunque resulta difícil obviar la interacción genotipo x ambiente a la hora de interpretar resultados de trabajos diversos.

Desde que el ternero nace y a medida que éste crece, se va modificando el tipo de alimentación, variando el peso relativo del consumo de leche y forraje, lo que conlleva cambios en el aparato digestivo del mismo. Este lapso está compuesto por tres períodos: lactante, período de transición y rumiante propiamente dicho (Relling y Mattioli, 2003), los cuales serán descritos más adelante.

#### 2.1.1.1. Consumo de leche

Entre el nacimiento y las tres semanas de vida, el animal es lactante, posee sólo capacidad de digerir leche y depende de la absorción intestinal de glucosa para mantener

un valor de glucemia, semejante al de un no rumiante (Relling y Mattioli, 2003). En terneros recién nacidos las dimensiones de los pre estómagos en su conjunto (aprox. 40%) no superan a las del abomaso, la población de microorganismos fermentativos es prácticamente nula y el desarrollo de las papilas retículo-ruminales y las láminas omasales es muy rudimentaria (van Lier y Regueiro, 2008).

Durante las primeras tres semanas de vida el ternero depende exclusivamente de la leche que su madre pueda proporcionarle. La cantidad de leche que consume el ternero varía entre el 10 y 12% de su PV diariamente y a medida que el lactante crece aumenta la capacidad de consumo (Bavera, 2005). En el trabajo realizado por Walker, citado por Rovira (2012) se puede ver la relación que existe entre el consumo de leche y la ganancia de peso, en el mismo el autor halló un consumo semanal de leche (7 días de consumo acumulado) por parte del ternero, en función de la edad de éste último. El autor reportó que durante las 3 primeras semanas de vida, los terneros consumieron semanalmente más del 100 % de su peso vivo en leche; 70 % alrededor de las 8 semanas; 50 % a las 12 semanas, y sostuvo que hasta los 3 meses existió una relación muy estrecha entre ganancia de peso y el consumo de leche. Ya a partir de los 6 meses el consumo de leche pasó a ser 20 % y 10 % de su peso vivo a los 7 meses. Esto último indica el cambio en la importancia relativa de la leche consumida en la dieta base del ternero a medida que crece el animal (Rovira, 2012). La magnitud sin embargo, podría variar con la raza del animal; Gifford, citado por Cantet (1983) reportó un consumo diario de leche, durante el primer mes de vida del 15,3 % del PV en terneros Shorthorn, 12,6 % en terneros Angus y 10 % en Hereford. Respecto a las diferencias en producción según la raza, Gioia y Licha (2008) realizaron un experimento con vacas primíparas AA, HE y sus respectivas cruza F1 sometidas a destete temporario y flushing, donde los tratamientos eran: vacas puras y cruza sin suplementar y suplementadas 20 días previo al destete temporario, 10 días previo y 10 días posterior al inicio del destete temporario. Respecto a la producción de leche según grupo genético los autores obtuvieron diferencias entre las vacas cruza y las puras HE a favor de las primeras (4,5 vs. 3,1 lt/día), no existiendo diferencias entre las puras AA y HE (4,2 vs. 3,1 lt/día, respectivamente). Casal et al. (2009) también trabajaron con vacas primíparas con las mismas razas que el experimento anterior sobre campo natural y obtuvieron que las curvas de lactancia difirieron con la raza. Los picos de lactación se alcanzaron a los 20, 60 y 70 días posparto con 5,0; 5,2 y 5,8 kg/día para las razas HE, F1 y AA, respectivamente.

Espasandín et al. (2013) estimaron la producción de leche de vacas múltiparas de raza HE, AA y sus respectivas cruza F1 en alta y baja oferta de forraje de campo natural (4 y 2,5 kg MS/ kg PV, respectivamente). La producción de leche fue estimada mediante el ordeño con máquina portátil, y aplicando inyección previa de oxitocina. Como resultado las vacas cruza produjeron mayor cantidad de leche en comparación a las puras, particularmente en alta oferta de forraje. En todos los casos, el pico de

producción de leche fue alcanzado durante el primer mes de lactancia, siendo similar en las vacas cruce independientemente de la oferta de forraje (media de  $7,9 \pm 0,6$  kg/día), así como en las vacas puras pastoreando en altas asignaciones. Sin embargo, las vacas puras en baja oferta produjeron significativamente menor cantidad de leche a lo largo de la lactancia, con un pico de producción de 5,7 kg/día. La producción de leche total durante la lactancia fue de 980, 924, 896 y 644 kg para cruces y puras en alta oferta y cruces y puras en baja oferta respectivamente. Estos resultados muestran la superioridad productiva de las cruces y sugieren una mayor adaptabilidad de estas vacas a ambientes restrictivos (Carriquiry et al., 2012).

Como se puede ver en los experimentos de Gioia y Licha (2008), Espasandín et al. (2013) las vacas F1 fueron las que obtuvieron mayor producción de leche y sin embargo, en el experimento de Casal et al. (2009) fueron las vacas AA. Estas tendencias sugieren la variabilidad de la producción de leche entre genotipos y años, fenómeno conocido como interacción genotipo x ambiente (Espasandín et al., 2013).

También existe una relación entre la producción de leche de las vacas con el crecimiento del ternero hasta el destete, esto se puede deber a que alrededor del 50% de la variación en el peso al destete de los terneros puede ser atribuida a diferencias en el consumo de leche por parte de los mismos. Rovira (2012) reportó que por cada 100 kg más de leche producidos durante la lactancia, aumentó 10 kg el PD. Esto depende mucho del nivel nutritivo al que están sometidos vacas y terneros; a medida que mejora el nivel nutritivo, la correlación disminuye (Rovira, 2012). En condiciones restrictivas de disponibilidad de forraje el ternero va a depender más de la producción de leche de su madre (Rovira 2012, Bavera 2005). A pesar que la leche no cubra los requerimientos nutricionales del ternero en condiciones de restricción, menos los cubre la pastura y de ahí surge que la leche es el alimento más importante y se asocia más al peso del ternero (Rovira, 2012). La leche aporta entre el 50-100% de los nutrientes al lactante en los primeros meses (Gadberry, 2008).

En relación a cómo afecta el nivel nutritivo de la vaca su producción de leche, Rovira, citado por Rovira (2012) realizó un experimento en vacas Hereford de primera cría de 3 años de edad sometiéndolas a dos niveles nutritivos, el primero con pérdida de peso de 0,500 kg/día y el segundo manteniendo peso, ambos en buen estado al inicio obtuvieron producciones de leche en 150 días de 487 vs. 643 kg para el primer y segundo grupo respectivamente. Sin embargo, en el experimento de Gioia y Licha (2008) descrito anteriormente no hubo diferencias significativas en producción de leche en vacas primíparas sin suplementar o sometidas a flushing de afrechillo de arroz a los 10 días previo al destete temporario y a los 10 días previo y 10 días posteriores al destete temporario. Los autores indican que probablemente la “cuota” de producción diaria de leche para esta categoría ya estuviera cubierta y en ese nivel alimenticio, por lo que la energía adicional en los tratamientos suplementados fue destinada hacia funciones

reproductivas siguiendo el diagrama de partición de nutrientes de Short y Adams, citados por Gioia y Licha (2008). En el experimento de Espasandín et al. (2013) que se explicó en párrafos anteriores se puede ver como en alta oferta, independientemente de la raza las vacas produjeron más leche que en baja oferta de forraje. Todos estos trabajos de diferentes autores muestran la importancia que tienen la nutrición de la vaca para la producción de leche.

Rovira (1974) encontró correlaciones positivas y altamente significativas de 0,60; 0,71; 0,52 y 0,35 para el primer, segundo, tercer y cuarto mes de lactancia respectivamente entre la producción de leche y la ganancia de peso del ternero por mes. A partir del quinto mes las correlaciones siguieron siendo positivas pero no significativas. Esto quiere decir que a partir del tercer-cuarto mes de edad, la ganancia del ternero depende poco del consumo de leche, pasando a depender más del consumo de forraje, debido a que por su tamaño y desarrollo, el ternero presenta mayor capacidad de consumo de leche, sin embargo, la curva de lactancia está muy avanzada en ese período (Bavera, 2005). El pico de producción de leche se da entre los 75 a 90 días posparto (Rovira 2012, Hamilton 2002), es decir que a partir de los 3 meses de edad la leche no cubre los requerimientos crecientes del ternero, solamente provee un 50% de los nutrientes requeridos para su máximo crecimiento (Eversole, 2001), debido a que la misma disminuye. Martínez (2005) sostiene que el punto crítico cuando los requerimientos de energía del ternero son mayores que los aportes de la leche, se produce a los 60 kg de PV del ternero para vacas de primer parto y 90 kg para vacas multíparas. Este peso vivo para terneros Hereford, en las condiciones predominantes del Uruguay se logra a los 3 meses de vida, teniendo en cuenta que la ganancia media diaria (GMD) reportada por Simeone y Beretta (2012) de 600 gramos al pie de la madre y partiendo de un peso al nacer ya mencionado anteriormente de 36 kg. Si se observa la figura 1, donde se muestra la producción de leche de una vaca de carne promedio, la cual produce aproximadamente 5,9 litros por día durante un período de 205 días (Eversole, 2001), se puede ver que la producción de leche ya antes de los 90 kg de PV del ternero no alcanza a satisfacer los requerimientos del mismo.

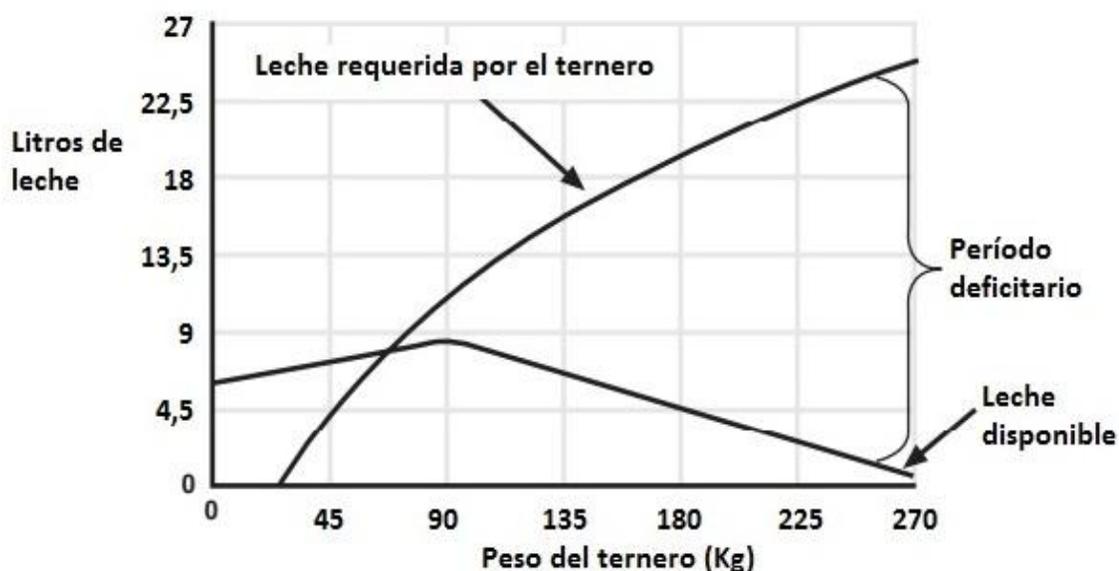


Figura 1. Producción de leche de una vaca de carne promedio vs. requerimientos nutricionales de un ternero lactante (adaptado de Eversole, 2001).

Sin embargo, Tarr et al. (1994), Lardy et al. (2001), Viñoles et al. (2013), en sus experimentos, coincidieron en que después de los 2 meses de edad los requerimientos de los terneros no pueden ser cubiertos por la leche materna, y en que la disponibilidad de forraje también es limitante para que los terneros expresen su potencial genético de crecimiento. Tarr et al. (1994) evaluaron la importancia del creep feeding en los últimos 84, 56, 28 días previo al destete de terneros hijos de vacas cruce HE x AA, pastoreando festuca infectada con endófito. Como resultado obtuvieron que los terneros suplementados a los 56 o 84 días fueron los que obtuvieron mejor performance, ya que cuando la leche y el forraje no cubrieron con las exigencias nutricionales (debido a que en ese período, la festuca estaba infectada con endófito, éste último puede afectar la producción de leche de las madres y por lo tanto las GMD de los lactantes), la suplementación ayudó a obtener mayores ganancias y los de 56 días tuvieron mejor eficiencia de conversión. Lardy et al. (2001) en su experimento evaluaron el efecto de la suplementación de proteína no degradable (pasta de soja tratada con sulfito de licor y harina de pluma) y el efecto de la leche sobre la ganancia de peso, consumo de forraje y digestibilidad de la pastura en terneros cruce destetados y lactantes pastoreando rebrote de pradera, y obtuvieron como resultado que terneros que permanecieron lactando tuvieron mayores ganancias de peso ( $P=0,001$ ) y menor consumo de forraje ( $P=0,009$ ) que los terneros que fueron destetados. En relación a la suplementación de proteína no degradable, la misma aumentó las ganancias diarias de peso ( $P=0,03$ ) de terneros suplementados en comparación a los no suplementados. Sin embargo, el consumo de leche no se vio afectado por la suplementación ( $P>0,52$ ) y los autores concluyen que forrajes de alta calidad como el rebrote de las praderas pueden ser limitantes en proteína

metabolizable. A pesar que la leche representa una fuente importante de proteína metabolizable puede no ser suficiente al final de la lactancia para respaldar el crecimiento potencial del ternero.

Viñoles et al. (2013) centraron su investigación en la evaluación de la suplementación diferencial del ternero y la dotación animal sobre la productividad de la cría. Para ello utilizaron vaca y terneros de raza Hereford pastoreando campo natural. El suplemento contenía  $23 \pm 3\%$  PC. Los resultados que obtuvieron fueron que los animales suplementados (tanto a baja como alta carga) tuvieron mayores ganancias que los que permanecieron al pie de la madre.

La discrepancia con respecto a la edad del ternero a la cual la leche materna deja de cubrir parcialmente los requerimientos, está determinada por la nutrición de la vaca luego del parto, la cual afecta a la curva de lactancia (Cantet 1983, Rovira 2012). Según la disponibilidad de forraje al momento del parto el pico de producción se dará antes o después y con diferente intensidad (Rovira, 2012). En condiciones de pastoreo sobre campo natural, la nutrición depende de la disponibilidad forrajera, la cual está explicada según las condiciones climáticas (Rovira, 1974). La forma de la curva de lactancia y la producción total de leche de las vacas de cría está fuertemente determinada por la época de parto, asociado a la estacionalidad que existe en la producción de forraje (Bavera, 2005). Cuando la parición es tardía, ya avanzada la primavera, la producción de leche tiende a ser máxima el primer mes y luego decrece linealmente (Cantet, 1983). Además de la época de parto, la raza afecta la curva de lactancia como se mencionó anteriormente (Casal et al., 2009).

#### 2.1.1.2. Consumo de forraje

Entre las tres y las ocho semanas de vida, los terneros sufren una serie de cambios en la dieta base (período de transición), éstos además de leche comienzan a ingerir mayores cantidades de alimentos fibrosos (Gutiérrez et al., citados por Dantas et al., 2010). Factores tales como, cantidad, calidad y forma física de la dieta, determinan el desarrollo y diferenciación de los compartimentos del aparato digestivo. El acceso al alimento sólido desde temprana edad estimula el desarrollo del retículo-rumen (Ghezzi et al., 2000). Esto se debe tanto al impacto que provocan los ácidos grasos volátiles (AGV) que se generan en la fermentación sobre el volumen ruminal, como al aumento del número de papilas ruminales (Ruiz, citado por Reyes et al., s.f.), por lo que el consumo de alimentos sólidos es el factor más importante en la transición de pre-rumiante a rumiante adulto (Gutiérrez et al., citados por Dantas et al., 2010). En esta fase, aumenta la tasa de colonización de los microorganismos del retículo-rumen, resultando en una alta actividad metabólica (Berchielli et al., citados por Dantas et al., 2010), especialmente por el contacto de la saliva, eructos, bolos ruminales. A partir de las ocho semanas de vida, el retículo-rumen tiene características, proporciones,

frecuencia y motilidad de los ciclos de adultos (Gutiérrez et al., citados por Dantas et al., 2010).

En un estudio realizado por Lyford, citado por Ventura y Barrios (2002) a terneros de raza lechera (cuadro 1) se puede ver el efecto del alimento sobre el desarrollo del rumen. Cuando la leche fue exclusiva en la dieta del ternero se observó la falta de desarrollo ruminal en comparación cuando a la misma se le agregó heno o concentrado.

Cuadro 1. Efecto de distintas dietas sobre el peso del tejido seco libre de grasa del retículo-rumen de terneros.

Dieta	<sup>1</sup> PV ternero	Retículo-rumen	
	kg	gramos	<sup>2</sup> g/kg
Recién nacido	35,4	20,9	0,59
13 semanas de edad:			
Leche	93,1	78,7	0,85
Leche + concentrado	104,9	356,1	3,39
Leche + heno	53,6	195,9	3,65
Leche + heno+ concentrado	94,0	250,5	2,67

<sup>1</sup>PV peso corporal vacío (gramos); <sup>2</sup> g/kg de peso corporal vacío.

Fuente: adaptado de Lyford, citado por Ventura y Barrios (2002).

Según Castro y Elizondo (2012) uno de los principales objetivos de la alimentación de terneros es maximizar el desarrollo del rumen para obtener la capacidad de utilizar los forrajes. Los granos de cereales forman parte de la dieta balanceada de terneros y son la principal fuente del almidón, durante el procesamiento de estos granos los mismos sufren alteraciones químicas y físicas que hacen incrementar la digestibilidad del almidón y por lo tanto afectar positivamente la fermentación en el rumen (Huntington, 1997). En el experimento realizado por estos autores evaluaron el desarrollo ruminal de terneros Holando alimentados con un iniciador sometido a diferentes procesos: alimento en harina, alimento en harina + forraje, alimento peletizado y alimento extrusado, y obtuvieron como resultado que no hubieron diferencias significativas entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) en el peso de los compartimentos del estómago. Sin embargo, los animales que consumieron el alimento extrusado presentaron menor altura de papilas en comparación a los que consumieron en forma de harina y harina + forraje, además los alimentados con extrusado también tuvieron menor grosor de pared ruminal que el tratamiento con harina. Los autores concluyeron que un adecuado desarrollo del rumen tuvo que ver más con la alimentación que con la edad de los animales. Esto se debe tener en cuenta para evitar posibles enfermedades, y tener adecuadas ganancias de peso.

Beharka et al. (1998) también estudiaron en terneros de raza Holando el efecto de la forma física de la dieta (dieta finamente molida vs. sin moler) sobre el desarrollo fisiológico del rumen. Las dietas poseían el mismo perfil nutricional. Los autores encontraron que el pH fue menor en dietas molidas. En relación a las concentraciones de AGV, los terneros que consumieron dieta molida presentaban mayor concentración de los mismos pero la diferencia no fue significativa ( $P=0,12$ ), por lo tanto Beharka et al. (1998) indicaron que el pH más bajo registrado en terneros que consumieron dieta molida no puede ser atribuido totalmente a una mayor concentración de AGV. La forma física de la dieta no afectó el recuento de bacterias anaeróbicas, el tamaño del retículo-rumen ( $P>0,1$ ) ni el grosor de la pared ruminal pero sí afectó la forma, distribución y longitud de las papilas.

Castro y Elizondo (2012) en base a los resultados que obtuvieron Beharka et al. (1998), mencionado en el párrafo anterior, pudieron inferir que la menor longitud de papilas y el menor grosor de pared en los terneros que fueron alimentados con dieta extrusada en relación con aquellos que consumieron en forma de harina, puede estar explicado por una mayor concentración de AGV en éstos últimos.

En la figura 2 elaborada en base a Gadberry (2008), se integran los conceptos establecidos en los puntos anteriores, observándose que a medida que el ternero se desarrolla, la importancia de la leche materna decrece y la dieta pasa a componerse en mayor medida de forraje, y además se percibe que disminuye la GMD lo que podría deberse a la limitante que tiene este último alimento durante el crecimiento. Esto último indica que la eficiencia disminuye, ya que la cantidad de leche necesaria para producir un kg de aumento de peso se va incrementando (Bavera, 2005).

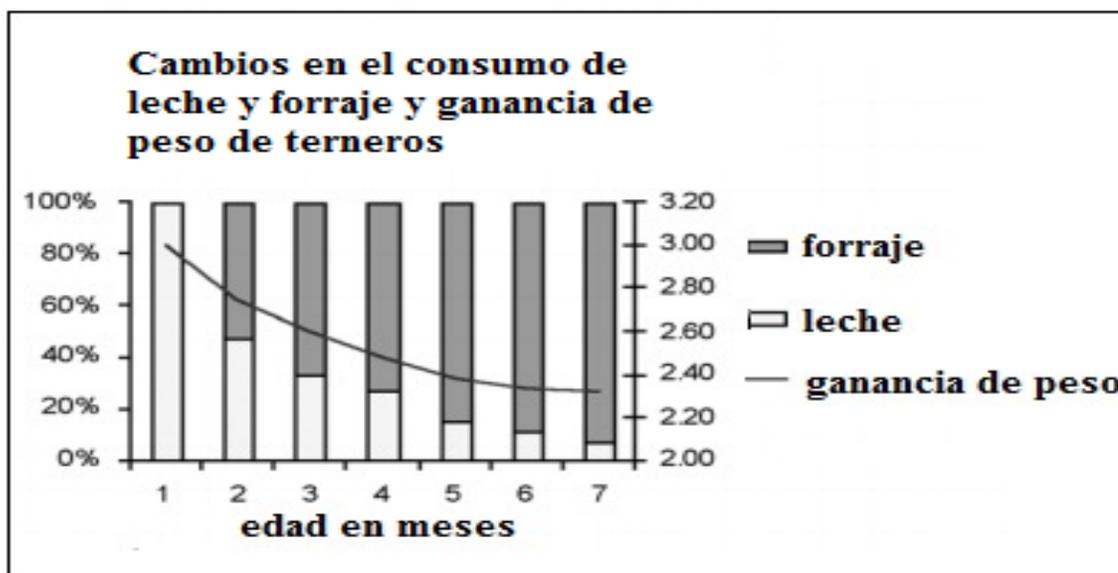


Figura 2. Cambios en el consumo de leche, de forraje (% MS) y ganancias de peso (libras) (elaborada en base a Gadberry, 2008).

Bagley et al. (1987) en su experimento de 5 años, utilizando vacas y terneros de raza Angus y AA x HE, donde evaluaron la influencia de la época de parto (otoño vs. primavera) y la carga animal (alta: 45 vaca-ternero vs. baja: 35 vaca-ternero) sobre la productividad del par vaca-ternero. Vacas y terneros fueron colocados en 12 ha, que se dividieron en 4 potreros, 3 de ellos con pasturas permanentes con predominancia de *Cynodon dactylon* y el potrero restante de 2,8 ha destinado al creep grazing para los terneros, compuesto por praderas mezclas (centeno, raigrás y trébol blanco). Estos autores sostuvieron que tanto a bajas como a altas cargas animales se podría ver limitada la tasa de ganancia de terneros, en particular los nacidos en primavera, y lo fundamentaron por el hecho de que en el final del verano en Louisiana (EUA), se constataron menor cantidad de precipitaciones en promedio, por lo que la tasa de crecimiento de la pastura se redujo. Esto último provocó que hubiera menor cantidad de forraje, aumentando la presión de pastoreo, y la pastura además perdió calidad. Este efecto no fue importante en los terneros nacidos en otoño ya que se destetaron en julio, donde se presenta mayor precipitación promedio y por tanto mayor oferta de forraje.

Las pasturas naturales limitan el consumo de energía digestible por parte de los rumiantes debido a los componentes de la pared celular que presentan y por poseer baja tasa de digestión. Por lo tanto, con el fin de satisfacer la demanda de energía, una fuente de energía más concentrada y digestible se añade con frecuencia a la dieta (Berchielli et al., citados por Dantas et al., 2010).

Los antecedentes en consumo de leche muestran la relación que existe entre éste último con el peso al destete y a medida que el ternero crece esa correlación disminuye. El peso relativo de la leche en la dieta base del ternero varía con el crecimiento del animal, producto de la disminución de la producción de leche de las madres, ya sea por restricción del nivel nutritivo o porque la curva de lactancia se encuentra avanzada. Como se vio en los diferentes trabajos citados la producción de leche de las madres depende del nivel nutritivo o de la oferta de forraje a la cual se las someta, así como también del genotipo que las vacas presenten, es decir si se trata de puras o cruza. En relación a esto último hay tener presente la interacción genotipo por ambiente. Respecto a los antecedentes de consumo de forraje se puede ver cómo éste último aumenta a medida que el ternero crece y desarrolla los compartimentos de los pre estómagos para poder digerir alimentos sólidos como se presentó en algunos trabajos. Los antecedentes también muestran cómo los consumos de forraje y de leche pueden llegar a no cubrir los requerimientos nutricionales del ternero y por lo tanto limitar la tasa de ganancia. Es por esto último que se procede a evaluar las diferentes estrategias nutricionales para aumentar el peso al destete o a los 180 días de edad de los terneros.

## 2.2. ESTRATEGIAS NUTRICIONALES PARA INCREMENTAR EL PESO AL DESTETE

Las estrategias se pueden diferenciar en dos grupos: alimentación del par vaca-ternero y la alimentación del ternero. En el primer grupo incluye la mejora de la alimentación del par vaca-ternero a través del aumento de la oferta de forraje en combinación con el grupo genético (vacas cruza vs. puras) y la suplementación corta o flushing. En el segundo se encuentran el destete precoz a corral (DPC), la suplementación de terneros destetados precozmente en comederos de autoconsumo sin agregado de sal como limitador de consumo, el creep grazing y por último el creep feeding. Todas estas estrategias se describirán a continuación.

### 2.2.1. Alimentación del par vaca-ternero

Carriquiry et al. (2012) instalaron y manejaron un experimento de largo plazo (desde mayo 2007 a mayo 2010), en pastoreo sobre suelos representativos del Noreste del Uruguay, Zapallar y Fraile Muerto; Estación Experimental Bernardo Rosengurt (EEBR), Facultad de Agronomía, Cerro Largo, en el cual se evaluó el efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad primaria, atributos de la pastura y performance de vacas multíparas en pastoreo en campo natural. Los tratamientos fueron dos ofertas de forraje; alta (AOF = 10 kg MS/100 kg PV/día) y baja (BOF = 6 kg MS/100 kg PV/día) y dos grupos genéticos; vacas puras (Hereford y Aberdeen Angus) y cruce (F1 AA\*HE y HE\*AA). La mayor producción de forraje en AOF permitió que la carga animal durante el período experimental no difiriera entre ofertas de forraje resultando de 382 y 398 ± 7 kg PV/ha para AOF y BOF,

respectivamente. A inicio del período de monta controlada se aplicó a todos los terneros destete temporario (DT) con separación física de la vaca durante 12 días. Una vez finalizado el DT se suministró a todas las vacas en forma grupal 2 kg de afrechillo de arroz entero por día durante 20 días (flushing). A los 5 días de retornados los terneros con las vacas fueron nuevamente separados de forma definitiva.

El control de la oferta de forraje generó una diferencia en producción de forraje de 950 kg de MS/ha/año entre AOF y BOF en el período experimental. Asimismo, el PV del ternero al destete (ajustado a 180 días) promedio de tres años fue mayor en AOF que BOF (191 vs.  $162 \pm 4$  kg) y en terneros hijos de vacas cruza que puras (189 vs.  $165 \pm 4$  kg), siendo la diferencia en el PV del ternero al destete entre los extremos AOF-cruzas y BOF-puras de más de 30 kg (Do Carmo et al., 2013). Dicha interacción se explicó porque los terneros hijos de vacas cruza en AOF fueron más pesados en todas las edades. Los hijos de vacas puras en BOF difirieron del resto en forma significativa en todas las fechas lo cual no sucedió con los hijos de vacas cruza en BOF y vacas puras en AOF los cuales no se diferenciaron entre sí. La mayor ganancia diaria de los terneros hijos de vacas en AOF y cruza se asoció a una mayor producción de leche que se caracterizó por presentar el pico de producción máxima de leche (y de energía en leche) durante el primer mes de lactancia, independientemente de la oferta de forraje.

Astessiano et al. (2013) evaluaron a través de dos de sus experimentos, el flushing corto con afrechillo de arroz y campo natural mejorado con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, sobre la respuesta productiva, reproductiva y metabólica de las vacas primíparas. En un caso, se utilizaron vacas primíparas con sus respectivos terneros. A los 48 días posparto y por un período de 23 días los animales fueron asignados a dos tratamientos nutricionales: campo natural (CN) o Lotus Rincón (LR); luego ambos grupos pasaron a pastorear campo natural en conjunto durante 80 días. En el segundo experimento se utilizaron vacas primíparas Hereford, Angus y sus cruza con sus respectivas crías pastoreando campo natural, y fueron suplementadas o no por 21 días con afrechillo de arroz integral a razón de 2 kg/animal/día. Los resultados que obtuvieron en el experimento uno fueron que las vacas aumentaron de PV y condición corporal desde el inicio al final del experimento, siendo mayor la ganancia de las que estaban en LR por 23 días con relación a las que pastoreaban en CN. En cuanto a los terneros que estuvieron en LR tuvieron mayor PV al destete ( $148,2$  vs.  $138,6 \text{ kg} \pm 3,0$ ) y ganancia diaria pre-destete ( $0,8$  vs.  $0,74 \pm 0,01$ ) que los que permanecieron en campo natural. Los autores asociaron el mayor PD de los terneros a una mayor producción de leche de las madres, debido al incremento en el plano nutricional o a los cambios en la calidad de la dieta. Los resultados del segundo experimento fueron que la suplementación con afrechillo de arroz integral no afectó el PV ni la condición corporal de las vacas. Tampoco observaron diferencias en PV y ganancia de los terneros entre los tratamientos, promediando  $107 \pm 1,3$  kg en PV y  $0,83 \pm 0,04$  kg/ día respectivamente. Con estos resultados los autores indicaron que la suplementación con afrechillo de arroz

no afectó la producción de leche de las madres, ya que el PV y la producción de leche están asociados, como se ha visto en ítems anteriores en esta revisión.

### 2.2.2. Alimentación del ternero

Una posible estrategia para la mejora del peso a los 180 días, es realizar el DPC a los terneros, cuando éstos tienen un peso mínimo de 70 kg de PV y 60 días de edad, ya sea suministrando el alimento en forma restringida o *ad libitum* (Simeone y Beretta, 2012). Estos autores reportaron resultados de la performance animal que se obtuvieron con alimentación a corral restringida, GMD de 1,0 kg/día, con pesos a los 180 días de 190 kg. Respecto a la alimentación a corral *ad libitum* se lograron GMD de 1,2 kg/día y 240 kg de PV a los 180 días de edad. Este manejo permitió elevar las GMD respecto al destete precoz (DP) y la suplementación 1% en pastoreo, para la cual se reportan GMD similares a la de terneros al pie de la vaca (Simeone y Beretta, 2012). En esta misma línea Henderson et al. (2015) en su experimento, brindando suplemento a voluntad en autoconsumo sin agregado de sal como limitador del consumo, con ofertas mayores de suplemento y bajo consumo de forraje (1,89% del PV), permitieron sin embargo GMD similares (1,114 kg/a/día) a la alimentación a corral *ad libitum*.

Contrariamente al DP, otras estrategias plantean la alimentación diferencial predestete del ternero dirigida a incrementar el peso al destete: éstas son conocidas como creep grazing o pastoreo diferencial del ternero al pie de la madre y creep feeding. La primera busca maximizar el consumo de materia seca digestible por parte de los terneros, brindándoles acceso a forraje más abundante y de mejor calidad que el que se les ofrece a las vacas (Bavera y Peñafort, 2006). Según Blaser, citado por Scaglia (2004), los terneros al tener acceso a mejores pasturas, seleccionan partes de las plantas que poseen mayor digestibilidad y proteína así como contenidos menores de fibra y lignina. Según Lusby, citado por Scaglia (2004), como regla general, entre 14 y 20 terneros por hectárea pueden manejarse en un sistema de alimentación preferencial con pasturas. En las condiciones de Uruguay, las pasturas que mejor se adaptarían a esta técnica serían: moha, un semillero de Lotus o un mejoramiento de campo (Scaglia, 2004).

Otra técnica a presentar es creep feeding, según su traducción del inglés "creep" significa gatear o "rastrear", con alusión al movimiento que el ternero tendría que hacer para tener acceso al comedero, y la palabra "feeding" se refiere a la alimentación propiamente dicha (Taylor y Field, citados por Dantas et al., 2010). El creep feeding, se entiende como la práctica de proporcionar alimento (energético y/o proteico) a terneros lactantes excluyendo el acceso a las vacas (Gottschall, 2002). El alimento puede ser de diferentes formas, incluyendo heno, ensilaje o pasto, pero es más comúnmente usado la mezcla de granos (Hamilton, 2002). La utilización de la técnica se justificará con forrajes de calidad y cantidad limitada como destacan Nogueira et al. (2006), Gadberry

(2008), ya que como indica éste último, el creep feeding no sería económicamente viable cuando los terneros tienen acceso a forraje de alta calidad. Figurina et al. (2000), Viñoles et al. (2012) indican que a partir de los 2 meses de edad es donde la nutrición focalizada con concentrados (creep feeding) podría ser utilizada estratégicamente para favorecer el crecimiento de esta categoría, ya que como se dijo anteriormente a esa edad el ternero no cubre sus requerimientos solamente con leche y forraje. Sin embargo, Pacola et al. (1989) en su experimento con terneros Nelore reportaron que el creep feeding tuvo mayor respuesta a partir del cuarto mes de vida de los animales, aun cuando el mismo comenzó a los 2 meses de edad en promedio. Los terneros que comenzaron la suplementación a los 4 meses de edad obtuvieron mayores pesos al destete ajustado a los 210 días que los testigos de similar edad y que los terneros que tenían 1 y 2 meses de edad al inicio del creep feeding.

### 2.3. CREEP FEEDING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR EL PESO AL DESTETE

#### 2.3.1. Descripción general de la técnica

El objetivo de la técnica, es obtener mayor tasa de ganancia y peso al destete y cubrir los requerimientos del ternero que no son cubiertos por leche y forraje (Eversole, 2001).

Las ventajas que presenta el creep feeding son: ayuda en el control de parásitos, expresa el potencial genético de animales mejorados, proporciona una producción uniforme de terneros, mejora programa de comercialización mediante el mayor peso de los terneros (Eversole, 2001), reducción del estrés en el destete (Omafra, Taylor y Field, citados por Dantas et al., 2010), acelera el desarrollo del rumen (Omafra, citado por Dantas et al., 2010).

Como desventajas de la técnica se indican: puede perjudicar la futura producción de leche de las vaquillonas de reemplazo, puede bajar la ganancia y eficiencia en feedlot, ser difícil en áreas remotas, producir terneros muy pesados con un descuento en el precio, imposible con herbívoros de compañía, como las ovejas o cabras (Eversole, 2001), el costo de la ganancia de peso adicional puede ser mayor que los ingresos, poca diferencia de peso al año entre los animales que recibieron o no suplemento, poca o nula diferencia de precios en la comercialización pos destete de animales que recibieron o no suplementación (Taylor y Field, citados por Dantas et al., 2010),

Para Gottschall (2002), la ganancia extra al final del creep feeding puede resultar en ganancias más lentas y costosas durante el período siguiente. La baja eficiencia de los terneros alimentados en creep feeding depende de si el suplemento

promueve el crecimiento muscular y esquelético en lugar de grasa. En caso que los terneros posean demasiada grasa, el rendimiento en el corral de engorde será menor.

Otras desventajas del creep feeding son evidentes después del destete como se describe por Silva, citado por Dantas et al. (2010), si los terneros han recibido la suplementación con exceso de energía y/o un consumo excesivo ( $> 1,5$  kg/animal/día) de suplementación en ese período, pueden depositar más tejido grasa sobre tejido muscular.

### 2.3.1.1. Infraestructura

La implementación del creep feeding no requiere de instalaciones sofisticadas. Las mismas deben permitir el libre acceso de los terneros a los comederos e impedir el de sus madres (Cargill 1995, Barbosa, citado por Dantas et al. 2010). Existen diferentes diseños de instalaciones que pueden construirse con polines, piques, postes y alambres (Bentancor et al., 2013). Se recomienda que tenga una altura de travesaños de 0,80 m. a 1 m. de altura y un ancho por el cual sólo puedan pasar los terneros. En la figura 3 se muestra un esquema del corral de creep feeding a modo de ejemplo (Carreras, 2012). La abertura se puede realizar colocando un travesaño superior entre dos postes (Cargill 1995, Carreras 2012) o bien sería quitar los cuatro (3 a 5) alambres inferiores en los corrales de 7 hilos (Cargill 1995, Bavera y Peñafort 2006, Carreras 2012).

Ninguno de los autores anteriormente mencionados aconseja emplear alambrados eléctricos, pues pueden provocar un rechazo por parte de los terneros.

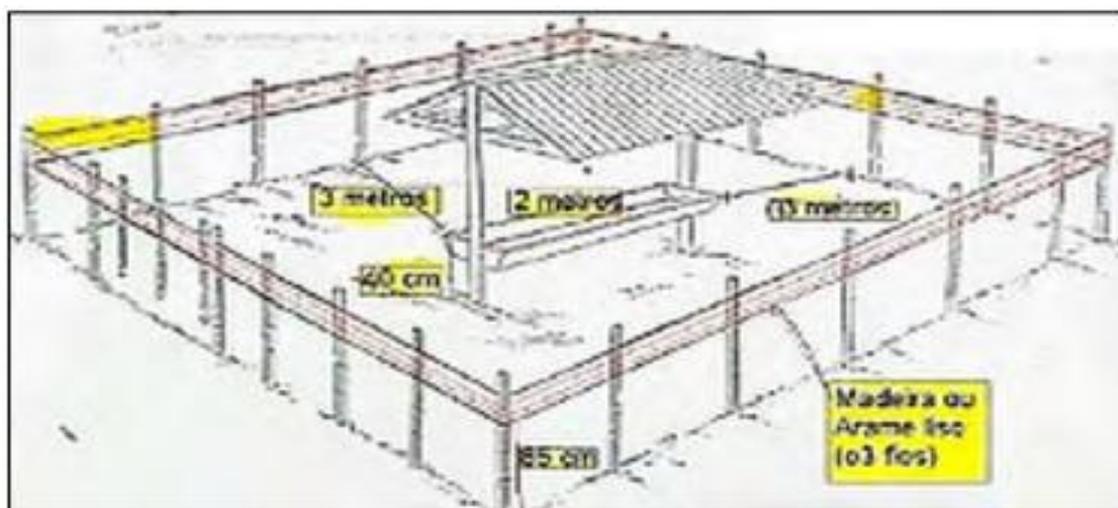


Figura 3. Esquema de un tipo de infraestructura de corral creep feeding (Carreras, 2012).

Se sugiere que la instalación se encuentre dentro del potrero en que pastorean las vacas, cercano a los lugares donde se concentran mismas, como ser bebederos,

reparos y/o sombra (Cargill 1995, Eversole 2001, Gottschall 2002, Bavera y Peñafort 2006, Carreras 2012). Deben situarse estratégicamente de forma que sea una zona ventilada para los días calurosos de verano, y ser lo suficientemente grandes para congregarse toda el rodeo (Eversole, 2001).

Los comederos que se pueden utilizar dentro del corral son bateas y/o tipo autoconsumo colocados a unos 50 cm de suelo (Bavera y Peñafort, 2006) y que aseguren 30 cm lineales por animal en el caso de utilizar bateas y 5 a 10 cm por animal en el caso de comederos de autoconsumo (Hamilton 2002, Carreras 2012).

#### 2.3.1.2. Acostumbramiento

Según Carreras (2012) el acostumbramiento de los terneros a la suplementación se debe comenzar a una edad promedio de 60 días, o con un peso entre los 70 y 120 kilos. Para llevar a cabo el acostumbramiento de los terneros a ingerir ración existen diferentes alternativas, una de ellas sería encerrar en el recinto alguna vaca acostumbrada a comer ración, junto con algunos terneros hasta que éstos últimos comienzan a consumir el alimento, una forma de atraer a la vaca podría ser desparramando algo de ración (Bavera y Peñafort, 2006) y/o administrando sal alrededor del corral (Viñoles et al., 2014). O bien se podría incorporar un lote de terneros ya acostumbrados a consumir el suplemento para que hagan de señuelo para el resto (Cargill, 1995). Otra opción sería colocar fardos sobre los comederos para favorecer el consumo inicial (Cargill 1995, Carreras 2012). Otra forma de acostumbrar a los terneros sería colocar los comederos al lado de los bebederos y se rodea a los animales por un par de horas todos los días durante una semana para que los terneros por curiosidad entren al comedero y se acostumbren a consumir el alimento (Cargill, 1995).

#### 2.3.2. Fuentes de variación de la respuesta al creep feeding

Las respuestas esperadas al creep feeding pueden ser muy variables porque dependen de muchos factores: cantidad y calidad del forraje, producción de leche de la madre, potencial genético, sexo y peso inicial de los terneros, edad al destete, tiempo y nivel de suplementación y tipo de suplemento proporcionado (proteína o energía) (Pacola et al., citados por Dantas et al., 2010).

##### 2.3.2.1. Tipo de suplemento y composición de la dieta

El tipo de suplemento en el creep feeding depende de los nutrientes que están limitando el crecimiento potencial del ternero y que no son aportados por la leche materna o la pastura (Gottschall 2002, Loy et al., citados por Gelvin et al. 2004). En general los más estudiados pueden ser clasificados como energéticos o proteicos.

El tipo de suplemento a utilizar depende fundamentalmente de la calidad y cantidad de forraje disponible, afectando directamente en cuanto a que es un componente de la dieta que representa una mayor proporción de la misma a medida que el ternero crece (de Andrade Rodrigues y da Cruz 2002, Gadberry 2008) e indirectamente afectando la producción de leche de la madre. Además de Andrade Rodrigues y da Cruz (2002) expresan que los terneros son más selectivos al pastorear y que a la edad de tres meses, más de la mitad de la energía necesaria proviene de otras fuentes de alimentos distintos de la leche materna.

Correspondiente a lo antes dicho Gadberry (2008) hace una revisión de varios estudios y experimentos de creep feeding con diferentes bases forrajeras y sobre la cual se pueden extraer algunas conclusiones. Cuando la pastura es de alta calidad sería más beneficioso un suplemento con más concentración energética que un suplemento proteico. Otra de las conclusiones es que cuando disminuye la calidad de la pastura, por menor disponibilidad hídrica o estado de desarrollo de las pasturas, es más probable encontrar respuesta a la suplementación. También destaca que si las pasturas no son fertilizadas con nitrógeno es esperable respuesta al creep feeding si la ración contiene más proteína. Esto es contrario a lo que plantean Lopes et al. (2014), quienes concluyen en base al experimento que la ración suplementaria puede contener más proteína aunque la calidad del forraje pueda indicar que no será limitante, lo que explica en parte porque la ingesta de suplementos con niveles de proteína cruda (PC) entre 8 y 30% sustituye parcialmente el pasto ingerido por los terneros y aumenta la digestibilidad de la dieta.

A pesar de las consideraciones anteriores la mayoría de los autores plantean ciertos rangos de concentración de energía y proteína necesarios para satisfacer los requerimientos de los terneros. El contenido mínimo de nutrientes digestibles totales (NDT) que debe tener la ración utilizada es de 70 %, alrededor de 2,8 Mcal EM/kg MS y un tenor de 15 a 19 % de proteína digestible o entre 18 y 22 % de proteína bruta (se correlaciona negativamente con la edad del ternero). Dietas con estas características pueden lograr un elevado ritmo de crecimiento (Cargill 1995, Bavera y Peñafort 2006, Viñoles et al. 2012). Hamilton (2002), sostiene que si la dieta es ofrecida *ad libitum*, el contenido energético debe ser de entre 65 y 75% de NDT en materia seca, y la proteína puede disminuir de 16% cuando son terneros livianos, de menos de 180 kg, a 14% cuando superan este peso, al tiempo que aumenta la concentración energética de la dieta. Este aspecto también es manejado por Dantas et al. (2010) quienes señalan que se debe tener en cuenta la edad y estado fisiológico del ternero cuando se formula el suplemento. Estos autores también detallan que el contenido de proteína del suplemento no debe ser suplido con nitrógeno no proteico, debido a la limitada capacidad de producción de biomasa microbiana en el rumen (Pordomingo, 2005) y las sales minerales complementarias dependen del campo en el cual se lleve a cabo, aspecto también tenido en cuenta por Bavera y Peñafort (2006).

Si la base forrajera es de muy baja calidad se pueden utilizar suplementos proteicos que aporten entre 150 y 200 gramos de proteína diaria que permitan aumentar la tasa de pasaje y digestibilidad de la pastura. En los casos en que la base forrajera es de mayor calidad, es conveniente utilizar suplementos que minimicen la sustitución forrajera. Para ello es importante evitar alimentos extremadamente ricos en almidón y lograr un buen nivel energético con altos niveles de fibra digestible y grasas (Cargill, 1995).

Tarr et al. (1994), Cremin et al., citados por Soto-Navarro et al. (2004) concluyeron que alimentar a base de granos disminuye el consumo de forraje y digestibilidad de la fibra. En otros estudios han reportado efectos negativos sobre el consumo de forraje con una cantidad limitada de suplemento basado en cáscaras de maíz o soja (Faulkner et al., Loy et al., citados por Soto-Navarro et al., 2004). Otros autores señalaron que además puede conducir a problemas sanitarios de orden metabólico como: cetosis, acidosis metabólica, diarrea (Gutiérrez et al., citados por Dantas et al., 2010).

Gelvin et al. (2004) probaron fuentes de alimento para la preparación de suplemento con fibras altamente digestibles y obtuvieron que el pH ruminal se redujo con la adición de complemento pero la digestibilidad del forraje no se vio afectada.

El éxito del creep feeding depende en gran magnitud del consumo de suplemento, y para lograr altos niveles de consumo de suplemento debe ser muy agradable al paladar (Hamilton 2002, Bonilha, citado por de Andrade Rodrigues y da Cruz 2002). Con un suplemento palatable se logra inducir a los terneros a consumir el suplemento desde edades tempranas (Bavera, 2005). Hamilton (2002) también sugiere que cuando se suplementa se debe mantener alimento fresco y de apetito y limpiar cualquier alimento sobrante cada día. Para aumentar la aceptación del ternero se debe mejorar la palatabilidad con el agregado de saborizantes (Cargill, 1995), melaza o salvados de trigo (Hamilton, 2002). En cuanto a esto Eversole (2001), propone que la adición de melaza de caña a la ración del creep feeding a razón del 5% del peso de la ración disminuye los problemas de polvo y aumenta la palatabilidad, mientras que Andrigueto, citado por Dantas et al. (2010) afirma que la adición de melaza al 3% logra de igual manera estimular el consumo.

### 2.3.2.2. Nivel de suplementación: restringida vs. *ad libitum*

Varios autores destacan que la superioridad en ganancias de peso obtenidas con el creep feeding se logran tanto cuando se restringe el suplemento (Lardy et al., 2001) como cuando se suplementa *ad libitum* (Stricker et al., Prichard et al., Faulkner et al., citados por Gelvin et al., 2004), respecto a los animales que no reciben suplemento.

Lusby, citado por Lopes et al. (2014) afirma que si los terneros tienen acceso a forraje de calidad, la efectividad del creep feeding con suministro de concentrado a voluntad, es reducida, ya que en general la conversión más eficiente del creep feeding se obtiene cuando los terneros no alcanzan su potencial con forraje y leche. Cargill (1995), en condiciones comerciales recomienda que a partir de los dos meses de edad el suplemento debe ser ofrecido *ad libitum* o entre 0,75 y 1,5% del peso vivo de los terneros, y para lograr esto último, se puede hacer dosificando el alimento diariamente o en el caso de autoconsumo utilizando limitantes de consumo como la sal.

De Andrade Rodrigues y da Cruz (2002) en creep feeding recomiendan proporcionar 0,5 a 1% del peso vivo con lo que se logra consumos en promedio de entre 0,6 a 1,2 kg/animal/día. Además según Corah, citado por Dantas et al. (2010) cuando la suplementación diferencial se restringe al 1% del peso vivo no se produce rechazo independientemente de la formulación y presentación de la dieta. Limitar la alimentación puede resultar en una ganancia total de peso inferior, pero la cantidad de alimento suplementario por unidad de ganancia de peso adicional se reduce, haciendo la técnica más eficiente y rentable (Hamilton 2002, Gadberry 2008). Contrario a ello Nogueira et al. (2006) en un experimento donde ofrecían suplemento al 1% del peso vivo, obtuvieron que el consumo estuvo por debajo de lo ofrecido, resultado también observado por Siqueira et al., citados por Nogueira et al. (2006).

En los antecedentes mencionados para el nivel de suplementación, el cual es el foco de estudio en el presente trabajo se puede ver que la mayoría de los autores recomiendan restringir el nivel, exponiendo como principal argumento, evitar que empeore la eficiencia de conversión, debido a la sustitución de forraje por concentrado. En este sentido Hodgson, citado por Cangiano (1996) concluye que las circunstancias que hacen que el concentrado o ración funcione verdaderamente como suplemento, sin disminuir el consumo de forraje son limitadas en la mayoría de los casos, debido a que al aumentar el consumo de suplemento aumenta la tasa de sustitución. Sin embargo, otros autores encuentran ventajas tanto en restringir o suplementar *ad libitum*. Por todo lo antes visto las respuestas al nivel de suplementación van a depender de las condiciones ambientales que afectan la producción y la calidad del forraje, y consecuentemente la producción de leche de las vacas, ya que tanto el forraje como la leche son parte de la dieta del ternero. Además de las condiciones ambientales va a depender del biotipo y de la interacción genotipo x ambiente.

#### 2.3.2.3. Limitación del consumo

La limitación del consumo de suplemento en el creep feeding se puede lograr mediante el agregado de entre 5 y 10% de sal a la ración (Gadberry, 2008). Según Lusby et al. (1985) esos niveles de sal resultaron efectivos para permitir que el ternero consuma alrededor de 0,5 kg de un concentrado proteico (harina de soja), y con efecto favorable

sobre el consumo y digestibilidad del forraje. Además, puede potencialmente disminuir los trastornos digestivos asociados a altos niveles de ingesta del mismo; ya que con alto consumo de suplemento, el engorde posiblemente sea excesivo para terneros, entendiéndose como un factor que puede desmejorar el valor de venta de ese animal y la eficiencia reproductiva de hembras de reemplazo (Hamilton 2002, Silva, citado por Dantas et al. 2010). Hamilton (2002), destaca que si se limita el consumo, se puede suministrar dietas con mayores tenores de proteína o concentración energética. También cuando se usan dietas de alta calidad es recomendable la adición de ionóforos para mejorar la eficiencia (Gadberry, 2008).

Sampaio et al. (2002) trabajaron con 2 niveles de sal (NaCl) en la ración para limitar el consumo, no obtuvieron diferencias en ganancia de peso, frente a los testigos, en el tratamiento con 5% de sal, lo que lo atribuyeron al efecto de sustitución de forraje por concentrado. En el tratamiento con 10% de sal el consumo de suplemento fue menor en etapas iniciales, pero cuando el forraje y la producción de leche comenzaron a ser limitantes del crecimiento, el consumo se equilibró a los animales con 5% de sal en la ración, lo que permitió una mayor eficiencia de conversión.

#### 2.3.2.4. Producción de leche

Respecto a la producción de leche de las madres, como factor que afecta el efecto del creep feeding, la información es limitada; esto es debido probablemente a que es difícil aislar el efecto del forraje del efecto de la producción de leche y la interacción entre ellos. Si bien muchos investigadores piensan que por el hecho de suplementar, el ternero tomará menos leche, no hay pruebas científicas que lo aseguren (Lusby, citado por Scaglia, 2004). Al contrario algunos autores esperan que con la suplementación, el ternero acceda a altos niveles de energía y proteína sin interrumpir el consumo de leche (Martin, citado por Dantas et al., 2010). El consumo de forraje puede ser afectado por una ración palatable, pero el consumo de leche rara vez es afectado (Eversole, 2001).

En una pastura manejada convencionalmente, la producción de leche de las vacas que paren en la primavera disminuye a medida que la calidad de pastos y la disponibilidad disminuyen a través de la temporada. Y la eficiencia de conversión del creep feeding depende tanto de la calidad del forraje como la producción de leche de la madre (Hamilton, 2002).

Gelvin et al. (2004) en un experimento obtuvieron que el consumo de leche disminuyó linealmente a lo largo de la temporada, pero que no hubo diferencias en consumo de leche entre terneros suplementados y no suplementados. Además los terneros suplementados tuvieron mayor consumo total, sumando forraje, leche y suplemento.

Nogueira et al. (2006) indican que la mejora de las pasturas, como consecuencia de las precipitaciones, mejoró la GMD de los terneros, debido probablemente a la mejor producción de leche materna, y afectó de igual manera a los animales testigos que a los suplementados. Similares fueron los resultados obtenidos por Marques de Brito et al. (2002) donde las diferencias entre suplementados y testigos fueron reducidas debido a que las madres tuvieron acceso a un forraje de calidad y llegaron con buen estado nutricional al parto en ambos tratamientos.

Teniendo en cuenta el factor racial, a modo de ejemplo las vacas Nelore alcanzan su potencial máximo (4,7 litros/día) en los primeros 30 días de lactancia y se estabiliza hasta los 90 días, momento en el cual disminuye rápidamente hasta llegar a un promedio diario de 2,7 litros a los 5 meses. Las vacas de razas de origen europeo y sus cruza tienen mayor producción de leche que las vacas Nelore. Además de la raza o el grupo genético, la producción de leche de las vacas de pastoreo depende de la cantidad y calidad del forraje disponible antes del parto, traducidas en reservas corporales que influenciarán el peso al destete de los terneros (de Andrade Rodrigues y da Cruz, 2002).

#### 2.4. PERFORMANCE DE TERNEROS SOMETIDOS A CREEP FEEDING

El cuadro 2 presenta en forma resumida los antecedentes revisados sobre creep feeding resaltando en él los factores que pueden hacer variar la respuesta a la técnica y los resultados que se obtuvieron y fueron medidos en ellos, con el fin de relacionar las variables a determinada respuesta. La información reseñada corresponde a todos los artículos científicos encontrados que evaluaron el creep feeding y que registraron, al igual que en el presente experimento: peso vivo, GMD, consumo de suplemento y eficiencia de conversión, siendo también los más completos en información.

Cuadro 2. Resumen de revisión de antecedentes bibliográficos sobre creep feeding.

Raza	Ed (d)	Peso inicial (kg)	Pastura	Suplemento	Nivel	DCF (d)	C (kg MS/d)	GMD (kg/d)	PD (kg)	EC	*
Nelore	84	74,95 +/- 1,88	B. bizantina	20% PB, 75% NDT	1% de PV	135	0,61	0,6 (H)	163,8 +/- 2,53	5,5:1(M), 27:1(H)	1
	60			80% Maíz 20% H. Alg.		122	0,33		13 kg + vs. Testig	3,0:1	2
HE X AA	60	87,2	C. natural (CN)		<i>Ad libitum</i>	180		0,94	257	17,0:1	3
Canchim	55	107	B. bizantina	18-41% PC	<i>Ad libitum</i>	195	0,61-0,73	1	246,5	2,8:1	4
	60	87,9	P. sembrada	18% PB, 70% NDT	1 kg/d	150	0,88	0,9	224,1	2,8:1	5
HE X AA	75	97		Maíz, Af. Arroz, H. Alg.		133	1,6	1,78	204,3	6,75:1	6
Beefalo-Nelore	90	120	Brachiaria sp.	Maíz, H. soja y sorgo	5-10% NaCl	120	0,56	0,71 (H)	208,68		7
Hereford	75	79,5 +/- 1,9	CN 5,5% OF	18% PC, 2,7 Mcal EM/kg	1% de PV	126	1,1	0,885	191+/- 3,6	3,7:1	8

\* 1: Nogueira et al. (2006), 2: Pacola et al. (1989), 3: Lusby, citado por Scaglia (2004), 4: Marques de Brito et al. (2002), 5: Cargill (1995), 6: Bray (1934), 7: Itavo et al. (2007), 8: Bentancor et al. (2013).

Continuación Cuadro 2. Resumen de revisión de antecedentes bibliográficos sobre creep feeding.

Raza	Ed (d)	Peso inicial (kg)	Pastura	Suplemento	Nivel	DCF (d)	C (kg MS/d)	GMD (kg/d)	PD (kg)	EC	*
Hereford	75	79,4 +/- 2,9	CN 4 % OF	26% PC, 2,8 Mcal EM/kg	1,3% de PV	83		1,25	183,2		9
				8% PC, 73,9 % NDT		140		0,82	235,6		
Nelore	100	110 +/- 7,5	U. decumbens	19% PC, 77,3 % NDT	0,5 % de PV			0,926	250,5		10
				30% PC, 73,9 % NDT				0,889	245,5		
HE x AA	122	146,9				84	3,4	1,05	235,1	6,25:1	11 <sup>a</sup>
	150	151,8	Festuca	12,4% PC, 12,44 FC	<i>Ad libitum</i>	56	1,7	0,685	218,2	4,7:1	
	126	150,6				84	3,8	1,07	241,3	7,7:1	11b
	154	157,2				56	4,0	0,91	242,0	7,2:1	
Hereford	51 +/- 1	70 +/- 3	CN 342 +/- 2,2 kg/ha	23%PC, 2,8 Mcal EM/kg	<i>Ad libitum</i>	100	1,5	1,067	172 +/- 3	4,2:1	12
	52 +/- 1	69 +/- 3	CN 504 +/- 2,8 kg/ha					0,956	160 +/- 3	5,3:1	

\* 9. Guggeri et al. (2014), 10. Lopes et al. (2014), 11a. Tarr et al. (1994) año 1, 11b. Tarr et al. (1994) año 2, 12. Viñoles et al. (2013). Ed: Edad del ternero, DCF: Duración del creep feeding, C: Consumo. EC: Eficiencia de Conversión. EM: Energía metabolizable.

### 2.4.1. Consumo

Como se observa en la cuadro 2 una de las variables que más afecta el consumo promedio es la edad y peso al inicio del creep feeding donde, animales de edad más avanzada y probablemente más pesados, logran consumir en todo el período de suplementación más alimento que aquellos que comienzan más tempranamente. Este aspecto es apreciable si se compara los trabajos de Tarr et al. (1994), que utilizaron animales mayores a 120 días de edad y entorno a los 150 kg, que lograron consumos alrededor de los 3 kg/animal/día, con los trabajos de Cargill (1995), Bentancor et al. (2013) donde utilizaron animales de 60 y 75 días, 88 y 80 kg de PV y lograron consumos de 0,88 y 1,1 kg/animal/día respectivamente.

Otro de los factores que se observa en el cuadro 2 y podría afectar el consumo sería la raza, aunque éste parece influenciar el consumo a través de que los animales de razas continentales o animales cruza son a una misma edad más pesados. Por ejemplo Bray et al. (1934) utilizaron animales cruza británica HE x AA que con 75 días de edad tenían 97 kg mientras que Bentancor et al. (2013) empleó animales Hereford que a la misma edad tienen casi 20 kg menos, y que logran efectivamente consumir menos (1,6 vs. 1,1 kg/animal/día) que los empleados por los otros autores. En el trabajo de Marques de Brito et al. (2002) los terneros Canchim de su experimento tenían a los 55 días de edad 107 kg, pero no lograron un consumo tan elevado (0,610 kg/animal/día), por lo que la edad, como se mencionó anteriormente, también tendría un papel importante, aunque es probable que el peso al inicio de la suplementación sea el factor más determinante para el consumo.

Presumiblemente el nivel de suplementación tendría un claro efecto en el consumo, Nogueira et al. (2006) en su experimento reportaron consumos por animal de 0,610 kg/día en promedio para el período (135 días). Sin embargo, Viñoles et al. (2013) tanto a alta como a baja carga obtuvieron consumos por animal de 1,5 kg/día. Esta diferencia de consumos radica en que el nivel de suplementación en el trabajo de Nogueira et al. (2006) fue del 1% del PV y en el experimento de Viñoles et al. (2013) se suministró suplemento *ad libitum*. Otras posibles causas a la cuales se deben estas diferencias es a la raza y al ambiente, ya que el primer autor trabaja con ganado Nelore en Mato Grosso del Sur (Brasil) y el segundo con Hereford en Tacuarembó (Uruguay).

### 2.4.2. Ganancia diaria y peso al destete

La ganancia diaria y por consiguiente el peso al destete son variables más complejas al momento de analizar, debido a que dependen de muchos elementos, lo que dificulta encontrar una relación causa-efecto clara para estas variables. Entre los más importantes están, el potencial genético del ternero y la producción de leche de la madre, la cantidad y calidad de la pastura, el sexo, edad de los terneros al destete, condiciones

ambientales, consumo y tipo de suplemento y tiempo de suplementación (Viñoles et al., 2013).

El consumo de nutrientes es la principal variable para determinar la performance animal, si se asume que un mayor consumo de suplemento equivale a una mayor ingesta de nutrientes, los antecedentes revisados no son concluyentes, observándose en el cuadro 2 que en algunos experimentos un mayor consumo de suplemento no se tradujo en mayor ganancia diaria. En los experimentos de Tarr et al. (1994) la ganancia fue mayor cuando el consumo fue de 3,4 kg/animal/día (1,05 kg/día de GMD) que cuando fue de 4 kg/animal/día (0,91 kg/día de GMD), en similares condiciones, igual caso cuando se compara los resultados de Cargill (1995) que trabajando con terneros A. Angus de 88 kg al inicio, obtuvo consumos de 0,88 kg/animal/día y ganancias diarias de 0,9 kg/día, mientras que Bentancor et al. (2013) trabajando con terneros Hereford obtuvieron con consumos de 1,1 kg/animal/día una ganancia diaria de 0,885 kg/día. Esto podría estar asociado a que en el experimento de Cargill (1995) la base forrajera era una pastura sembrada en tanto que en el de Bentancor et al. (2013) se trató de campo natural, por lo que los terneros del primero pudieron haber dispuesto de una pastura de mayor calidad, lo que también pudo haber hecho que sus madres produjeran más leche. Este hecho manifiesta también la incidencia de los elementos antes mencionados tales como la calidad y cantidad de forraje y el potencial de producción de leche de las madres, en el crecimiento del animal pre-destete.

En este sentido varios de los trabajos muestran que el nivel de suplementación que luego se traduce en consumo, parece ser más importante cuando la base forrajera para los animales es limitante o de mala calidad para el desarrollo de los terneros, y aumentando la oferta de suplemento se logran mayores ganancias diarias. En el cuadro 2 se puede observar que en los trabajos de Nogueira et al. (2006), Ítavo et al. (2007), Bentancor et al. (2013) las ganancias diarias fueron entre 0,650 y 0,820 kg/día en promedio, y tienen la particularidad que en los dos primeros se trabajó sobre pasturas de *Brachiaria sp.* (gramínea tropical), y en el tercero sobre campo natural, y que el suplemento estuvo limitado al 1% del PV en los ensayos de Nogueira et al. (2006) al igual que en el de Bentancor et al. (2013) y limitado con sal en el de Ítavo et al. (2007). Por otro lado el ensayo de Viñoles et al. (2013) que también se desarrolló sobre campo natural obtuvieron ganancias diarias alrededor de 1 kg/día suplementando *ad libitum*.

En otros trabajos han probado la importancia del tipo de suplemento en la ganancia diaria. Lopes et al. (2014) evaluaron diferentes niveles de proteína cruda (8, 19 y 30%) en terneros Nelore sobre *Urochloa decumbens* con nivel de suplementación de 0,5% del PV durante 140 días. Los autores reportan una tendencia a la suba en GMD y por consiguiente de peso al destete a mayor cantidad de proteína cruda hasta el nivel 19%, para luego tanto la GMD como el peso al destete disminuir con nivel de 30% de

proteína cruda, lo que exhibe la existencia de un nivel óptimo de nutrientes para esta etapa de desarrollo.

#### 2.4.3. Eficiencia de conversión y sustitución de forraje por concentrado

Al suplementar el ternero puede haber un efecto de sustitución del forraje por concentrado, o un efecto de adición, dependiendo en qué situación se encuentre. Si hay altos niveles de sustitución la eficiencia de conversión es alta y viceversa. La situación cuando se da un mayor efecto de adición que de sustitución se da cuando la oferta forrajera está limitada por baja disponibilidad, baja calidad o alta carga animal, cuando la producción láctea de la madre es menor por tratarse de vaquillonas, pariciones de otoño, vacas muy viejas o con baja capacidad genética para producción de leche, lo que se podría resumir como una oferta de nutrientes limitante, lo que algunos autores destacan como factor determinante para una alta respuesta. También puede suceder que el ternero no pueda alcanzar un peso al destete adecuado, debido a que el potencial genético del mismo es muy elevado y no puede ser suplido con pasto y leche de la madre únicamente.

La ración suplementaria no debería afectar negativamente el consumo o la digestión del forraje (Loy et al., Caton, Dhuyvetter, citados por Gelvin et al., 2004). En relación a esto último varios autores sostienen que la suplementación con raciones con alta concentración de energía disminuye la ingesta de forraje (Lake et al., Chase, Hibberd, citados por Soto-Navarro et al., 2004), lo que coincide con Pordomingo et al., citados por Gelvin et al. (2004) quienes especifican que la ingesta de granos mayor a 0,4% de PV puede conducir a una disminución de la digestibilidad del forraje, lo que conduce a aumentar la sustitución. Esto se debe a que los carbohidratos solubles y rápidamente fermentables, tales como almidón o azúcar, pueden impedir la digestión de celulosa, debido a que provocan disminución del pH y una especialización de la flora ruminal, estableciendo una relación de competencia desfavorable a las bacterias celulolíticas que impide el uso eficiente de otra fuente de energía alternativa al almidón como lo es la celulosa (Bryant, citado por Soto-Navarro et al., 2004). Estos efectos parecen ser superados cuando se ingiere proteína degradable ruminal suficiente para aprovechar la energía (Olson et al., citados por Soto-Navarro et al., 2004).

Sin embargo, los resultados en cuanto al efecto de la suplementación sobre el consumo de forraje es dispar. Algunos autores reportaron diferencias en el consumo de forraje entre los terneros no suplementados y suplementados (Loy et al., citados por Gelvin et al., 2004). Tarr et al. (1994), Cremin et al., citados por Soto-Navarro et al. (2004) informan que el consumo de forraje disminuyó en los terneros suplementados donde se destaca que el suplemento fue a base de maíz. No obstante, Lardy et al. (2001) reportaron que el consumo de forraje tendió a ser mayor en los terneros no suplementados comparados con los terneros que recibieron suplementos de proteína

pasante, y por su parte Soto-Navarro et al. (2004) en su estudio obtuvieron que el consumo total de forraje y materia orgánica de la leche en terneros no se vieran afectados por la suplementación. En el mismo se muestra que el pH ruminal y la eficiencia microbiana no se vio afectada por la suplementación, muy probablemente debido a que el suplemento se basó en un alimento relativamente bajo en almidón y alto contenido de fibra potencialmente fermentable, lo que destaca el rol del alimento en estos factores de variación.

En términos generales, puede esperarse una buena eficiencia en la suplementación diferencial, cuando la ganancia diaria sin creep feeding se encuentra por debajo de 750 g y la cantidad y calidad de la pastura es suficiente, en cuyo caso se produce un efecto de adición y sustitución, y que se pueden lograr eficiencias de conversión tan dispares como 3:1 hasta 20:1, lo que variará en función de la calidad del alimento, época de parición, raza de la madre y de la cría, estado de la pastura, carga animal y clima, factores ya mencionados anteriormente (Cargill 1995, Bavera y Peñafort 2006).

En el cuadro 2 se pueden observar las diferentes eficiencias de conversión obtenidas por diferentes autores. Tarr et al. (1994), evaluaron el creep feeding durante 84 días y obtuvieron eficiencia de conversión entre 6,3 y 7,7 kg de suplemento por kilogramo de peso vivo adicional, los cuales fueron peores a los valores que lograron Viñoles et al. (2013). Ambos trabajos suministraron el alimento *ad libitum*, sin embargo, las diferencias en la eficiencia de conversión podría deberse a la pastura sobre la cual se realizaron los experimentos, festuca y campo natural, respectivamente. Otro de los factores que pueden explicar estas diferencias es la raza del ternero, ya que Tarr et al. (1994) trabajaron con animales cruza HE x AA y Viñoles et al. (2013) con ganado Hereford. Otra posible causa es la edad y peso de los animales al inicio del experimento, Tarr et al. (1994) utilizaron animales de 5 meses de edad y 150 kg de PV aproximadamente en comparación con Viñoles et al. (2013) que trabajaron con terneros de dos meses de edad y aproximadamente 70 kg de PV, sabiendo que a mayor edad del animal peor es la conversión del alimento en ganancia de peso.

Lusby, citado por Scaglia (2004) evaluó el efecto de la suplementación diferencial *ad libitum* en terneros cruza HE x Angus reportando una eficiencia de conversión 17:1, la cual resulta muy poco eficiente en comparación con los autores mencionados en el párrafo anterior. Esto puede deberse a que aunque se tratase de una pastura natural al igual que en el experimento de Viñoles et al. (2013), la misma se encontraba en excelente estado y junto con el consumo de leche, los animales tuvieron una oferta adecuada de alimento, por lo tanto hubo sustitución de forraje por concentrado, el autor reportó que el consumo de forraje fue un 12% menor al testigo sin suplementar.

#### 2.4.4. Consumo de leche

Bavera (2005) señala que a medida que aumenta la edad del ternero, disminuye la cantidad de veces que mama por día. En los primeros 3 meses de vida, el ternero de raza británica mama de 4 a 5 veces diarias, mientras que a los 6 meses en promedio lo hace sólo 3 veces diarias. La duración promedio de cada período de amamantamiento es de unos 10 minutos, con extremos de 1 a 30 minutos. Coincidiendo con esto, Nicol y Sharafeldin (1975) experimentaron con 24 vacas multíparas de razas Angus, AA x HE y AA x Shorthorn, toros de razas Angus o Friesian y sus respectivos terneros. Las vacas y terneros pastaban en un potrero de 10 hectáreas. Las observaciones a los animales fue de sol a sol durante dos días consecutivos a intervalos de aproximadamente 3 semanas. Los autores sostienen que a medida que el ternero crece, la frecuencia de succión (FS) disminuye. Esta disminución la asociaron con un aumento en el intervalo entre mamadas. El tiempo de permanencia en cada succión (PS) aumentó de 6 a 11 minutos, entre el nacimiento y los 35 días de edad, y luego se mantuvo bastante constante hasta los 120 días posparto. Esto determinó que el comportamiento de succión se mantuvo constante. Wagon, citado por Nicol y Sharafeldin (1975), encontraron que el tiempo medio de permanencia por mamar fue de 10,4 minutos para terneros Hereford en pastizales naturales que se compara con la duración en la succión para los terneros de más de 20 días de edad. La combinación de la disminución de la FS y el aumento de PS resultó en un tiempo total de succión (TTS) por día relativamente constante de entre 30 y 35 minutos en todas las edades. El TTS por 24 horas indicado por este mismo autor (Wagon, citado por Nicol y Sharafeldin, 1975) fue de 49 minutos, el cual es más largo que en estas observaciones, probablemente debido a la posibilidad de un período de amamantamiento más que ocurre durante las horas de la noche.

El creep feeding no tendría efecto en la frecuencia de amamantamiento, aunque se tienda a pensar que por el hecho de suplementar el ternero concurrirá menos veces a mamar. La mayoría de la evidencia sugiere que los terneros mamarán a máxima capacidad antes de consumir forraje o suplemento (Lusby s.f., Lardy et al. 2001, Lusby y Gill 2008, Viñoles et al. 2013). Respecto a esto, Cremin et al., Faulkner et al., citados por Tarr et al. (1994) indicaron que el nivel de consumo de alimento suplementario no se correlacionó con la ingesta de leche.

Echenique et al. (2010) experimentaron con 60 vacas multíparas y sus respectivos terneros, todos de raza Hereford. Con pariciones de primavera e inicio experimental en promedio a los 48 días posparto. Todos los animales tuvieron libre acceso al agua y pastorearon en potrero de 50 has de CN, dividido en 4 parcelas. Dos en carga alta (1,7 UG/ ha) y dos en baja (1,1 UG/ ha). A una de alta y otra de baja carga se les instaló creep feeding. Los resultados obtenidos, indicaron que dicha técnica no afectó frecuencia ni tiempo de amamantamiento. Sin embargo, Pigurina et al. (2000) evaluaron las técnicas creep feeding y creep grazing (CG) sobre el peso al destete y performance

reproductiva de las vacas, para ello utilizaron vacas Hereford con sus respectivos terneros, y obtuvieron como resultado que tanto el creep feeding como el creep grazing provocaron una disminución en el tiempo dedicado al amamantamiento por los terneros. En este caso, los tratamientos fueron CN + CF (suplementación 1 kg de ración comercial/animal/día), CN + CG (pastura de alta calidad a voluntad) y testigo, CN sin suplementación.

Existen contraposiciones respecto a la permanencia del amamantamiento, pero el tiempo total de succión o consumo de leche no es afectado por el creep feeding. Esto podría deberse a que el ternero prefiere primero la leche, luego una ración palatable y finalmente la pastura, por lo que con disponibilidad de leche y pastura, la ración se transformaría en el sustituto de ésta última.

#### 2.4.5. Comportamiento ingestivo

En cuanto al comportamiento ingestivo, varios de los autores argumentan que algunas de las ventajas del creep feeding se deben a que al ofrecer un alimento palatable, éste podría ser preferido antes que la leche y el forraje, y con ello reducir la frecuencia de amamantamiento (Quintans et al., 2012). Esto disminuiría la demanda energética de las madres para producir leche y el rechazo de forraje por parte los terneros podría posibilitar una mayor disponibilidad de forraje para los propios terneros como para sus madres (Taylor y Field, citados por Dantas et al., 2010). Según Lusby, citado por Scaglia (2004) no hay pruebas científicas que aseguren que el ternero consumirá menos leche por el hecho de suplementar y otros autores constatan resultados inconsistentes.

El hecho de que los animales suplementados pudieran consumir menos forraje y por tanto repercutir en una mayor disponibilidad de forraje puede también afectar el tiempo que los animales dedican al pastoreo y la rumia, ya que según Scarlato et al. (2013) con un incremento de altura de 1 cm se redujo 60 minutos por día el tiempo de pastoreo y aumentó el tiempo dedicado a la rumia en vacas de cría, lo que podría ser extrapolable a sus crías.

Más concretamente Tarr et al. (1994) documentaron que el comportamiento ruminal también puede ser afectado por la suplementación y agregan que los niveles más altos de suplementación tendieron a causar una disminución en llenado ruminal, digestibilidad de la fibra ruminal, y la ingesta de forraje. Sin embargo, la digestibilidad ruminal de terneros lactantes tiene una alta variabilidad, lo que probablemente refleja la adaptación o la transición de la leche a las dietas sólidas, el desarrollo ruminal, y / o adaptación microbiana a las dietas sólidas (Soto-Navarro et al., 2004).

Otros autores argumentan que el consumo de forraje en creep feeding puede estar afectado por el tipo de suplemento suministrado, pudiendo disminuir cuando se

usan suplementos en base a granos altamente digestibles, y que los suplementos con alta fibra digestible no afectan el consumo de forraje (Soto-Navarro et al., 2004).

Viñoles et al. (2014), en sus experimentos obtuvieron que, el tiempo dedicado al pastoreo fue afectado por el creep feeding. Los terneros suplementados dedicaron menos tiempo al pastoreo ( $39 \pm 10$  %) que los no suplementados ( $58 \pm 15$  %;  $P > 0,01$ ), lo cual también fue reportado por Pigurina et al. (2000), Cremin et al., Faulkner et al., citados por Viñoles et al. (2014).

Viñoles et al. (2014) contemplaron que los terneros dedicaban más tiempo al pastoreo a medida que crecían;  $41 \pm 3$ % en la primera observación y  $59 \pm 15$ % ( $P < 0,05$ ) en la tercera observación, coincidentemente con el cambio en las proporciones de alimento en la dieta expuesto antes en esta revisión. Viñoles et al. (2014) también encontraron este comportamiento, en cuyo caso los terneros descansan, juegan y rumian menos. El creep feeding también afectó el tiempo de rumia y el consumo de agua, en cuyo caso los terneros que accedían a suplemento rumiaban con menos frecuencia ( $6 \pm 3$  %) y tendieron a beber más agua ( $1,5 \pm 0,4$  %) y los terneros sin creep feeding rumiaban con más frecuencia ( $9 \pm 4$  %,  $P < 0,05$ ) y beber menos agua ( $0,07 \pm 0,2$  %) (Viñoles et al., 2014).

Fordyce et al., citados por Nogueira et al. (2006) observaron que los terneros pastoreaban más por la mañana y por la tarde. En este mismo experimento los terneros consumieron poco suplemento, lo que lo atribuyen al comportamiento en pastoreo del rodeo, donde los terneros amamantando o pastoreando con sus madres no se acercaban a los comederos con regularidad.

Entre las observaciones de Viñoles et al. (2013) están que: los terneros con alta asignación de forraje fueron los de mayor ganancia diaria en comparación con los de baja asignación de pasto, que se puede explicar en que los primeros tuvieron mayores posibilidades de seleccionar una dieta de mayor calidad (Baker et al., citados por Viñoles et al., 2013), lo que también indicaría el carácter más selectivo en pastoreo de los terneros.

Lardy et al. (2001), Viñoles et al. (2013) reportaron tendencias de mayor consumo de forraje en terneros no suplementados comparados con los terneros suplementados, y una mayor ingesta total por los terneros suplementados que por los controles, y ningún efecto de la ración suplementaria sobre el consumo de leche.

Aunque el creep feeding es descrito como una técnica para el control del amamantamiento, por lo que persigue mejorar el balance energético para la vaca, las determinaciones sobre el desempeño de los terneros con la técnica son exhaustivas.

Uno de los factores más importantes por tratarse de una técnica de suplementación diferencial es el consumo, en el cual los antecedentes señalan que parece estar definido por la edad y el peso con que comiencen a ser suplementados los terneros, siendo muy importante también el nivel de suplementación.

La respuesta en ganancia de peso a la suplementación, tiene más importancia cuando la oferta de nutrientes a través de los demás componentes de la dieta como la leche y el forraje es limitada por cualquier causa, ya sea por el clima, alta carga animal o baja productividad del tapiz vegetal, así como también sea forraje de mala calidad, o que la producción de leche, también afectada por las condiciones de forraje, disminuya.

En todos estos casos la mayoría de los antecedentes muestran que aumentar el nivel de suplementación tiene una gran respuesta en ganancia de peso, por lo que las ventajas pueden ser mayores si se suplementa *ad libitum* que si se restringe. Además cuando la leche o el forraje son limitantes para el crecimiento del ternero la eficiencia de conversión también mejora. Asimismo aunque algunos autores señalan que la eficiencia de conversión es mejor cuando se restringe el suplemento que cuando se suministra a voluntad, las características del forraje parecen tener mayor incidencia.

Por otro lado si el suplemento tiene un balance adecuado entre carbohidratos rápidamente fermentables y fibra el consumo de forraje no se vería afectado por el hecho de no provocar consecuencias digestivas, pero igualmente podría modificar el comportamiento en pastoreo al ser un alimento preferido antes que el forraje y de mayor digestibilidad. Ciertos autores también enuncian que la suplementación podría tener efectos en la rumia como resultado de trastornos digestivos aunque también clasifican la actividad como muy variable debido a que son animales con el tracto digestivo en transformación.

Si bien una de las metas perseguidas con el creep feeding es que el ternero amamante con menos frecuencia y menos intensidad por el hecho de suplementarlo, la evidencia en cuanto a esto no es clara, y varios de los antecedentes coinciden en que el ternero prefiere la leche antes que cualquier alimento, y más en sus primeros meses de vida. Algunos autores también señalan que el creep feeding podría modificar el consumo de agua, descanso, etc., aunque la investigación respecto a esto es escasa y no es concluyente. Asimismo el comportamiento del ternero en cuanto a esas actividades también podrían estar afectadas por el comportamiento del rodeo.

## 2.5. HIPÓTESIS

Terneros suplementados al pie de la madre con concentrado energético-proteico a partir de los 50 días de edad, presentan mayor ganancia de peso que aquellos que no la reciben, siendo este efecto dependiente del nivel de suministro.

La suplementación diferencial del ternero modifica su comportamiento ingestivo. Como consecuencia de ello ocurren cambios en la composición de la dieta (relación leche-forraje-concentrado) que determinan un mayor consumo total de energía y proteína. Dicha respuesta podría variar en función del nivel de oferta de suplemento y del tiempo de suplementación transcurrido.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento fue llevado a cabo sobre 48 hectáreas de campo natural (en el potrero 4b, figura 4) en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía (ruta nacional No. 3 km 363, latitud 32°22'37.01" S, longitud 58°02'26.58" O), departamento de Paysandú. El mismo fue realizado entre el 19 de enero y el 15 de mayo del 2015.

El área experimental se encuentra sobre suelos perteneciente a la Unidad Young, dentro de la formación Fray Bentos, teniendo como grupo de suelo dominante el 11.3 (parcelas 2, 3, 4, 5 y 6) y en menor área el 11.4 (parcela 1). En el grupo 11.3, los suelos de las zonas altas son una asociación de Brunosoles Éútricos Lúvicos, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenados, y Solonetz. En las laderas existen Brunosoles Éútricos Típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales. Existe tendencia a la vegetación de parque, con algarrobos en los blanqueales y espinillos altamente invasores. En el 11.4 los suelos predominantes son Brunosoles Éútricos Típicos, moderadamente profundos, de color negro, textura franco arcillosa, fertilidad alta y muy alta y moderadamente bien drenados. Debe indicarse que en este grupo existen pasturas estivales de excelente calidad en las concavidades donde se acumula mayor humedad (MGAP. RENARE, 1994).



Figura 4. Croquis del área experimental. Fuente: Google Earth.

### 3.2. REGISTROS CLIMÁTICOS

En el cuadro 3 se presenta la caracterización climática de Paysandú (régimen de precipitaciones y temperatura media mensual) de una serie histórica (1961-1990) del mismo. El departamento tiene un régimen de precipitaciones de 1200 milímetros anuales y una temperatura media anual de 17,5°C (MDN. DNM, s.f.). En cuanto a los registros climáticos para el período en estudio se recabaron en la EEMAC.

Cuadro 3. Precipitación acumulada mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C) del promedio histórico de Paysandú (1961-1990).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo**	Promedio
RR*	100	131	147	103	77	111,6
Temp. °C	24,8	23,7	21,6	18	14,8	20,58

\* Precipitación acumulada (mm), \*\*Primeros 15 días.

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

### 3.3. ANIMALES

Se utilizaron 51 vacas multíparas de la raza Hereford paridas entre el 28/10 y el 15/11 del 2014 con sus respectivos terneros/as al pie, también de raza Hereford.

El peso promedio de los terneros, al inicio del acostumbramiento fue de  $69 \pm 13,7$  kg y el de las vacas de  $497 \pm 54,5$  kg. La edad promedio de los terneros al inicio del acostumbramiento fue de  $54,4 \pm 9,8$  días. Los terneros desde su nacimiento fueron manejados en campo natural al pie de la madre. Los machos fueron castrados al nacer.

### 3.4. TRATAMIENTOS

El par vaca-ternero se estratificó por fecha de parto y sexo del ternero y se asignó al azar a seis grupos. A su vez éstos se sortearon a uno de tres tratamientos y éstos últimos a parcelas de pastoreo, en un diseño de parcelas al azar, quedando cada tratamiento constituido por dos repeticiones ( $n=2$ ).

Se presenta el detalle de los tratamientos:

- Tratamiento testigo (AL PIE). Los terneros permanecieron al pie de la vaca sin acceso a ningún tipo de suplemento.
- Tratamiento creep feeding restringido (CFR). Los terneros permanecieron al pie de la vaca pero con acceso a suplemento energético-proteico, ofrecido a razón del 1% del peso vivo.
- Tratamiento creep feeding *ad libitum* (CFAD). Los terneros permanecieron al pie de la vaca pero con acceso a suplemento energético-proteico, ofrecido a voluntad.

### 3.5. SUPLEMENTO

Con respecto al suplemento se utilizó ración comercial adquirida en única partida, cuya composición química se detalla en el anexo 1. En el cuadro 4 se presenta la los datos de la ración brindados por el laboratorio de Nutrición del Departamento de Producción Animal y Pasturas de la Facultad de Agronomía.

Cuadro 4. Composición química de la ración.

MS %	CT %	PC %	aFDNmo %	FDAmo %
90,13	6,73	21,42	26,14	8,09

\* MS: materia seca, CT: cenizas totales, PC: proteína cruda, aFDNmo: fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas, FDAmo: Fibra detergente ácido corregida por cenizas.

### 3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.6.1. Período pre-experimental

Previo al inicio del experimento, los terneros de los tratamientos con creep feeding (CF) tuvieron una etapa de acostumbramiento gradual al consumo de la ración energética-proteica durante 13 días (del 6 al 18 de enero inclusive). Se realizó en uno de los corrales de las mangas durante los primeros días, pasando luego a un piquete cercano a las mismas. Se les suministró fardo de alfalfa junto con la ración, con el fin de que los terneros se acercaran al comedero. A las vacas durante esta etapa se le suministró fardo *ad libitum*. El primer día se permitió el acceso en conjunto de los terneros con sus respectivas madres, de manera de familiarizarse con el suplemento. Se le suministró 3,4 kg y 0,250 kg para cada tratamiento de suplemento y fardo respectivamente. En el resto de los días se les fue aumentando paulatinamente la oferta de suplemento a razón de 200 gramos/día/ ternero hasta alcanzar el 1% del peso vivo, a medida que se disminuía la oferta de fardo. Luego de alcanzado el 1% del PV, la oferta se mantuvo hasta el inicio del experimento.

#### 3.6.2. Período experimental

Cada repetición realizó pastoreo continuo en una parcela independiente con carga fija. Al inicio del experimento las parcelas tenían una disponibilidad promedio de MS de 2869 kg/ha y de 2884 kg/ha en la zona de ladera y bajo respectivamente.

En los tratamientos con CF, cada parcela tuvo un comedero de autoconsumo de forma que sólo los terneros accedieron al mismo en forma voluntaria, no siendo posible el acceso de las madres. La delimitación del comedero se realizó con varejones de

madera a cierta altura que sólo permitiera el acceso a los terneros. Se trabajó con comederos de autoconsumo experimentales (adaptados para un menor número de animales con respecto a los comerciales), con capacidad para 500 kg de ración, y 1,05 metros de frente de ataque por 39 cm de ancho. Se colocaron cercanos al bebedero de forma de asegurarse la congregación de los animales alrededor de los mismos.

En el tratamiento CFR, el suplemento se ofreció diariamente por la mañana (7:30-8:00 hrs.). En el caso que hubiese remanente del día anterior se lo vaciaba al comedero y se volvía a suministrar el 1% del PV en base seca. El ajuste de lo ofrecido fue realizado cada 28 días en función de la evolución de peso de los animales, sin considerar la proyección de ganancias en el período entre pesadas.

En tratamiento CFAD el suministro de ración era en cantidad suficiente para asegurar el consumo a voluntad de los terneros, verificándose diariamente por la mañana (7:30-8:00 hrs.) la disponibilidad de la misma. En el caso que el remanente fuera inferior al 30% de lo ofrecido en base fresca, se ajustaba la oferta para mantener la condición de *ad libitum*. Todas las parcelas siempre contaron con agua a voluntad, la cual se brindó mediante tanques de plástico de 200 litros cortados a la mitad tanto transversal como longitudinalmente. El llenado de los tanques se llevaba a cabo todas las jornadas, una o dos veces al día, en función del consumo animal.

La rutina diaria de suministro de ración y agua y levantada de celo de las madres tuvo una duración de aproximadamente 2:00-2:30 hrs., si bien ésta última actividad no era objeto de estudio en este trabajo de investigación, si lo era para otro grupo de tesis, por lo que se trabajó en conjunto con ellos en las tareas de rutina diaria y en las mediciones.

### 3.7. REGISTROS Y MEDICIONES

#### 3.7.1. Animales

##### 3.7.1.1. Peso vivo y altura del anca de los terneros

Los registros de peso vivo fueron realizados en el día 1 del período experimental y cada 28 días, con una balanza electrónica, con una precisión de  $\pm 0,5$  kg. El horario de pesada fue siempre a primera hora de la mañana, los tratamientos estaban mezclados y los mismos ingresaban sin ayuno ni orden predeterminado.

La altura del anca se determinó al inicio y al final del período experimental.

### 3.7.1.2. Consumo de suplemento

Se determinó diariamente para cada tratamiento como la diferencia entre la cantidad de suplemento ofrecida y rechazada. En el CFR, previo al suministro de la nueva comida se retiró el remanente del día anterior, el cual se pesó, registrándose dicho valor para cada parcela. En el CFAD se siguió el mismo procedimiento de pesaje diario de remanente, pero el mismo fue retornado al comedero una vez pesado. La cantidad de remanente que se registró en el día 2 se utilizó para estimar el consumo del día 1; además en el CFAD ese registro de remanente representó la oferta de suplemento que se usó para estimar el consumo del día 2. Cuando en el tratamiento CFAD hubo necesidad de agregar más ración, el peso de la misma también debió ser registrado como ofrecido.

El contenido de materia seca de la ración fue determinado cada 15 días en una muestra común a los dos tratamientos. Una vez por semana se tomó una submuestra del remanente en las cuatro parcelas con CF (en el CFR en el caso que hubiera). Estas muestras se conservaron e identificaron por fecha y parcela. Sobre este residuo se estimó el contenido de MS (Laboratorio de Procesamiento Primario de Muestras, LPPM). Las muestras secas fueron conservadas para luego hacer una muestra compuesta de las mismas y posteriormente realizar el análisis químico.

El registro diario del consumo de materia seca de suplemento (CMSS) fue realizado durante los primeros 60 días de suplementación, hasta la semana 8. Posteriormente, en CFAD se registró el consumo total semanal a partir del suministro del suplemento. En CFR, se continuó suministrando a razón del 1% del peso vivo, sin registrarse remanente.

### 3.7.1.3. Producción de leche

Se estimó mediante el método de doble pesada del ternero (Buskirk et al., 1996) al inicio del experimento y cada 28 días, en 4 vacas por parcela. Los terneros y sus madres fueron llevados a las mangas, y los primeros se separaron de sus madres a las 14:00 horas hasta las 19:00 horas, cuando se les permitió mamar nuevamente durante 15-20 minutos con el fin de vaciar la ubre, luego se los separó de sus madres hasta las 7:00 horas del día siguiente, sin agua ni comida. Las vacas permanecieron en un piquete cercano a las mangas con agua y pasto. A las 7:00 horas los terneros fueron pesados y luego se juntaron con sus madres para que mamen, finalizado el amamantamiento se volvieron a pesar. La diferencia en peso multiplicada por dos fue considerada una estimación de la producción diaria de leche (24 horas).

#### 3.7.1.4. Patrón de comportamiento ingestivo de terneros

En cinco oportunidades, cada 28 días, al día siguiente a la medición de producción de leche, se evaluó el comportamiento ingestivo de los terneros hijos de las vacas a las que se medía la producción de leche (4 terneros por parcela). Durante el período de horas de luz, cada 10 minutos se registró la actividad que estaba realizando el animal: pastoreo, rumia, descanso, tiempo de permanencia en el comedero, tiempo mamando o acceso a bebederos.

Tanto en tratamiento CFR como CFAD las observaciones de comportamiento se realizaron luego de culminar con la rutina diaria descrita anteriormente y se extendía hasta finalizar las horas de luz, que evidentemente fueron disminuyendo entre enero a mayo. En el CFR al momento de iniciarse las observaciones de comportamiento, en la mayoría de las situaciones ya no había más suplemento en los comederos, por lo que no hubo registro de actividad de consumo de suplemento para este tratamiento.

#### 3.7.2. Pastura

##### 3.7.2.1. Biomasa de forraje disponible

Se estimó cada 28 días en cada parcela, mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). La técnica doble muestreo consistió en determinar una escala de cinco puntos en cada zona (ladera y bajo), a su vez la zona del bajo se subdividió en dos, bañado (parcela 1) y bajo (parcelas 4, 5 y 6) debido a que presentaban diferencias en la estratificación y en especies predominantes. Previo al corte de las escalas se estimó por apreciación visual la proporción de restos secos y suelo desnudo, y la altura del forraje se registró en cinco puntos de la diagonal del cuadrado en cada punto de las escalas. En cada parcela se tiraron 100 cuadrados (30×30 cm) por zona para la asignación del puntaje de la escala. La disponibilidad media de la parcela se estimó a partir de la ponderación por el área relativa de ladera y bajo en cada parcela.

##### 3.7.2.2. Altura media de la pastura

Se determinó una vez por mes en cada parcela, registrando en 100 puntos al azar por zona. La altura se estableció con regla registrando el punto de la hoja viva más alta que toca la misma (sin extender).

##### 3.7.2.3. Calidad de forraje

Cada 28 días en las diferentes zonas se tomó una muestra representativa del forraje ofrecido, cortando al ras del suelo el forraje comprendido en el cuadrado de (30×30 cm). Estas muestras se identificaron por fecha y zona.

Con la frecuencia de muestreo anteriormente mencionada (coincidiendo con los muestreos de producción de leche, día anterior), se tomó muestras de forraje consumido por los terneros mediante la técnica de hand clipping, procurando simular el pastoreo animal. Este procedimiento fue realizado observando los mismos animales utilizados para la estimación de la producción de leche, identificando la muestra con número de caravana del animal, fecha y parcela.

Las muestras de forraje y hand clipping se secaron en el LPPM, en estufa de aire forzado (60°C por 48 horas), para la determinación del peso seco, para después ser molidas y almacenadas, identificando la fecha de muestreo, material muestreado, parcela y tratamiento. Culminado el experimento se procedió a realizar las muestras compuestas por parcela para todo el período experimental del forraje muestreado mediante hand clipping y de disponibilidad inicial de forraje.

La calidad del forraje disponible al inicio del experimento fue determinada sobre una muestra compuesta realizada a partir de las muestras tomadas por zona (alto y bajo) en cada parcela, ponderadas por el peso relativo de cada zona. Posteriormente a las muestras compuestas se realizó el análisis químico.

#### 3.7.2.4. Análisis químicos

Las muestras de forraje y suplemento luego que se combinaron en muestras compuestas, se analizaron su contenido de cenizas, nitrógeno total, fibra detergente neutro (FDN) con amilasa corregida por cenizas, fibra detergente ácido (FDA) corregida por cenizas en el laboratorio de Nutrición del Departamento de Producción Animal y Pasturas.

La proteína cruda (PC) se obtuvo a partir de la determinación del contenido de nitrógeno total del alimento que se cuantifica por el método Kjeldahl, el cual consiste en la extracción de amonio a partir del nitrógeno de las sustancias nitrogenadas provenientes de las muestras a través de una digestión en caliente con ácido sulfúrico concentrado (AOAC, citado por UdelaR. FA, 2011). Para obtener el valor de PC se multiplicó la concentración de N por 6,25, factor que expresa la relación porcentual de N en la proteína (16%) con la asunción que todo el nitrógeno está bajo forma proteica.

La FDN es la proporción de la muestra de alimento que es insoluble en una solución de detergente neutro, mientras que FDA es la proporción de la muestra insoluble en una solución de detergente ácido (UdelaR. FA, 2011). Los contenidos de FDN y FDA fueron determinados de forma secuencial y para esto se utilizó la tecnología Ankom (Fiber Analyzer 200, Ankom Technology Corporation, Fairport, N.Y.) (Van Soest et al., citados por UdelaR. FA, 2011). Para la obtención de la ceniza se incinera la muestra a 600 °C durante 3 horas (AOAC, citado por UdelaR. FA, 2011).

La DMS del forraje consumido por los terneros (cuadro 10) se estimó a partir de una ecuación de regresión basada en el contenido de FDA (Tilley y Terry, citados por Di Marco, 2011):

$$\% \text{ DIVMS} = 88,9 - (\% \text{ FDA} * 0,779)$$

### 3.8. SANIDAD

En cuanto al manejo sanitario de los animales al inicio del experimento se vacunó contra Carbunco bacteriano 2 cc/animal, Clostridiosis y Tétano 5cc/animal cada una y un antiparasitario de amplio espectro (Ivermectina 2cc/animal). Para el caso de animales con miasis (abichados) se le aplicó dectomax y curabichera, el primero sustituyó a ivermectina. A los veinte días aproximadamente se suministró la segunda dosis contra Clostridiosis y se vacunó contra Queratoconjuntivitis, además de aplicarse un garrapaticida en forma de pour on. Al final del período experimental se administró la vacuna contra aftosa.

Como rutina diaria se recorría cada parcela para detectar posibles animales lastimados o abichados, o para el repaso de éstos últimos, con productos sanitarios como antibióticos (Terramicina), curabicheras en polvo o spray, analgésicos y desinflamatorios.

### 3.9. VARIABLES CALCULADAS

- Ganancia de peso vivo, se estimó a partir de la regresión del peso vivo en los días experimentales.
- Eficiencia de conversión del suplemento, se estimó como el cociente entre el consumo de ración terneros (kg) y la respuesta en ganancia de peso vivo respecto al testigo.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado según un diseño de parcelas al azar considerando a la parcela de pastoreo como unidad experimental utilizando un modelo general incluyendo el efecto de la media general y de tratamiento. Se utilizaron diferentes procedimientos dentro del paquete estadístico SAS (SAS Institute).

El efecto de los tratamientos sobre la GMD de peso vivo se analizó según un modelo lineal mixto de heterogeneidad de pendientes del peso vivo en función del tiempo, considerando la auto correlación entre las medidas repetidas en el tiempo, en base al procedimiento MIXED y de acuerdo al siguiente modelo general;

$$Y_{jkl} = \beta_0 + \alpha_j + \varepsilon_{jk} + \beta_1 d_1 + \beta_1 \alpha_j d_1 + \beta_2 PV_{jk} + \sigma_{jkl}$$

Dónde:

$Y_{jkl}$ : Peso vivo.

$\beta_0$ : intercepto.

$\alpha_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento,  $j = 3$  (CFR, CFAD, AL PIE).

$\varepsilon_{jk}$ : error experimental del j-ésimo tratamiento y la k-ésima repetición,  $k = 2$ .

$\beta_1$ : pendiente promedio (ganancia diaria) del peso vivo (PV) en función de los días (d 1).

$\beta_1 \alpha_j$ : es la pendiente del peso vivo en función de los días (d1) para cada tratamiento.

$\beta_2 PV_{jk}$ : valor de la covariable (PV inicio) en el j-ésimo tratamiento en la k-ésima repetición.

$\sigma_{jkl}$ : es el error experimental del j-esimo tratamiento, la k-esima repetición y la l-esima medida repetida en el tiempo.

Para el análisis de las variables de respuesta asociadas al CMSS, disponibilidad promedio del forraje (DF) (kg MS/ha), altura, restos secos (RS) de la pastura, disponibilidad promedio de forraje verde (DFV), se utilizó el procedimiento MIXED de acuerdo al modelo general:

$$Y_{jkl} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{jk} + S_l + (\alpha S)_{jl} + \sigma_{jkl}$$

Dónde:

$Y_{jkl}$ : CMSS, DF, altura, RS, DFV.

$\mu$ : media general.

$\alpha_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento,  $j = 3$  (CFR, CFAD, AL PIE).

$\varepsilon_{jk}$ : error experimental del j-ésimo tratamiento y la k-ésima repetición,  $k = 2$ .

$S_l$ : efecto de la l-ésima semana,  $l = 5$  (1, 4, 8, 13, 17).

$(\alpha S)_{jl}$ : efecto de la interacción del j-ésimo tratamiento con la l-ésima semana.

$\sigma_{jkl}$ : es el error experimental del j-esimo tratamiento, la k-esima repetición y la l-esima medida repetida en el tiempo.

La variable consumo de leche fue corregida por la covariable fecha de parto (FP) de los terneros por lo que el modelo general previo se ajustó al siguiente:

$$Y_{jkl} = \mu + \alpha_j + \beta(X_{jk} - \bar{X}_{..}) + \varepsilon_{jk} + S_l + (\alpha S)_{jl} + \sigma_{jkl}$$

Donde:

$Y_{jkl}$ : consumo de leche.

$\mu$ : media general.

$\alpha_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento,  $j = 3$  (CFR, CFAD, AL PIE).

$\beta$ : coeficiente de regresión

$X_{jk}$ : valor de la covariable (FP) en el j-ésimo tratamiento en la k-ésima repetición,  $k=2$ .

$\bar{X}_{..}$ : media de la covariable (FP).

$\varepsilon_{jk}$ : error experimental del j-ésimo tratamiento y la k-ésima repetición,  $k = 2$ .

$S_l$ : efecto de la l-ésima semana,  $l = 5$  (1, 4, 8, 13, 17).

$(\alpha S)_{jl}$ : efecto de la interacción del j-ésimo tratamiento con la l-ésima semana.

$\sigma_{jkl}$ : es el error experimental del j-esimo tratamiento, la k-esima repetición y la l-esima medida repetida en el tiempo.

Para el análisis de la variación entre días del CMSS se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{jklm} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{jk} + S_l + (\alpha S)_{jl} + (DS)_{lm} + \alpha_j(DS)_{lm} + \sigma_{jklm}$$

Dónde:

$Y_{jklm}$ : Consumo de MS suplemento (semana 1 a 8).

$\mu$ : media general.

$\alpha_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento,  $j = 2$  (CFR, CFAD).

$\varepsilon_{jk}$ : error experimental del j-ésimo tratamiento y la k-ésima repetición,  $k = 2$ .

$S_l$ : efecto de la l-ésima semana,  $l = 8$  (1, 2, ... 8).

$(\alpha S)_{jl}$ : interacción entre tratamiento y semana.

$(DS)_{lm}$ : efecto del m-ésimo día dentro de cada l-ésima semana.

$\alpha_j(DS)_{lm}$ : efecto de la interacción día (m) dentro de semana (l) para cada tratamiento (j).

$\sigma_{jklm}$ : es el error experimental del j-ésimo tratamiento, la k-ésima repetición, la l-ésima medida repetida en el tiempo y la m-ésima medida dentro de semana.

La eficiencia de conversión, altura del anca final, evolución de peso vivo, relación PV-altura del anca final y composición química del hand clipping se analizaron utilizando el procedimiento GLM mediante un modelo lineal general de la forma:

$$Y_{jk} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{jk}$$

Dónde:

$Y_{jk}$ : EC, Altura final, evolución de peso vivo, relación PV-altura del anca final, composición química del hand clipping.

$\mu$ : media general.

$\alpha_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento,  $j = 3$  (CFR, CFAD, AL PIE).

$\varepsilon_{jk}$ : error experimental del j-ésimo tratamiento y la k-ésima repetición,  $k = 2$ .

Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia, consumo de suplemento, consumo de leche y bebida se utilizó el modelo GLIMMIX del paquete estadístico SAS.

$$\ln (P/(1-P)) = \mu + \alpha_j + S_l + D_m + (\alpha S)_{jl} + (\alpha D)_{jm}$$

Donde:

P: Probabilidad de ocurrencia de la actividad.

$\mu$ : Media poblacional.

$\alpha_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento,  $j = 3$  (CFR, CFAD, AL PIE).

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

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

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

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

En todos los casos, para la comparación de medias ajustadas se utilizó el test de Tukey, considerándose como efectos significativos  $P < 0,05$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. REGISTROS CLIMÁTICOS

La información sobre precipitación acumulada mensual (mm) y temperaturas medias mensuales (°C) para el período en estudio (enero a mayo del 2015) se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 5. Precipitación acumulada mensual y temperaturas medias mensuales y promedios para el período experimental (19/01 al 15/05 de 2015).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo**	Promedio
RR*	287,8	61,5	48,3	37,1	117,7	110,48
Temp.°C	23,8	24	22,3	20,2	15	21,06

\* Precipitación acumulada (mm), \*\*Primeros 15 días.

Fuente: Facultad de Agronomía. EEMAC<sup>1</sup>.

Durante el período experimental la mayor cantidad de RR se dio en enero y a partir de los siguientes meses las mismas comenzaron a disminuir y como consecuencia de esto hubo déficit hídrico, sin embargo en mayo las RR se incrementaron. La temperatura media mensual tuvo una tendencia a disminuir conforme iban pasando los meses.

### 4.2. PASTURA

#### 4.2.1. Disponibilidad y altura de la pastura

En el cuadro 6 se presenta la condición de la pastura al inicio del período experimental y el efecto de los tratamientos sobre la disponibilidad promedio de biomasa de forraje. Si bien los resultados presentan cierta variabilidad, las diferencias entre tratamientos no fueron significativas para disponibilidad y altura promedio inicial del tapiz vegetal (cm) ( $P > 0,05$ ).

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. EEMAC. s.f. Datos extraídos de la Estación Meteorológica; 2015 (sin publicar).

Cuadro 6. Condición de la pastura al inicio del período experimental y efecto de creep feeding sobre la disponibilidad promedio de forraje (semanas 1 a 17).

	Tratamientos			Valor de P
	AL PIE	CFR	CFAD	
Biomasa disponible inicial (Kg MS/ha)	3240,5	2930,5	2729	>0,05
Disp. prom. del período exp. (Kg MS/ha)	2406,1	2304,2	2078,3	>0,05
Altura inicial (cm)	19,5	22,5	17,5	>0,05
Altura promedio (cm)	13,2	13,9	12,3	>0,05
% PC al inicio	9,53	9,64	9,60	-
% aFDNmo al inicio	39,70	36,41	37,58	-
% FDAmo al inicio	19,28	17,57	18,18	-

(P>0,05): no difieren estadísticamente en cada fila. AL PIE: testigo. CFR: Creep feeding restringido al 1% PV. CFAD: Creep feeding *ad libitum*.

PC: proteína cruda. aFDNmo: fibra detergente neutro con amilasa corregido por ceniza. FDAmo: fibra detergente ácido corregido por cenizas.

La disponibilidad promedio de forraje (kg MS/ha) para todo el periodo no difirió entre tratamientos (P=0,2893; anexo 2), sin embargo la misma varió significativamente entre las semanas (P<0,0001; figura 5). A excepción de las semanas 1 (enero) a 4 (febrero), cuando la disponibilidad promedio se mantuvo constante con alrededor de 3000 kg MS/ha, a partir de la semana 8 (marzo) comenzó a disminuir, finalizando en la semana 17 (mayo) con 1200 kg MS/ha. Este efecto fue independiente de los tratamientos (P=0,4793; figura 6).

En la altura promedio del tapiz vegetal, al igual que en la disponibilidad promedio, no se observaron diferencias entre tratamientos (P=0,66; cuadro 6 y anexo 3), no obstante la misma cambió significativamente entre las semanas (P<0,001; figura 5). En las semanas 1 y 4 la altura se mantuvo constante y sin diferencias significativas. Desde la semana 8 la altura disminuyó, siendo significativa de las dos anteriores y de las semanas 13 y 17, en las cuales la misma siguió descendiendo, sin embargo no fueron diferentes entre sí (figura 5). Este efecto semana tuvo una cierta tendencia (P=0,0811) a depender del tratamiento.

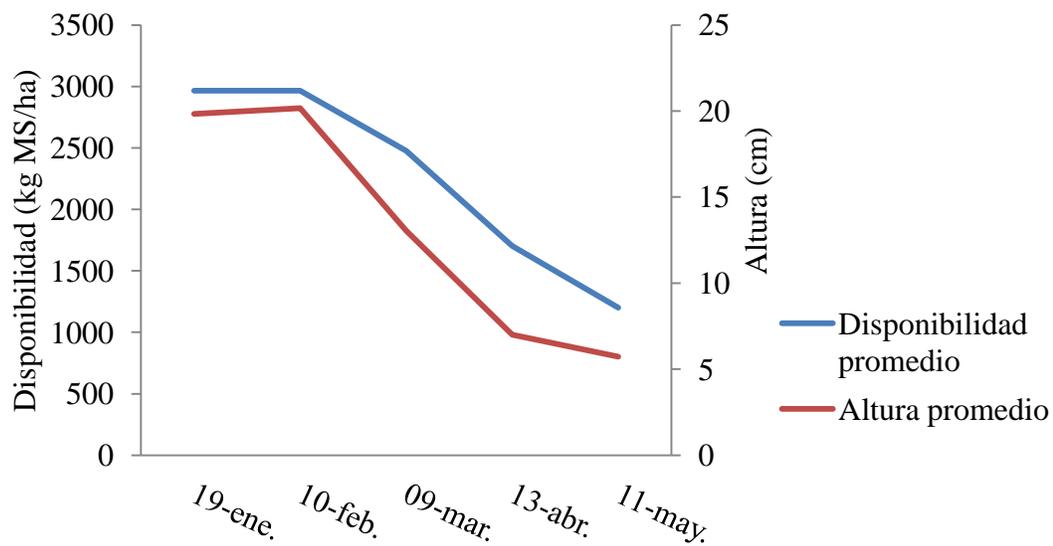


Figura 5. Evolución de disponibilidad y altura promedio del tapiz durante el período experimental (19/1 al 11/5/2015).

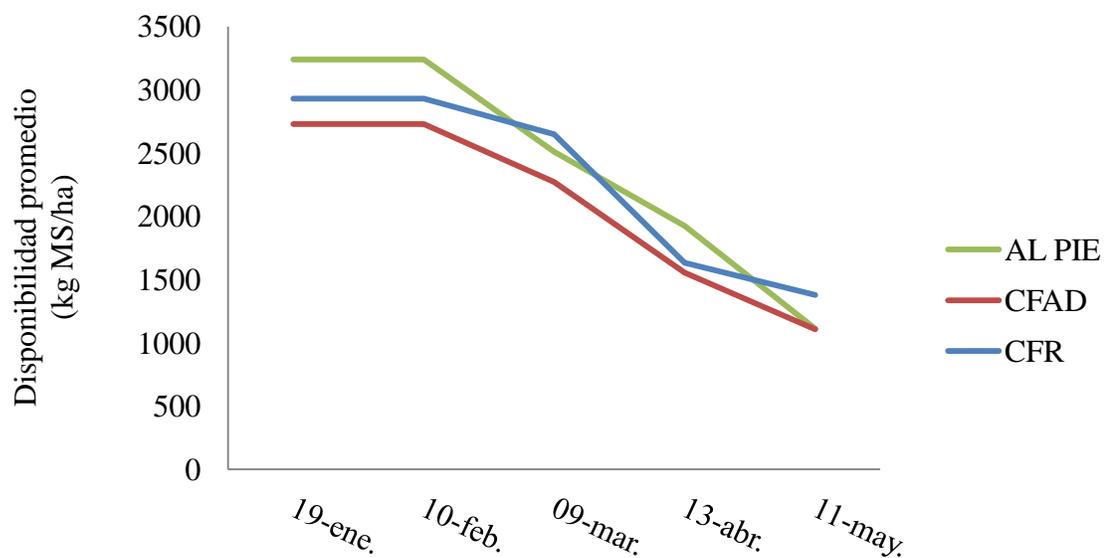


Figura 6. Efecto de los tratamientos sobre la evolución mensual de biomasa disponible (kg MS/ha).

La evolución de los restos secos tuvo una tendencia a variar ( $P=0,0933$ ; anexo 4) entre tratamientos, la misma varió entre semanas ( $P<0,0001$ ; figura 7), en la 1 y 4 los restos secos fueron similares, a medida que transcurrió el experimento los mismos fueron aumentando. Sin embargo, este efecto fue independiente de los tratamientos ( $P=0,6813$ ). La DFV disminuyó a lo largo del período experimental ( $P<0,0001$ ; figura 7), y no hubo efecto de los tratamientos ( $P=0,7226$ ) ni de la interacción tratamiento por semana ( $P=0,4480$ ; anexo 5).

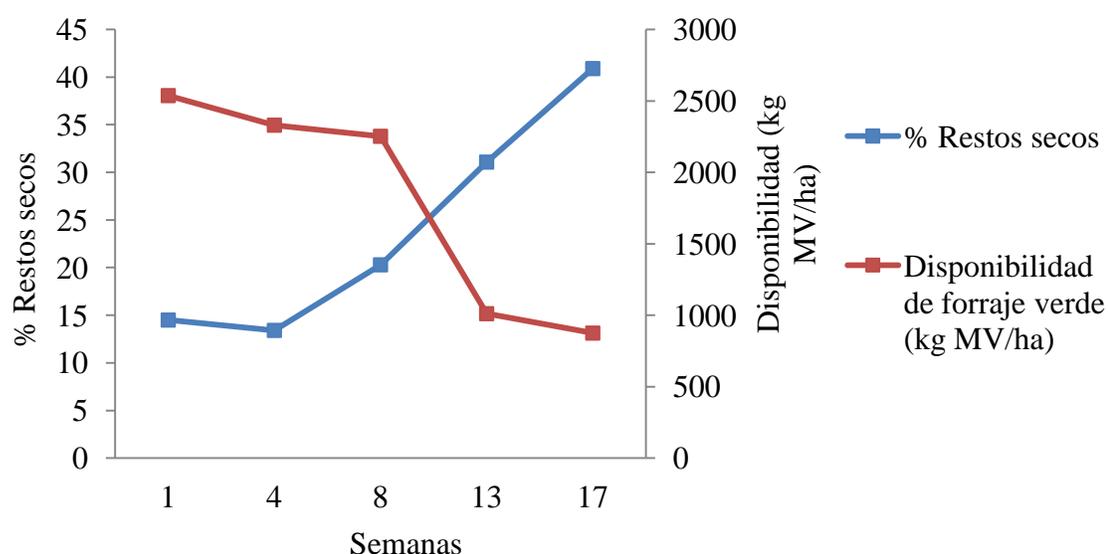
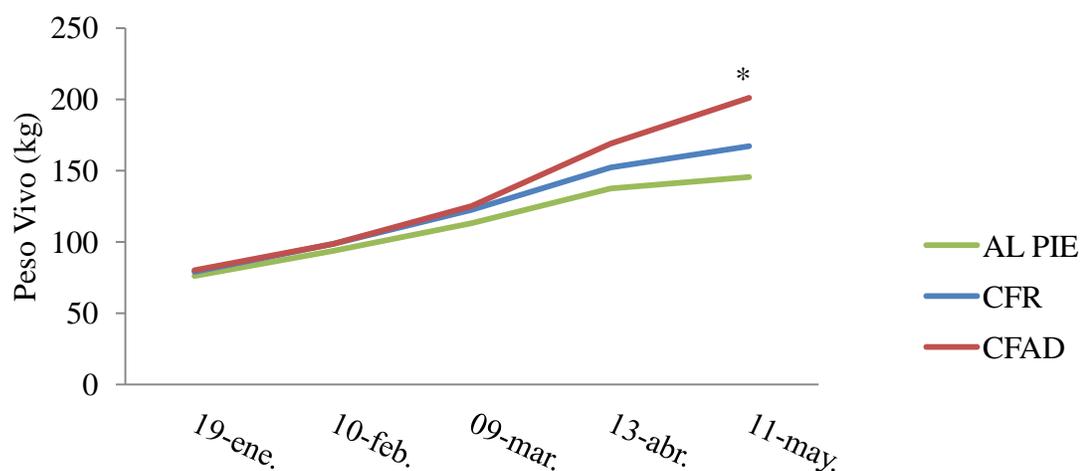


Figura 7. Evolución del porcentaje de restos secos y de la disponibilidad de forraje verde (kg MV/ha) durante el período experimental (19/01 al 15/05).

#### 4.3. PESO VIVO, GANANCIA DIARIA Y ALTURA DEL ANCA

En la figura 8, se observa la evolución del peso vivo para los tres tratamientos, registrándose diferencias significativas entre tratamientos en el peso vivo a los 180 días ( $P=0,0545$ ; cuadro 7).



\*Existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre CFAD y AL PIE.

Figura 8. Evolución de peso vivo (PV) en terneros al pie de la vaca con suplementación diaria al 1% PV (CFR), a voluntad (CFAD) o sin suplementación (AL PIE).

La suplementación del ternero al pie de la madre incrementó la GMD pre-destete, y esta respuesta fue mayor en los terneros de CFAD con respecto a los de CFR, varió según el nivel de suplementación ( $P < 0,05$ ; cuadro 7).

El promedio de los tratamientos suplementados ganó 0,414 kg/día más que el tratamiento AL PIE para el promedio del período experimental. Dentro de los tratamientos suplementados los terneros CFAD tuvieron mayores ganancias que los CFR (cuadro 7 y anexo 6). En el cuadro 7 se observa que la superioridad en GMD de los CFAD frente a los testigos AL PIE fue de 0,273 kg/día ( $P < 0,05$ ; anexo 7) en los primeros 50 días del experimento, aumentando en los últimos 63 días debido a que los terneros CFAD ganaron 0,654 kg/día ( $P < 0,05$ ; anexo 8) más que los AL PIE. La superioridad en GMD de los CFR vs. AL PIE fue menor, ya que en los primeros 50 días los terneros CFR ganaron 0,186 kg/día ( $P < 0,05$ ; anexo 7) más que los AL PIE y esto se mantuvo para el período de 50-113 días (0,184 kg/día;  $P < 0,05$ ; anexo 8).

Al destete, los terneros en CFAD fueron significativamente más pesados que los manejados AL PIE (201 vs. 145,5 kg,  $P = 0,0513$ ), y más pesados que los CFR aunque sin diferencias significativas (201 vs. 167,2  $P = 0,1165$ ) siendo menor la diferencia observada entre CFR y AL PIE (167,2 vs. 145,5 kg;  $P = 0,2521$ ). La misma tendencia de respuesta fue también observada para la altura al anca al destete (cuadro 7, anexo 9).

Las diferencias en altura acompañan a las diferencias en ganancia de peso y la relación peso vivo - altura del anca al destete no fue significativa entre los tratamientos ( $P=0,2534$ ; anexo 10).

Cuadro 7. Efecto del nivel de suplementación de terneros al pie de la vaca sobre la ganancia de peso pre-destete, peso y altura al destete (180 días).

	Tratamiento			Valor de P
	AL PIE	CFR	CFAD	
Peso Vivo de Inicio (Kg)	75,9	78,9	80	>0,05
Ganancia Media Diaria (Kg/día)	0,606 <sup>c</sup>	0,790 <sup>b</sup>	1,112 <sup>a</sup>	<0,05
Respuesta a la suplementación (día 1-50)		<sup>1</sup> 0,186	<sup>2</sup> 0,273	<0,05
Respuesta a la suplementación (día 50-113)		<sup>1</sup> 0,184	<sup>2</sup> 0,654	<0,05
Peso vivo al destete (PD) (Kg)	145,5 <sup>b</sup>	167,2 <sup>ab</sup>	201 <sup>a</sup>	0,05
Altura al destete (cm)	97,9 <sup>b</sup>	101,4 <sup>ab</sup>	105,8 <sup>a</sup>	0,06
PV /Altura al Destete	1,643	1,745	1,632	>0,05

\*CFAD: Creep feeding *ad libitum*, CFR: Creep feeding restringido al 1% PV, AL PIE: testigo.

\*Diferencia en GMD entre: 1 CFR vs. AL PIE, 2 CFAD vs. AL PIE. a, b difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

\* PV/Altura al destete: relación peso vivo-altura al destete.

#### 4.4. CONSUMO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL SUPLEMENTO

##### 4.4.1. Consumo de suplemento

El CMSS (kg/a/día) fue afectado por el tratamiento ( $P=0,0145$ ; cuadro 8 y anexo 11), obteniéndose consumos promedio mayores en CFAD en relación a CFR (1,96 vs. 1,10 kg/a/día). El CMSS fue variando conforme avanzó el período experimental ( $P<0,0001$ ), siendo este efecto dependiente del tratamiento ( $P<0,0001$ ). En la figura 9 se aprecia que el CMSS difirió significativamente entre tratamientos ( $P<0,05$ ), recién a partir de la semana 4 en adelante, obteniendo mayor consumo de suplemento los terneros que estaban a voluntad, así como un crecimiento más acelerado del consumo en estos animales. Por otra parte, el consumo de suplemento varió entre días ( $P=0,0278$ ; anexo 12), donde tuvo una tendencia a depender del tratamiento

( $P=0,0767$ ). Para CFR no se observaron diferencias entre días en el CMSS, mientras que para CFAD sí (figura 10), donde se vio que en el día 1 los animales consumieron significativamente menor cantidad (1,51 kg/a/día) de suplemento que en el día 7 (2,23 kg/a/día), como se observa en la figura 10.

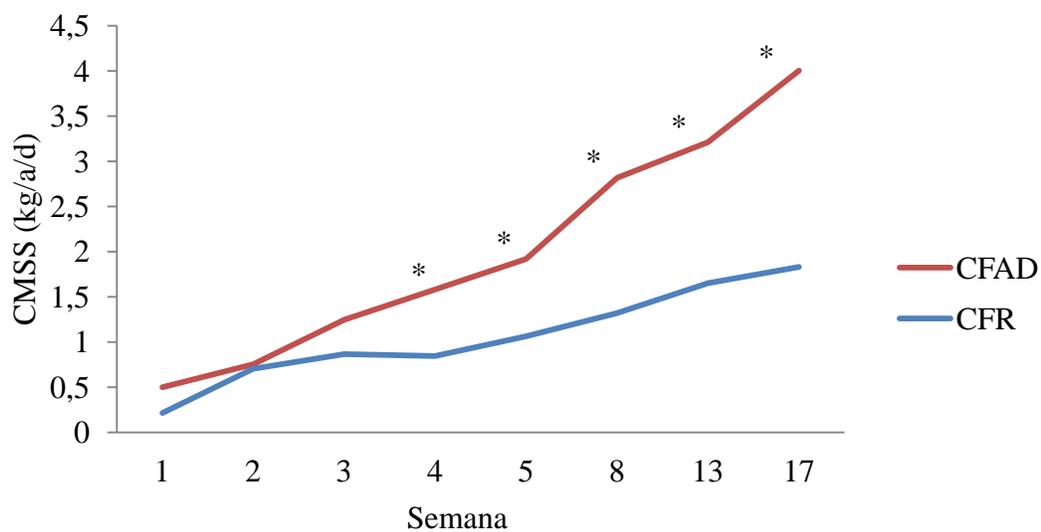
Cuadro 8. Efecto del nivel de suplementación de terneros al pie de la vaca sobre consumo de suplemento y leche, ganancia de peso pre-destete y eficiencia de conversión.

	Tratamiento			Probabilidad
	AL PIE	CFR	CFAD	Valor de P
CMSS (Kg/a/día)	-	1,10 <sup>b</sup>	1,96 <sup>a</sup>	0,0145
CMSS (% PV)	-	1,00 <sup>b</sup>	1,59 <sup>a</sup>	<0,0001
CL (Kg/a/día)	3,74 <sup>a</sup>	3,44 <sup>ab</sup>	2,09 <sup>b</sup>	0,0033
GMD (Kg/a/día)	0,606 <sup>c</sup>	0,79 <sup>b</sup>	1,112 <sup>a</sup>	<0,0001
EC	-	7,56	5,61	0,4288

\*CMSS: Consumo de suplemento; PV: Peso vivo; CL: Consumo de leche; GMD: Ganancia media diaria; EC: Eficiencia de conversión.

\*a, b difieren significativamente ( $P<0,05$ ).

\*AL PIE: testigo, CFR: Creep feeding restringido al 1% PV, CFAD: Creep feeding *ad libitum*.



\* Existen diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0,05$ ).

Figura 9. Consumo de materia seca de suplemento en kg/animal/día a lo largo de las semanas (19/01 al 15/05) de terneros CFAD (creep feeding a voluntad) y CFR (creep feeding restringido al 1% PV).

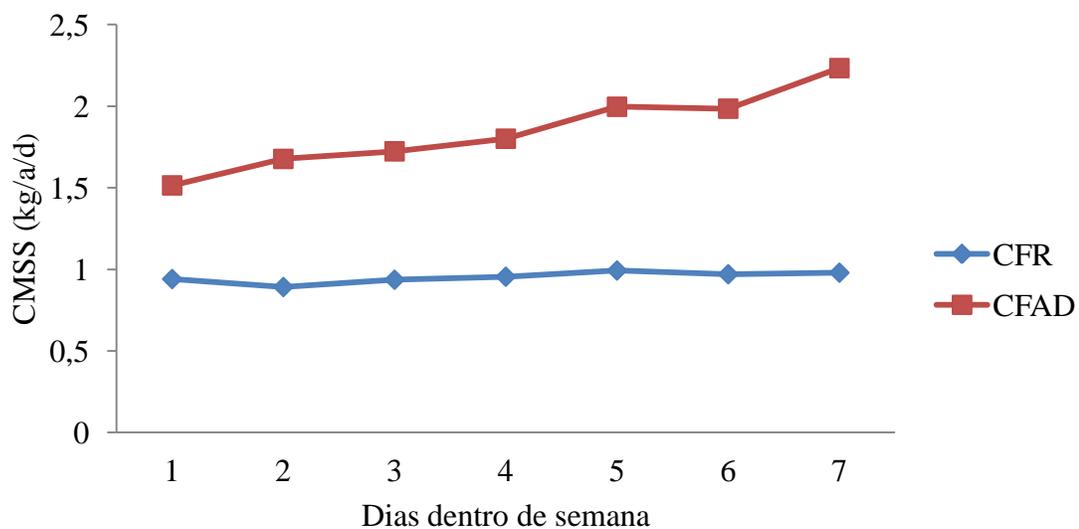
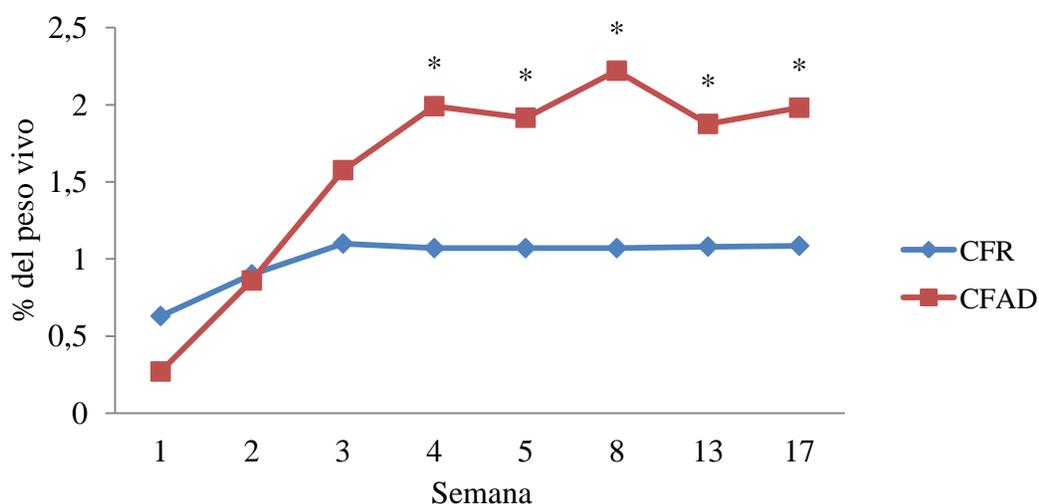


Figura 10. Variación del CMSS (kg/a/día) entre días según tratamiento.

El consumo de suplemento promedio expresado como el porcentaje del peso vivo fue diferente entre tratamientos ( $P < 0,001$ ; anexo 13), siendo superior en CFAD comparado con CFR (1,59 vs. 1,00 % del PV) aunque también reflejó una interacción significativa entre tratamientos y semanas dentro del período experimental ( $P < 0,001$ ; figura 11) no detectando diferencias significativas en CMSS para las tres primeras semanas, y marcada diferencia significativa a partir de la cuarta semana hasta el fin de la experimentación ( $P < 0,05$ ). Para CFAD se puede ver que a partir de la semana 4 hasta el fin del experimento el consumo de suplemento promedio se mantuvo en torno al 2 % del PV (anexo 14). En cuanto al efecto días dentro de semanas fue significativo ( $P = 0,0359$ ; anexo 15), y este efecto tendió a depender del tratamiento ( $P = 0,0831$ ). Al igual que en CMSS expresado en kg/a/día en CFR no se observaron diferencias entre días en CMSS en %PV, mientras que para CFAD fue significativa esta variación. En ésta última se observó que en día 1 los animales consumieron significativamente menos que en el día 7 (1,52% vs. 2,21% del PV).



\* Existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Figura 11. Efecto de la suplementación medido a través del CMS del suplemento (% del PV) a lo largo de las semanas.

#### 4.4.2. Consumo de leche y suplemento

El consumo de leche promedio fue diferente significativamente entre tratamientos: 3,74; 3,44 y 2,09 kg/día para AL PIE, CFR y CFAD, respectivamente ( $P = 0,0033$ ; anexo 15). El mismo varió significativamente a lo largo de las semanas ( $P < 0,0001$ ; figura 12), el cual disminuyendo de 5,3 kg/día en la semana 1 a 1,3 kg/día en la semana 17, siendo este efecto independiente del tratamiento ( $P > 0,05$ ; figura 12), aunque en la semana 17 la diferencia entre el testigo al pie de la madre y el CFAD fue

alrededor de 1,6 kg/día. La producción de leche inicial no afectó los resultados en la determinaciones posteriores ( $P>0,05$ ).

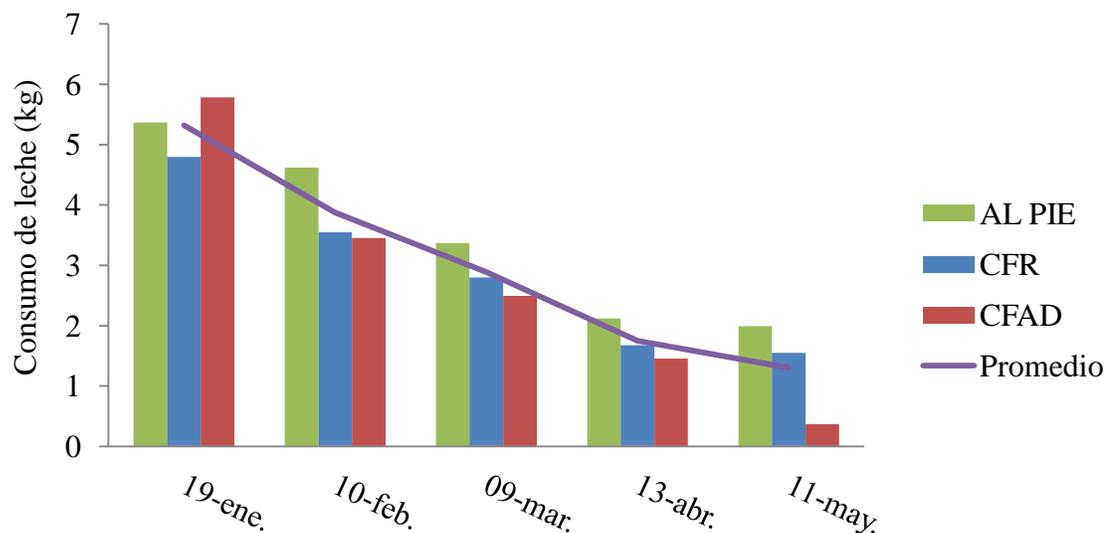


Figura 12. Evolución del consumo de leche en terneros al pie de la vaca con suplementación diaria al 1% PV (CFR), a voluntad (CFAD) o sin suplementación (AL PIE) y el promedio entre ellos.

El consumo de leche como proporción de la dieta leche más suplemento (L+S) estuvo afectado por el tratamiento ( $P<0,05$ ; figura 13 y anexo 17 y 18). Los terneros AL PIE consumieron significativamente mayor cantidad de leche que los tratamientos CFR y CFAD, los cuales no fueron diferentes entre sí ( $P>0,05$ ). En la figura 13 se observa qué proporción representó la leche en consumo total leche más suplemento, sin considerar el consumo de forraje. Para AL PIE, CFR y CFAD la leche representó el 100%, 65% y 50% de la dieta en promedio.

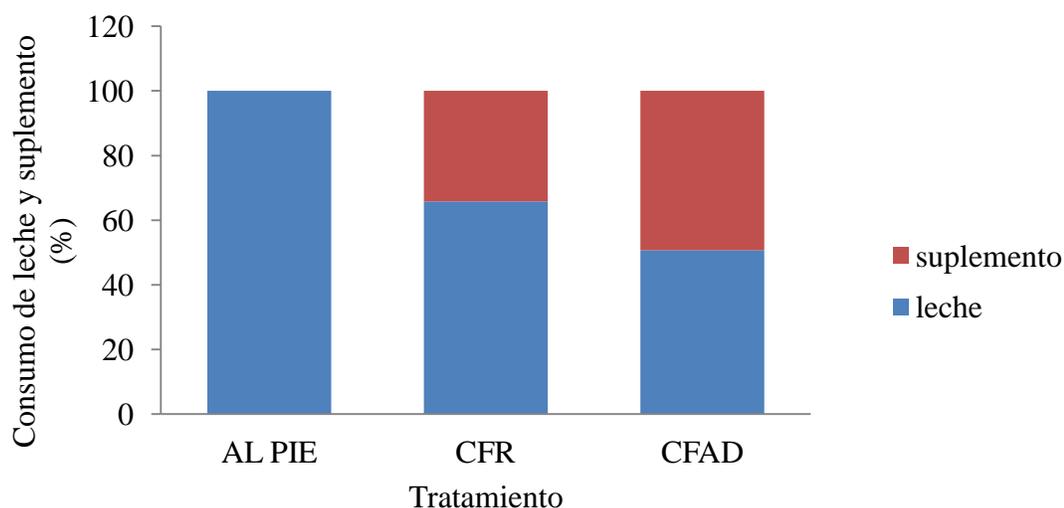


Figura 13. Participación porcentual de leche y suplemento en la dieta sin considerar forraje, según tratamiento.

El peso relativo del consumo de leche en el total de L+S fue variando con la semanas ( $P < 0,0001$ ), siendo este efecto dependiente de los tratamientos ( $P = 0,0001$ ; cuadro 9). En el cuadro 9 se observa que en el tratamiento CFR el consumo de leche en relación al concentrado en la semana 1 fue de 90%, para luego ir disminuyendo en el correr de las semanas, finalizando en un 42%. Respecto a los terneros que estaban *ad libitum*, al comienzo fue de 96% en la primera semana, pasando alrededor de un 10% en la semana 17, lo que representa una caída más acelerada en la participación de leche en la dieta. En la primera semana se observa que no hay diferencias entre tratamientos ( $P < 0,05$ ). Las diferencias entre tratamientos se observan desde la semana 4 en adelante, donde los tratamientos CFR y CFAD no difirieron entre sí hasta el final del período experimental, en la semana 17.

Cuadro 9. Participación porcentual de leche en la dieta de leche + suplemento según tratamiento a lo largo del período experimental.

Tratamientos	Semana experimental					Media por trat.
	1	4	8	13	17	
AL PIE	100 <sup>Aa</sup>	100 <sup>Aa</sup>	100 <sup>Aa</sup>	100 <sup>Aa</sup>	100 <sup>Aa</sup>	100 <sup>a</sup>
CFR	90,5 <sup>Aa</sup>	79,5 <sup>ABb</sup>	67,2 <sup>BCb</sup>	49,5 <sup>CDb</sup>	42,0 <sup>Db</sup>	65,7 <sup>b</sup>
CFAD	96,4 <sup>Aa</sup>	68,5 <sup>Bb</sup>	47,3 <sup>Cb</sup>	31,8 <sup>Cb</sup>	9,4 <sup>Dc</sup>	50,7 <sup>c</sup>
Media por semana	95,6 <sup>A</sup>	82,7 <sup>B</sup>	71,5 <sup>C</sup>	60,4 <sup>D</sup>	50,4 <sup>E</sup>	

\* Medias seguidas de letras mayúsculas indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre columnas.

\* Medias seguidas de letras minúsculas indican diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) entre filas.

\*AL PIE: testigo, CFR: Creep feeding restringido al 1% PV, CFAD: Creep feeding *ad libitum*.

#### 4.4.3. Calidad del forraje consumido

Los parámetros de digestibilidad de la materia seca, FDN, FDA y ceniza no fueron diferentes significativamente entre tratamientos ( $P > 0,05$ ; anexo 19). Si bien no se observó un efecto significativo de tratamiento en el contenido de proteína cruda ( $P = 0,1243$ ; cuadro 10 y anexo 19), se registró una tendencia en diferencia entre CFR y CFAD ( $P = 0,0612$ ), en la cual la dieta seleccionada por los CFR presentó 1,64 % menos proteína que la seleccionada por los CFAD (cuadro 10).

En el cuadro 10 se presenta la composición química del forraje consumido por los terneros (hand clipping) en promedio para todo el período por tratamiento. En el mismo también se presenta las diferencias entre el forraje consumido por los testigos AL PIE en relación al promedio de los suplementados, así como las diferencias CFR y CFAD.

Cuadro 10. Composición química del forraje consumido por los terneros promedio conjunto de todas las fechas por tratamiento y la comparación entre los terneros testigos AL PIE en relación a los suplementados (CFR + CFAD) y los terneros CFR respecto a los CFAD.

	Tratamiento			Valor de P	
	AL PIE	CFR	CFAD	AL PIE vs. CF	CFR vs. CFAD
DMS* (%)	65,21	63,25	64,73	0,46	0,44
PC* (%)	8,51	7,35	8,99	0,54	0,06
FDN* (%)	63,22	63,61	63,02	0,98	0,92
FDA* (%)	30,42	32,94	31,05	0,46	0,44
Cenizas (%)	13,02	10,99	9,43	0,17	0,45

\*DMS: digestibilidad de materia seca, PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido.

\*CF: tratamientos con creep feeding, AL PIE: testigo, CFR: Creep feeding restringido al 1% PV, CFAD: Creep feeding *ad libitum*.

#### 4.4.4. Eficiencia de conversión

La EC para el tratamiento CFR fue de 7,56:1 mientras que para CFAD de 5,61:1, no difiriendo significativamente ( $P=0,4288$ ; cuadro 8 y anexo 20).

#### 4.5. COMPORTAMIENTO ANIMAL

El cuadro 11 corresponde a la probabilidad de ocurrencia de las actividades registradas según tratamiento a lo largo del período experimental.

Cuadro 11. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, rumia, descanso, bebida, consumo de suplemento y consumo de leche.

Actividad	Tratamiento			Valor de P		
	AL PIE	CFR	CFAD	Tratamiento (T)	Semana (S)	Interacción T×S
Pastoreo	0,427	0,414	0,330	0,167	<0,0001	0,3727
Rumia	0,155	0,128	0,128	0,299	0,0065	0,1203
Descanso	0,381	0,406	0,444	0,450	<0,0001	0,5078
Bebida	0,008	0,008	0,017	0,260	0,5889	0,2980
Cons. Supl.	-	0,025	0,048	0,980	1,000	0,7730
Cons. Leche	0,023	0,018	0,034	0,505	0,0682	0,1643

\*AL PIE: testigo, CFR: Creep feeding restringido al 1% PV, CFAD: Creep feeding *ad libitum*.

La actividad de pastoreo no estuvo afectada por el creep feeding ( $P>0,05$ ; anexo 21), aunque sí por el efecto semana ( $P<0,0001$ ) siendo esto independiente de los tratamientos ( $P>0,05$ ; cuadro 11). La probabilidad de encontrar un ternero en pastoreo fue mayor en la semana 17, y sin diferencias significativas en las semanas anteriores ( $P>0,05$ ; cuadro 12). No fue afectada por el tratamiento aunque podría percibirse una ligera tendencia ( $P=0,17$ ), donde los terneros CFAD fueron observados en menor frecuencia pastoreando que los demás tratamientos como se muestra en el cuadro 11.

Cuadro 12. Probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, rumia, descanso, bebida de agua, consumo de suplemento y consumo de leche en cada semana del período experimental.

Variable	Semana experimental				
	2	4	8	13	17
Pastoreo	0,330 <sup>b</sup>	0,290 <sup>b</sup>	0,310 <sup>b</sup>	0,310 <sup>b</sup>	0,700 <sup>a</sup>
Rumia	0,180 <sup>a</sup>	0,100 <sup>bc</sup>	0,160 <sup>ab</sup>	0,160 <sup>ab</sup>	0,077 <sup>c</sup>
Descanso	0,410 <sup>b</sup>	0,560 <sup>a</sup>	0,460 <sup>ab</sup>	0,440 <sup>ab</sup>	0,170 <sup>c</sup>
Bebida	0,004 <sup>a</sup>	0,010 <sup>a</sup>	0,012 <sup>a</sup>	0,016 <sup>a</sup>	0,013 <sup>a</sup>
Cons. Suplemento	0,030 <sup>a</sup>	0,0004 <sup>a</sup>	0,0248 <sup>a</sup>	0,041 <sup>a</sup>	0,027 <sup>a</sup>
Cons. Leche	0,030 <sup>ab</sup>	0,030 <sup>ab</sup>	0,030 <sup>ab</sup>	0,031 <sup>a</sup>	0,0076 <sup>b</sup>

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

\* Semanas 2, 4, 8, 13 y 17 corresponden a los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo respectivamente.

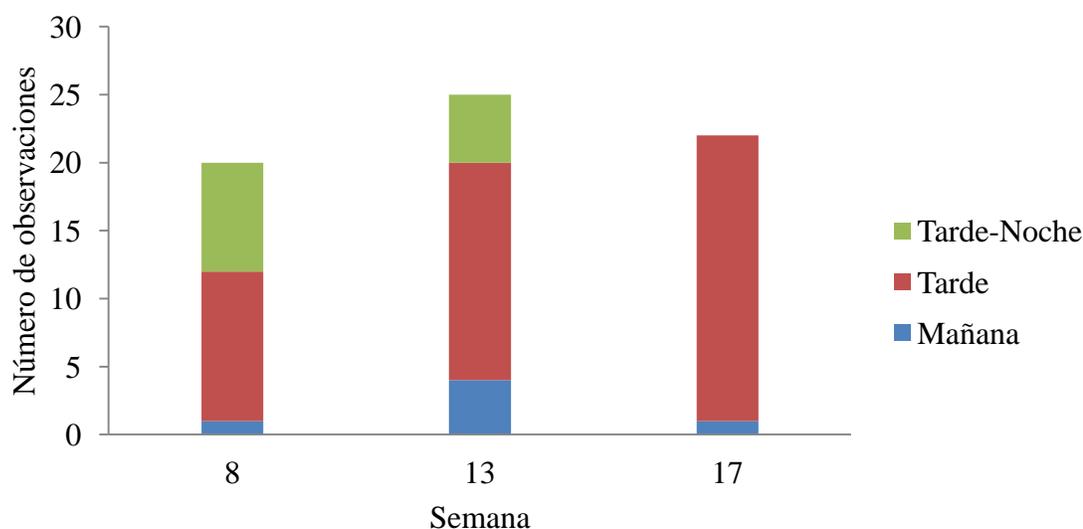
La rumia no fue afectada por el creep feeding ( $P > 0,05$ ; anexo 22) ni por la interacción con la semana ( $P > 0,05$ ). El efecto semana fue significativo ( $P < 0,05$ ). La evolución de la probabilidad de ocurrencia de esta actividad a lo largo de las semanas es errática, pero la mayor probabilidad de rumia ocurrió en la semana 2 (0,18) y la menor en la semana 17 (0,077) (cuadro 12). Éste efecto tendió a depender del tratamiento ( $P = 0,1203$ ; cuadro 11).

En lo que respecta al descanso, no se vio afectada por el creep feeding ni por la interacción tratamiento \* semana ( $P > 0,05$ ; anexo 23), pero sí fue significativo el efecto semana ( $P < 0,0001$ ). Aunque la probabilidad de encontrar a un animal descansando es similar o varía levemente desde la semana 2 a la semana 13, se puede observar que esta probabilidad disminuye aproximadamente un 58% de la semana 2 a la 17 (0,41 vs. 0,17) al tiempo que el pastoreo aumenta 112% en el mismo período (0,33 vs. 0,70). De igual manera, a pesar que de la probabilidad de encontrar un ternero descansando no fue diferente significativamente entre tratamientos, se puede observar en el cuadro 11 que esta probabilidad fue mayor que la probabilidad de pastoreo en animales CFAD (0,44 vs. 0,33 respectivamente), y en sentido contrario en animales sin suplemento (0,38 vs. 0,42), en tanto que los CFR fueron valores similares (0,40 vs. 0,41).

La actividad de consumo de leche no se vio afectada por el creep feeding, pero sí tendió a variar con la semana de observación ( $P = 0,06$ ; anexo 24), siendo este efecto independiente de los tratamientos ( $P > 0,05$ ), lo que en el cuadro 12 se observa como una menor probabilidad de observar un ternero consumiendo leche en la semana 17.

La actividad de bebida no estuvo afectada por el creep feeding, la semana o la interacción entre ambas variables ( $P>0,05$ ; anexo 25).

En la figura 14 se puede ver en qué momento los terneros CFAD visitan el comedero para las semanas 8, 13, 17. En la tarde (de 13:30 a 17:30 hrs.), fue donde hubo el mayor número de observaciones, seguidos por tarde-noche (17:30 a 21:30 hrs.). Una gran proporción de estas visitas a los comederos fueron de entre 15 y 20 minutos, y algunos de hasta 30 minutos. Cabe aclarar que se tomaron los datos de las semanas 8, 13 y 17, debido a que fueron las que tuvieron mayor número de observaciones de consumo de suplemento y únicamente de los terneros CFAD, debido a que en el tratamiento CFR el alimento era consumido en la hora posterior a suministrado por lo que no existieron observaciones posteriores a este período. También es importante el hecho de que el horario de observación fue variando al avanzar el experimento, con la consecuente reducción de las horas de sol, por lo que en la semana 17 (mayo), el tiempo que corresponde a la tarde-noche (17:30 hrs. en adelante) fue menor a las semanas anteriores.



\*Mañana: 9.30 - 13.30 hrs.; tarde: 13.30 - 17.30 hrs.; tarde-noche: 17:30- 21:30 hrs.

Figura 14. Evolución de patrón diurno de actividad asociada al consumo de suplemento durante el período experimental (semanas 8, 13 y 17) en terneros suplementados *ad libitum*.

En las figuras 15, 16 y 17, se presentan los momentos del día en que los terneros de los tratamientos AL PIE, CFR y CFAD respectivamente lactaban, en las observaciones de todo el período experimental.

Los terneros testigos (AL PIE), fueron observados mamando básicamente en 2 momentos en todas las semanas, en tanto en los tratamientos suplementados las observaciones correspondieron a los 3 momentos del día. Los terneros CFAD mamaron en una proporción similar entre la mañana y la tarde, 0,36 y 0,41 de las observaciones de todo el período respectivamente, a diferencia de los terneros CFR que la proporción fue 0,27 y 0,58 o los testigos que fue de 0,15 y 0,50 para la mañana y la tarde respectivamente. También se destaca que en la mañana, el tratamiento más frecuentemente observado consumiendo leche fue el CFAD, (0,36 de las observaciones de todo el período) con respecto a los terneros CFR (0,27) y AL PIE (0,15).

Aunque la tendencia del efecto semana ( $P=0,0682$ ) en el consumo de leche fue independiente del tratamiento ( $P=0,1643$ ), en las figuras se observa que los terneros CFAD fueron observados en menor proporción lactando en la semana 17, que los terneros CFR o los testigos (0,025; 0,10 y 0,125 respectivamente).

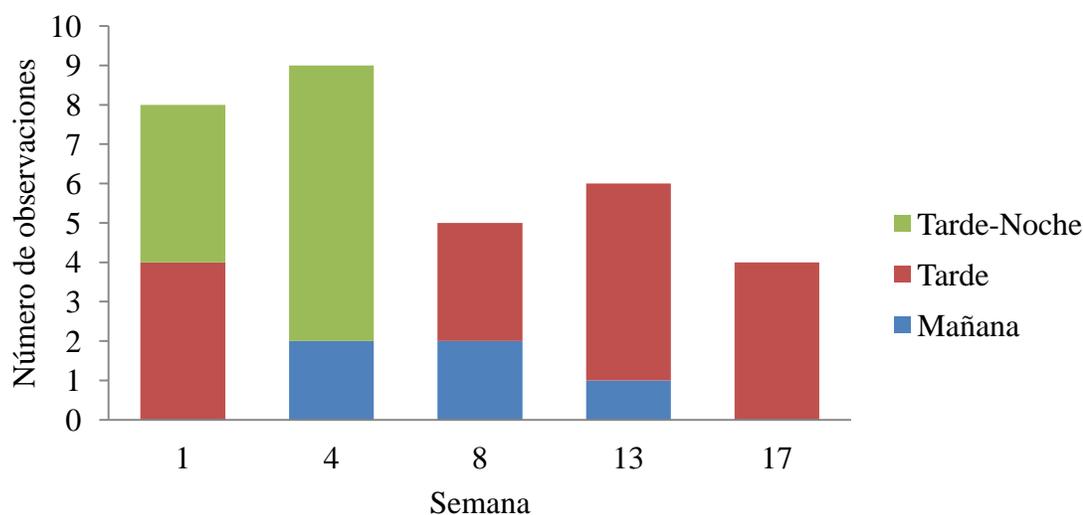


Figura 15. Evolución del patrón diario de actividad asociada al consumo de leche durante el período experimental en terneros testigo (sin suplemento).

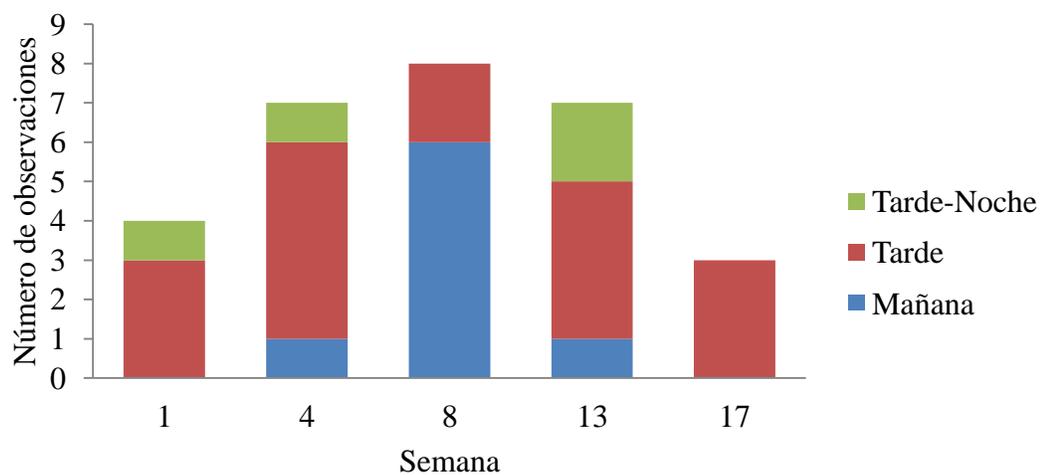


Figura 16. Evolución del patrón diurno de actividad asociada al consumo de leche durante el período experimental en terneros creep feeding al 1% del PV.

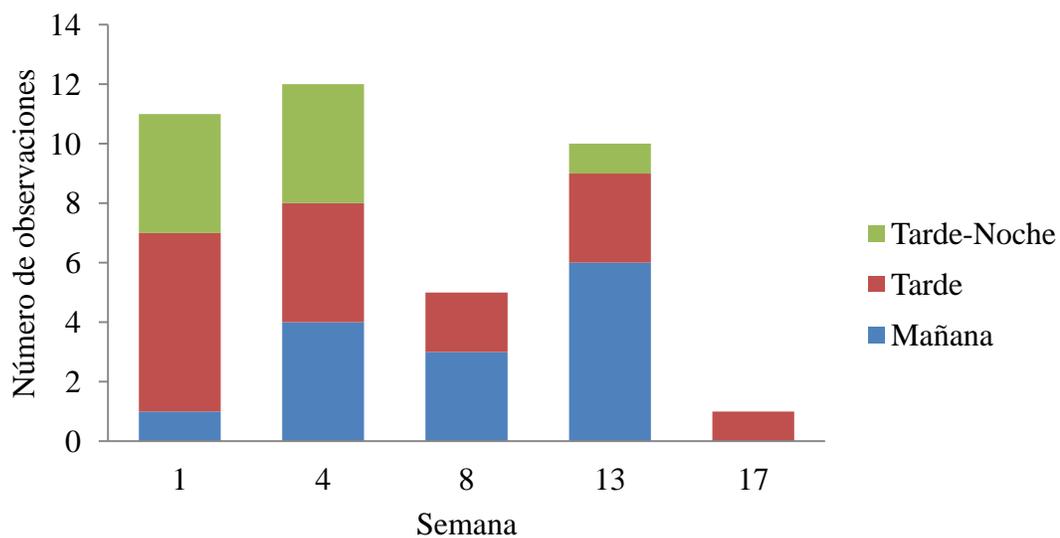


Figura 17. Evolución del patrón diurno de actividad asociada al consumo de leche durante el período experimental en terneros creep feeding *ad libitum*.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. CONDICIONES AMBIENTALES Y PASTURA

Como se puede observar en la figura 18, la temperatura media mensual se comportó de forma similar al promedio histórico para Paysandú. La precipitación acumulada del período enero-mayo fue semejante al promedio histórico, pero se debe destacar que la distribución de las precipitaciones difirió de lo que se contempla en los datos históricos para dicha localidad. En 2015 más del 50% de las precipitaciones ocurrieron en enero, mientras que en febrero, marzo y abril la precipitación acumulada estuvo por debajo del 40% del valor histórico, lo que determinó un acentuado déficit hídrico en esos meses, recomponiéndose la condición hídrica en mayo, al final del experimento.

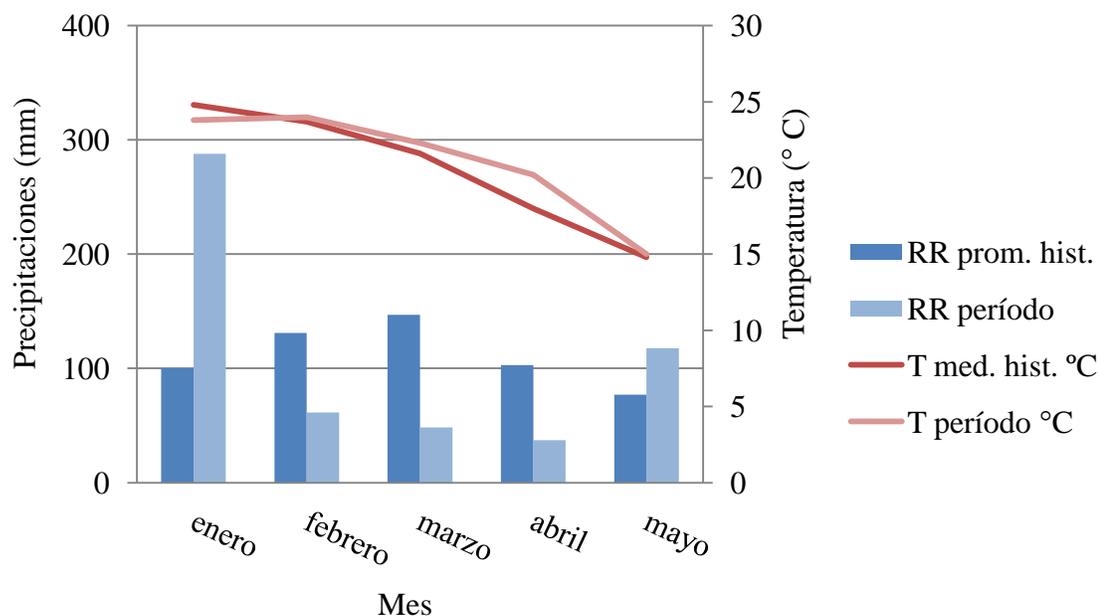


Figura 18. Distribución precipitaciones acumuladas y temperatura media mensual serie 1961-1990 para Paysandú, precipitaciones acumuladas (RR) y temperatura (T°C) media mensual durante el período experimental en dicha localidad (1/01 al 15/05/2015).

La evolución de la disponibilidad promedio de forraje y la de los restos secos estuvieron afectadas por las precipitaciones (RR) registradas durante el período experimental. En enero, mes donde se registró la mayor cantidad de RR durante el experimento, la disponibilidad de forraje (DF) fue mayor y los restos secos (RS) fueron menores respecto a los meses siguientes e incluso en febrero ambas variables no

difierieron significativamente del mes anterior, esto probablemente se debió a las precipitaciones acumuladas en enero, ya que en febrero éstas últimas disminuyeron considerablemente. La DF disminuyó y los RS aumentaron conforme avanzó el período experimental ( $P < 0,05$ ; figuras 5 y 7 respectivamente), esto se explicaría por la disminución de las RR, la cual provocó el déficit hídrico anteriormente mencionado. La evolución de los RS anteriormente descrita, estuvo asociada a la disminución de la disponibilidad promedio de forraje verde en el correr de las semanas ( $P < 0,05$ ; figura 7). La disponibilidad de forraje verde (DFV) y los RS fueron similares entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) y el efecto semana en ambas variables fue independiente de los tratamientos ( $P > 0,05$ ). La carga animal promedio inicial fue de 554 kg de PV/ha. La evolución de asignación de forraje fue disminuyendo a medida que transcurrió el experimento para los tres tratamientos, pasando de 11,7 a 3,5 kg MS/100 kg de PV de enero a mayo respectivamente. Esto se debió a un aumento en la carga animal en esos meses, incrementándose 11,6; 18,1 y 26,4 % para AL PIE, CFR y CFAD respectivamente y a que la DF disminuyó como se dijo anteriormente, pasando de 2967 a 1200 kg MS/ha. De acuerdo con lo reportado por NRC (1987) cuando la disponibilidad está por encima de 2200-3000 kg MS/ha no existen limitaciones en el consumo para el ganado, si baja a 1000 kg MS/ha puede esperarse una reducción en éste último de 15%, por lo que la unidad vaca-ternero al final del experimento pudo tener limitaciones en cuanto al consumo de forraje.

## 5.2. EFECTO DEL CREEP FEEDING Y DEL NIVEL DE SUPLEMENTACIÓN SOBRE EL DESARROLLO DEL TERNERO

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la suplementación al pie de la madre aplicada a terneros durante 117 días desde el fin del acostumbramiento hasta el destete (entre los 70 y 180 días de edad del ternero). Los resultados obtenidos permiten confirmar la hipótesis planteada de que los terneros suplementados con un concentrado energético-proteico tienen mayores ganancias que aquellos que no la reciben, ya que presentan una superioridad en GMD los suplementados versus los no suplementados de 0,414 kg/día para promedio del período experimental ( $P < 0,0001$ ).

Los terneros AL PIE obtuvieron GMD de 0,606 kg/animal/día y un PD de 145,5 kg. Este desempeño de los animales era el esperado; Rovira (2012) reportó pesos al destete entre 140-160 kg de PV para terneros Hereford al pie de la vaca y Simeone y Beretta (2012) reportaron para estos animales GMD del orden de los 0,600 kg/día en las condiciones predominantes de la cría en el Uruguay.

Las respuestas que generó la aplicación del creep feeding fueron mayores GMD ( $P < 0,0001$ ; cuadro 7) y pesos a los 180 días en animales suplementados vs. no suplementados ( $P = 0,0545$ ; cuadro 7). Estas respuestas variaron según el nivel de suplementación, fuera del 1% del PV (CFR) o *ad libitum* (CFAD). La GMD promedio

del periodo experimental y PD fue de 0,790 kg/ día y 167,2 kg de PV para CFR y 1,11 kg/ día y 201 kg de PV para CFAD, mostrando una superioridad frente al testigo sin suplementar de 30 y 15% para CFR y 83 y 38% para CFAD respectivamente. Cuando se divide en dos el período se observa que la superioridad en GMD de los CFAD frente a los testigos AL PIE fue de 0,273 kg/día ( $P < 0,05$ ) en los primeros 50 días del experimento. Esta respuesta fue aún mayor en los últimos 63 días debido a que los terneros CFAD ganaron 0,654 kg/día ( $P < 0,05$ ) más que los AL PIE. Por otro lado, la superioridad en GMD de los CFR vs. AL PIE fue menor a la de CFAD vs. AL PIE, ya que en los primeros 50 días los terneros CFR ganaron 0,186 kg/día ( $P < 0,05$ ) más que los AL PIE y esto se mantuvo para el período de 50-113 días (0,184 kg/día;  $P < 0,05$ ). La mayor GMD de los CFAD frente a CFR en el segundo período probablemente se debió a que los animales en ese momento eran más grandes y debido a ello tuvieron mayor capacidad de consumo (Valadares et al., citados por Pérez y Risso, 2016), logrando así CMSS 78,2 % superiores para CFAD en relación a CFR ( $P = 0,0145$ ), lo que les permitió ingerir más nutrientes, alcanzando mayores ganancias y PD. En relación al consumo de leche estuvo afectado por el creep feeding ( $P = 0,0033$ ), aunque no difirieron entre tratamientos suplementados, los CFR tuvieron mayor consumo de leche que CFAD (3,44 vs. 2,09 kg/día, respectivamente) y a su vez ambos tratamientos presentaron en promedio una inferioridad de 26,1% con relación al testigo (cuadro 8).

Si se asume que no hubo diferencias en el consumo de la pastura en tanto la disponibilidad de forraje no fue diferente entre tratamientos, y que la tasa de sustitución fue cercana a cero, ya que se trabajó en campo natural con baja disponibilidad y calidad, se podría asemejar a lo que plantean Bavera y Peñafort (2006) que con oferta o calidad forrajera limitada, el efecto sustitución es menor y se obtienen mejores conversiones alimenticias en comparación con las logradas en pasturas de calidad o bien mayores ofertas de la misma.

Aunque los terneros al pie de la madre podrían haber consumido más forraje para suplir sus necesidades, la base forrajera fue la misma entre tratamientos a lo largo del experimento ( $P = 0,2893$ ), por lo que con las ecuaciones reportadas en Australian Feeding Standards, citado por Simeone y Beretta (2015), y los elementos que consideran dichas ecuaciones, la estimación de consumo de forraje arrojaría resultados similares entre tratamiento y por ende la energía consumida a través del forraje sería muy similar para los tres tratamientos (7,5 Mcal EM/a/día) (anexo 26), y partiendo de los consumos promedio de leche y suplemento registrados en el período experimental y tomando en cuenta que la ración tiene 2,71 Mcal de EM/kg MS de suplemento (anexo 26) y la leche 0,67 Mcal de EM/kg (NRC, 1989), se obtiene que el consumo promedio de energía por animal fue de 10,01 Mcal EM/día en AL PIE, 12,8 Mcal EM/día en CFR y 14,2 Mcal EM/día en CFAD. CFAD registró un consumo diario de energía 11% superior a CFR y 42% superior a los terneros AL PIE (anexo 27).

En el experimento de Faulkner et al. (1993), en el que probaron suplementación restringida (1 kg MS/día) y *ad libitum* de dos alimentos diferentes, con animales cruza AA x HE de 5 meses de edad y 135 kg de PV en promedio, sobre una pastura de festuca, encontraron que la ganancia diaria aumentó linealmente con el consumo de suplemento, donde los restringidos tuvieron ganancias diarias un 38% superiores a la de los testigos, similar a lo obtenido en el presente experimento. Sin embargo, los *ad libitum* en el experimento de Faulkner et al. (1993) fueron un 14% superior que los restringidos, obteniendo una menor respuesta comparando con este experimento (40,7%).

Bentancor et al. (2013) obtuvieron también respuesta al creep feeding, los mismos evaluaron el efecto de la suplementación al 1% del PV en terneros Hereford pastoreando campo natural a una oferta de forraje de 5,5 kg MS/kg PV, registrando una GMD de 0,885 kg/día, 52% superior con relación al testigo sin creep feeding y un PD de 190 kg de PV (38 kg más que el testigo). Esta GMD fue similar a la reportada en el presente trabajo para CFR. El consumo de suplemento que podría haber sido una fuente de variación para explicar las diferencias fue igual (1,1 vs. 1,10 kg/día en CFR). El peso y la edad con que iniciaron estos terneros fueron semejantes a la de los CFR (79,5 vs. 78,5 kg de PV en CFR y 75 vs. 70 días de edad en CFR respectivamente). Todas estas fuentes de variación (consumo, edad y peso al inicio) ratifican que las GMD fueron similares. El mayor PD posiblemente se debió a una mayor duración del creep feeding (126 vs. 117 días en este experimento). Ya Guggeri et al. (2014) suplementando con cantidad fija pero en un mayor nivel (1,3% PV) en terneras Hereford sobre campo natural (con edad y peso vivo al inicio similares a los de este trabajo de investigación), tuvieron mayor respuesta al creep feeding, ya que lograron una ventaja de 0,390 kg/día en GMD a favor de las suplementadas con relación a las testigo (1,250 vs. 0,860 kg/día respectivamente). Esto último llevó a una superioridad de 32 kg más en PD de las terneras con creep feeding vs. las no suplementadas. Los autores registraron mayor GMD y PD que los CFR. Las fuentes de variación que explicarían estas diferencias en GMD serían el nivel de suplementación (1,3% vs. 1% PV en CFR).

Al igual que en este experimento, Tarr et al. (1994) obtuvieron respuesta al creep feeding. Estos autores evaluaron en dos años consecutivos el efecto del creep feeding durante 84 días, en terneros hijos de vacas cruza HE x AA pastoreando festuca infectada por endófito. El nivel de suplementación fue *ad libitum*, logrando así GMD de 1,05 y 1,07 kg/día (102 y 74% superior con relación al testigo sin suplementar) en el año 1 y 2 respectivamente. Esta GMD fue similar a la obtenida por los terneros CFAD. Probablemente se hubiera esperado que los terneros del experimento de Tarr et al. (1994) tuvieran mayores ganancias que los CFAD, debido a la edad, peso al inicio del experimento y raza, ya que animales más grandes tienen mayor capacidad de consumo (Valadares et al., citados por Pérez y Risso, 2016), lo que permitiría obtener mayores ganancias. La edad y peso al inicio fue de 122; 126 días de edad y 146,9; 150,6 kg de PV en año uno y dos respectivamente, en cambio los animales CFAD iniciaron con 70

días de edad y 80 kg de PV en promedio. Respecto a la raza, como ya se dijo los animales del experimento de estos autores eran cruzas y los terneros CFAD eran puros, pero a pesar de que los primeros consumieron más suplemento que los segundos (3,4 y 3,8 kg/día, año 1 y 2 respectivamente vs. 1,96 kg/día para CFAD) las GMD fueron similares como ya fue mencionado. Los autores atribuyen que la festuca al haber estado infectada con endófito pudo haber afectado la producción de leche de las madres y por consiguiente la GMD de los lactantes, lo cual explicaría la similitud de las GMD obtenidas en ambos experimentos. Por su parte Lusby, citado por Scaglia (2004) encontró una menor respuesta al creep feeding en comparación a la obtenida por Tarr et al. (1994) o a la que se obtuvo en el presente experimento. Esto último se debió a que Lusby, citado por Scaglia (2004) en su experimento con terneros cruza HE x AA pastoreando campo natural, donde se les suministró suplemento a voluntad obtuvieron una GMD de 0,940 kg/día (8% superior al testigo que no recibió creep feeding). La menor respuesta al creep feeding podría haberse explicado por el excelente estado de la pastura en cantidad y calidad (si bien no se cuenta con datos de la misma) y por la producción de leche de las vacas. Esta GMD fue similar a la lograda por CFAD, donde se ratifica por el consumo de suplemento, el cual fue similar entre experimentos (1,77 vs. 1,96 kg/día en CFAD). El PD logrado por estos autores fue de 257 kg de PV (19 kg más que el testigo), siendo mayor al de CFAD. Esta diferencia se pudo deber a la edad al destete (8 meses) y al tiempo de suplementación (180 días), los cuales fueron mayores que en CFAD. Viñoles et al. (2013) tuvieron también respuesta al creep feeding en terneros Hereford sobre campo natural, suplementados *ad libitum*, tanto a alta (504 kg de PV/ha) como baja (345 kg de PV/ha) carga animal. Las GMD fue mayor para los terneros con creep feeding (0,956 y 1,067 kg/día para alta y baja carga, respectivamente) que los terneros sin creep feeding (los que tuvieron GMD similares). Esto llevó a una superioridad de los suplementados frente a los testigos de 37% y 32%, tanto para alta como baja carga respectivamente. Las GMD de los terneros con creep feeding fueron similares a las obtenidas para este experimento. Sin embargo, los PD que alcanzaron los terneros con creep feeding de estos autores fueron menores al de los CFAD, independientemente de la carga (172 y 160 para baja y alta carga vs. 201 kg de PV para CFAD). La carga que pudo haber explicado en parte estas diferencias fue inferior a la del presente experimento (606 kg de PV/ha). Diferencias posiblemente debidas a la edad y peso al inicio del experimento (51 vs. 70 días de edad en CFAD y 70 vs. 80 kg de PV en CFAD) y a la duración del creep feeding (100 vs. 117 días en CFAD).

Al comparar entre tratamientos el peso a los 180 días, los terneros CFAD no difieren de los CFR ( $P=0,1165$ ) pero sí de los de AL PIE ( $P=0,0513$ ). Sin embargo, cuando se analizó en GMD, al diferir entre tratamientos suplementados, se hubiera esperado que también difirieran en peso al destete. Estas diferencias en resultados entre PD y GMD posiblemente se debieron a que son mediciones diferentes, para GMD se tiene numerosas medidas repetidas en el tiempo que permiten calcular el valor con mayor precisión, mientras que para el PD es otra magnitud de variables y puede generar

que dos de ellas al destete no fueran significativas a pesar de que las GMD fueron diferentes significativamente.

Caracterizando el crecimiento también se observa que la relación entre peso y altura no fue diferente entre tratamientos ( $P=0,2534$ ) y muestra que el crecimiento fue homogéneo, es decir sin priorizar algún tejido (óseo, muscular o adiposo). Ello podría explicar la inexistencia de diferencias en eficiencia de conversión entre terneros CFR y CFAD. Sin embargo, si existieran diferencias se tendría que cuantificar el costo energético de la deposición de grasa con relación al costo de deposición de músculo por kg de PV depositado, ya que los requerimientos de energía neta serán mayores cuanto mayor sea el peso relativo de la grasa en cada kg de peso vivo ganado y por lo tanto mayor el consumo de MS/kg (Di Marco, citado por Pordomingo, 2005). Un animal en crecimiento está depositando principalmente músculo, por lo tanto los requerimientos proteicos son mayores que los energéticos (Mac Loughlin y Garriz, 2009).

### 5.3. EFICIENCIA DE LA TÉCNICA

Se entiende por eficiencia de la técnica, la capacidad de lograr pesos al destete superiores a los logrados en las condiciones predominantes de la cría en el país, entre 140-160 kg de PV según lo reportado por Rovira (2012), con la menor cantidad de recursos, ya sea consumos de leche, suplemento y/o forraje o en el menor tiempo posible.

El CMSS promedio (expresado en kg/a/día como en % PV) para todo el período fue mayor en terneros CFAD con respecto a los CFR. El CMSS (kg/a/día) conforme avanzó el período experimental incrementó y a partir de la semana 4 hasta el final del experimento hubo diferencias significativas entre CFAD y CFR a favor del primero. Esto último probablemente pudo deberse a que los CFAD tuvieron tasas de crecimiento más elevadas, por lo que permitió aumentar su capacidad de consumo más rápidamente con el paso del tiempo, argumento también expuesto por Valadares et al., citados por Pérez y Risso (2016). La evolución del CMSS también podría estar relacionada con la curva de producción de leche de la madre, la cual se redujo de inicio a fin del experimento. El nivel de consumo promedio de suplemento para el tratamiento *ad libitum* fue mayor al obtenido por Viñoles et al. (2013). Estos autores, suplementando *ad libitum* registraron un consumo de 1,5 kg MS/ día, tanto para baja (345 kg de PV/ ha) como para alta carga (504 kg de PV/ ha), valor inferior al registrado en CFAD de 1,96 kg MS/ día con una carga de 606 kg de PV/ ha. Para el caso de los terneros restringidos al 1% del PV el consumo promedio de MS de suplemento por animal fue de 1,10 kg/día, similar al obtenido de Andrade Rodrigues y da Cruz (2002), que sostienen que suplementar entre 0,5 y 1% del peso vivo a terneros de entre tres y siete meses de edad (destete), logran consumos en promedio entre 0,6 y 1,2 kg/animal/día, valores también reportados por Bentancor et al. (2013), donde lograron un consumo promedio de  $1,1 \pm$

0,1 kg por día. Cargill (1995), sugiere que a partir de los dos meses de edad el suplemento debe ser ofrecido *ad libitum* o entre 0,75 y 1,5% del peso vivo de los terneros, lo que podría ser un rango acertado a esa edad, ya que los resultados de este experimento muestran que a las semanas 2 y 3 de iniciado (entre 80 y 90 días de edad) los terneros CFAD ya consumían 0,9 y 1,5% del peso vivo respectivamente. Entre la semana 1 y 4 el CMSS en CFAD aumentó de 0,27 a 1,99% del PV, manteniéndose constante, en torno a dicho valor, hasta la semana 17, lo que podría indicar que no se debería esperar consumos superiores en relación al peso vivo (% PV) bajo las condiciones estudiadas.

Cuando se analiza la variación entre días en el CMSS diario dentro de la semana existió una tendencia a aumentar el mismo a medida que transcurría los días para el tratamiento CFAD, sin embargo, para CFR no se observaron diferencias significativas (figura 10). En el tratamiento CFAD se hubiera esperado un CMSS dentro de la semana en forma de sierra, donde se observan días con picos de altos niveles de consumo, seguidos de días con bajos niveles en respuesta a posibles trastornos digestivos, debido a un consumo excesivo, ya que los animales en este tratamiento estuvieron en condiciones de libre elección y todo esto resultaría en una baja eficiencia de utilización del alimento. Sin embargo, en CFR al haber estado restringido su consumo se evitarían posibles alteraciones digestivas (Hamilton, 2002). Cuando se refiere a consumo en forma de sierra se explica por el trabajo de Beauchemin, citado por Schwartzkopf-Genswein et al. (2003) en su experimento con novillos cruce alimentados en confinamiento con una dieta (92% de concentrado con 14,2% PC) hallaron una relación entre el CMSS y el pH ruminal. Los animales ajustaban el consumo posterior si el pH era bajo para limitar la producción de AGV y así restaurar las condiciones del pH ruminal. Una vez que se restauraba el pH los animales volvían a consumir altos niveles de alimento, lo que condujo nuevamente a la producción excesiva de AGV y con ello la bajada de pH a nivel de rumen haciendo que los animales vuelvan a ajustar su consumo y así el ciclo se repetía otra vez. Relacionando la evolución del CMSS diario del experimento de Beauchemin, citado por Schwartzkopf-Genswein et al. (2003) con la del presente trabajo (figura 10), en la misma no se observa picos de altos y bajos consumos para ambos tratamientos, por lo que se podría inferir que los animales no tuvieron trastornos digestivos.

En el consumo de leche hubo diferencias entre tratamientos ( $P=0,0033$ ), donde CFAD difirió significativamente de AL PIE pero no de CFR, y a su vez éste último tampoco difirió de AL PIE. CFAD y CFR consumieron 44 y 8% menos que los testigos, respectivamente. Estas diferencias pudieron deberse a que los terneros CFAD al haber estado en condiciones de libre elección prefirieron el suplemento antes que la leche. No obstante, al comienzo cuando la producción de leche de las vacas era mayor, los consumos de leche de los CFAD no difirieron con relación a los CFR, por lo que se podría inferir que en ese momento los terneros CFAD priorizaron la leche al igual que

los otros tratamientos. A pesar que el efecto tratamiento fue independiente de las semanas ( $P > 0,05$ ), en el consumo de leche se observa un cambio acentuado hacia el final (figura 12) cuando la producción de leche descendió. Los terneros CFAD consumieron un 76 y 81,5% menos que CFR y AL PIE, respectivamente en la semana 17. La evolución del CMSS podría también explicar estas diferencias, ya que a partir de la semana 4 hasta el final del experimento, el CMSS de los terneros CFAD fue superior al de CFR, donde los primeros alcanzaron un consumo en torno al 2% del PV, frente al 1 % del PV de los CFR (figura 11).

La interrogante que surge con relación a las diferencias en consumo de leche es si la producción de leche disminuyó porque el ternero mamó con menor frecuencia o éste último mamó menos porque la producción de leche se redujo marcadamente, probablemente sea una combinación de ambas cosas. Observando la actividad consumo de leche durante el comportamiento para CFAD, se puede ver en la figura 17 que el número de observaciones de la actividad disminuyó en la semana 17 con relación a las semanas anteriores y al resto de los tratamientos. También se debe considerar que la producción de leche de las madres de los terneros CFAD pudo ser menor que los otros tratamientos debido a que tuvieron una mayor carga (kg PV/ha) que los demás tratamientos, explicado principalmente por el aumento de peso de los terneros, ya que la variación de peso de las madres fue muy similar entre tratamientos. Debido a esa mayor carga animal la asignación de forraje (AF) ante una producción de forraje similar fue menor para el tratamiento CFAD, especialmente hacia el final del período experimental. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos por Lardy et al. (2001), Gelvin et al. (2004), Soto-Navarro et al. (2004), donde no hubo diferencias en consumo de leche entre animales suplementados y testigos cuando la oferta de suplemento fue restringida, pero diferentes a los conseguidos por Viñoles et al. (2013). Éstos últimos, en su ensayo suplementando *ad libitum* y trabajando con el mismo biotipo de animales y pastura que en el presente experimento, con AF 5,2 y 2,2 kg MS/kg PV correspondientes a carga baja y alta respectivamente, no encontraron diferencias en frecuencia de amamantamiento o consumo de leche entre terneros con y sin creep feeding, tanto a alta como baja carga animal. En el presente experimento la AF no varió en tal magnitud entre tratamientos, tampoco se encontraron diferencias en la frecuencia de amamantamiento, pero la AF hacia el final del período para CFAD (0,8 kg MS/kg PV para abril-mayo) estuvo por debajo de la carga animal alta en el experimento de Viñoles et al. (2013), en tanto que los testigos hacia el final del período tenían AF de 0,9 kg MS/kg PV para abril-mayo, también por debajo de la referencia antes mencionada y similar al tratamiento CFAD.

Faulkner et al. (1993) probaron niveles de suplementación restringido (1 kg MS/día) y *ad libitum*, al igual que en este experimento no encontraron diferencia en el consumo de leche entre ambos niveles pero tampoco entre los *ad libitum* y los testigos, siendo diferente a lo constatado en el presente experimento, lo que los autores atribuyen

al diseño del experimento, donde los terneros comenzaron el período de suplementación con 5 meses de edad.

El consumo de leche disminuyó desde aproximadamente 5,3 a 1,3 kg/día entre los 70 y 180 días después el parto. Viñoles et al. (2013) al igual que en este experimento obtuvieron que la evolución de la producción de leche disminuyó a medida que el mismo transcurrió, pasando de 4,9 a  $3,2 \pm 0,6$  kg/día entre los 51 y 149 días post-parto ( $P < 0,001$ ). La disminución en la producción de leche ( $P < 0,05$ ) a lo largo del período, podría deberse a la curva biológica de producción de leche de las madres, y como se describió anteriormente, al descenso en la disponibilidad de forraje, como consecuencia del déficit hídrico ocurrido de febrero en adelante.

Rovira (1974) sostiene que en condiciones de pastoreo sobre campo natural la nutrición depende exclusivamente de la disponibilidad de forraje, la cual a su vez está vinculada a las condiciones climáticas. En la disponibilidad promedio de forraje no se observaron diferencias entre tratamientos ( $P = 0,2893$ ), como se detalló párrafos arriba la misma disminuyó con el correr de las semanas, sin embargo, este efecto fue independiente de los tratamientos. Este descenso durante el período experimental podría explicarse también por la evolución de la carga animal, la cual aumentó de inicio a fin del experimento para los tres tratamientos. Este incremento de la carga se entiende principalmente por el aumento de peso promedio de los terneros (68, 89 y 123 kg PV para AL PIE, CFR y CFAD respectivamente).

Por otro lado, aunque la eficiencia de conversión (EC) del suplemento no fue diferente significativamente entre terneros *ad libitum* y al 1% del PV (5,61 y 7,56 respectivamente), el valor es menor para los primeros, por lo que fue mejor aprovechado. La razón por la cual EC fue mejor en CFAD vs. CFR podría explicarse por el lado de que los primeros tuvieron mayor CMSS que los restringidos, por lo que hubo un mayor consumo de energía en CFAD (como se vio anteriormente). Este excedente de energía sobre mantenimiento hizo que el costo de mantenimiento se diluyera haciendo que la EC fuera mejor en este tratamiento, como lo expuso Di Marco (2006). También se debe tener en cuenta que la aditividad de la suplementación se expresa en condiciones de restricción de cantidad o calidad de pastura (Lange, citado por Mieres, 1997) como ocurrió en este experimento. Igualmente Faulkner et al. (1993) en su ensayo obtuvieron eficiencias de conversión similares entre suplementación restringida (1 kg MS/día) y *ad libitum*, siendo 5:1 y 7:1 con consumos de 1,01 y 2,28 kg MS/día de suplemento para restringido y *ad libitum*, respectivamente ( $P = 0,12$ ), aunque la pastura fuera de festuca, lo que estos autores atribuyen a que a pesar de haber sustitución de forraje por concentrado, la digestibilidad del suplemento superó a la de la pastura, habiendo un mayor aprovechamiento del alimento consumido y mayor respuesta en crecimiento. Esto último podría ayudar a reafirmar la idea del posible efecto aditivo del suplemento a la leche y al forraje en el presente experimento, resultando en un mayor consumo de nutrientes

mencionado anteriormente, debido tanto a las condiciones de la pastura como las ambientales (sobre campo natural y con marcado déficit hídrico). La pastura podría haber sido escasa y a su vez el suplemento consumido en detrimento del forraje pudo haber sido mejor aprovechado, por ser un alimento más digestible y de mayor aporte de energía y proteína. La EC de CFAD coincide con la reportada por Viñoles et al. (2013) suplementando *ad libitum* (5,3 vs. 5,61), el experimento de estos autores fue con una carga de 504 kg PV/ha, inferior a la de este trabajo. El valor de EC para CFAD de este experimento está dentro del rango 4,5 a 6, considerado el más eficiente por Hamilton (2002). Este autor expuso que las situaciones probables que puede darse tal rango de EC son pasturas de baja calidad, producción de leche por debajo del promedio.

Otros autores sostienen que si restringe la cantidad de suplemento ofrecida respecto a si se ofrece a voluntad, la eficiencia de conversión mejora (menor EC), a pesar de obtener una ganancia de peso menor, ya que la cantidad de alimento suplementario por unidad de ganancia de peso adicional se reduce, haciendo la técnica más eficiente y rentable (Hamilton 2002, Gadberry 2008), lo que es contrario a los resultados obtenidos aquí. Bentancor et al. (2013) suplementando al 1% del PV obtuvieron una eficiencia de conversión de 3,7:1, valor menor que el obtenido en este experimento para terneros restringidos que alcanzaron 7,56:1, esto probablemente se deba a que estos autores trabajaron con vacas primíparas, las cuales tienen menor producción de leche que vacas multíparas. A su vez la EC de terneros CFR es más eficiente a la observada por Lusby, citado por Scaglia (2004) suplementando *ad libitum*, obtuvieron EC de 17:1, esto posiblemente se deba a que las pasturas se encontraban en excelente estado y junto con el consumo de leche, los terneros tuvieron una alta oferta de alimento, produciéndose el efecto de sustitución de forraje por concentrado, el autor reporta una tasa de sustitución del 12%. Con estos resultados se observa como la eficiencia de conversión del creep feeding depende tanto de la calidad del forraje como la producción de leche de la madre como lo indica Hamilton (2002).

#### 5.4. COMPORTAMIENTO ANIMAL

En la hipótesis se planteaba que el creep feeding podría modificar el comportamiento en pastoreo, es decir que los terneros al disponer de un alimento palatable y altamente digestible, podrían dedicar menos tiempo al pastoreo y por tanto consumir menos forraje. A su vez se planteaba que el proceso de pastoreo podría ser más selectivo, lo que en suma con lo anterior lograría un menor gasto energético, y a través de ello una mejora en la eficiencia de uso del alimento. Además, la magnitud en que podrían variar estos factores sería en función del nivel de suplementación, donde un mayor nivel lograría una disminución en la actividad de consumo de forraje más importante.

También se especulaba que la suplementación diferencial tendría efecto sobre el consumo de leche de los terneros, disminuyendo la ingesta de leche así como el tiempo y frecuencia de mamada, sustituyendo parcialmente los nutrientes aportados por la leche en favor de los aportados por el suplemento, logrando pesos al destete iguales o mayores a los logrados al pie de la madre sin suplementación. Asimismo el efecto en mermar el consumo de leche podría ser más importante cuando el alimento se suministra a voluntad, en la medida que desplaza en mayor medida a la leche como componente de la dieta, con relación a un suministro restringido.

La disponibilidad de forraje resultó una condición relevante para analizar la respuesta, debido a que la misma pasó de alrededor de 3000 kg MS/ha en promedio a 1700 kg MS/ha en abril y 1200 kg MS/ha en mayo, por debajo de lo que algunos autores consideran una disponibilidad que posibilita un consumo máximo de forraje (entre 2250 y 2500 kg MS/ha; Reinoso y Soto, 2006), en la medida que determina un menor peso de bocado aumentando la fatiga a causa del pastoreo. Esta disminución consecuencia de las condiciones climáticas predominantes en el período, como anteriormente se mencionó, probablemente no permitieron que se expresara el efecto de la técnica en el comportamiento, debido a que al ser limitante el forraje pudieron no haberse manifestado conductas tales como la sustitución (Cargill 1995, Bavera y Peñafort 2006), y tampoco pareció verse afectada la selectividad, ya que no hubo diferencias significativas en la composición del forraje seleccionado por los terneros entre animales suplementados y no suplementados ( $P>0,05$ ).

El peso al destete difirió significativamente entre tratamientos (CFAD: 201 vs. AL PIE: 145,5 kg,  $P=0,0513$ ). La respuesta a los tratamientos por otra parte, parecería acentuarse con el transcurso del período experimental (mayor consumo de suplemento, disminución de la producción de leche). En esta misma línea de respuesta, hacia la semana 17 se registra un incremento en la actividad de pastoreo (mayor probabilidad de encontrar terneros pastoreando en la semana 17 que en las semanas anteriores que no difieren entre sí ( $P>0,05$ )). Al aumentar la importancia del forraje en la dieta a medida que crece el ternero (Rovira 2012, Gadberry 2008) y éste ir disminuyendo y volverse limitante como ocurrió en este experimento, pudieron haberse acentuado las diferencias en el plano nutricional entre los animales testigo y los suplementados, por el hecho de disponer de otra fuente de alimento. A su vez los animales que recibieron una mayor cantidad de suplemento, pudieron expresarlo, aunque sin diferencias significativas, en un mayor peso al destete (201 vs. 167,2 kg,  $P=0,1165$ ), por lo que se podría decir, que ante estas condiciones de disponibilidad de forraje aumentar la oferta de nutrientes, de 1% del PV a suplementar a voluntad, donde a partir de la semana 4 éstos últimos consumieron en promedio 2% del PV, significó un aumento mayor a 30 kg en peso al destete. Otra de las posibles razones es que como la disponibilidad de forraje va disminuyendo durante el experimento, siendo menor en la semana 17, pudo haber aumentado el tiempo de búsqueda y selección del forraje, compensando el menor peso

de bocado (Hodgson, citado por Scarlato et al., 2013), lo que incrementa el gasto energético en estas actividades, pudiendo ser menor en animales que disponen de suplemento, y este ahorro ser más importante en los terneros que disponían de suplemento a voluntad, más aún si se tienen en cuenta que en el tratamiento CFR la disponibilidad de suplemento se restringía a las primeras horas luego de suministrado, mientras que los CFAD disponían del mismo en todo momento.

La probabilidad de encontrar un animal rumiando a lo largo de las semanas fue errática pero la mayor actividad de rumia ocurrió en la observación de la semana 2 y la menor actividad en la semana 17. Esto probablemente se deba a que el tiempo que dedica el animal a rumiar depende de la cantidad y digestibilidad del forraje (Rovira, 2012). En la semana 2 había mayor disponibilidad de forraje, por lo que los animales rumiaron más, no obstante en la semana 17 como ya se comentó hubo una gran caída en la disponibilidad y los animales rumiaron menos. En el experimento realizado por Viñoles et al. (2013) los terneros con creep feeding rumiaron con menor frecuencia ( $6 \pm 3$  %) que los terneros sin creep feeding ( $9 \pm 4$  %,  $P < 0,05$ ), lo que no coincide con lo obtenido en este experimento, donde no difirió entre tratamientos ( $P > 0,05$ ). Estos mismos autores observaron una disminución en la rumia desde la primera observación en el primer mes ( $13 \pm 6$  %) a la última en el tercer mes ( $6 \pm 3$  %;  $P < 0,001$ ), similar a lo que ocurrió en este experimento (0,18 en la semana 2 a 0,077 en la semana 17;  $P < 0,05$ ).

En el patrón diario de consumo de suplemento no fue posible realizar la comparación entre CFR y CFAD, lo que se debe a que en el tratamiento CFR la visita al comedero se restringía a las primeras horas de la mañana, inmediatamente de suministrado el suplemento, luego no quedaba remanente en la mayoría de los días para el resto de la jornada, debido a esto no se pudo registrar las observaciones de consumo para este tratamiento, coincidente con lo que obtuvieron Henderson et al. (2015), donde terneros de destete precoz suplementados diariamente al 1% del peso vivo concentraban la visita al comedero a las primeras horas de la mañana luego de suministrado el alimento. En el caso de CFAD los episodios de consumo de suplemento se distribuyeron de manera más uniforme con observaciones a lo largo del día, aunque en mayor medida en las horas de la tarde, entre las 13 y 17 horas, donde permanecían entre 15 y 20 minutos, diferente a lo reportado por Henderson et al. (2015), donde las terneras de destete precoz con autoconsumo no permanecían en el comedero más de 15 minutos en cada visita, aunque en dicho experimento estaban limitados con sal (NaCl) para lograr un consumo de 1% del PV, lo que en comparación con este experimento parece razonable, donde retirando la sal como limitador se logre un consumo más intenso en cada visita. Estos resultados son convenientes si además se tiene en cuenta los momentos del día en que los terneros lactaban. Según lo dicho los terneros CFAD fueron observados consumiendo leche con más frecuencia en la mañana (0,36), respecto a los CFR (0,15), en todas las observaciones del período, momento en que éstos últimos

realizaban, la mayoría de los días, la única visita al comedero. También se destaca que, similar a lo que ocurrió con las visitas al comedero, la frecuencia en que los terneros CFAD lactaron fue uniforme a lo largo del día.

El descanso no estuvo afectado por el tratamiento ( $P>0,05$ ), diferente a lo que obtuvo Viñoles et al. (2013) donde terneros con creep feeding fueron vistos con mayor frecuencia realizando otras actividades, una de ellas el descanso ( $35 \pm 11 \%$ ) comparado con los terneros sin creep feeding ( $22 \pm 7 \%$ ;  $P \leq 0,05$ ). El efecto semana fue significativo ( $P < 0,0001$ ) siendo esto independiente del tratamiento ( $P > 0,05$ ), lo que se refleja en que la probabilidad de encontrar un ternero descansando fue menor en la semana 17 (0,17) que en la semana 2 (0,41), lo que coincide con lo que obtuvieron Viñoles et al. (2013), donde actividades como descanso, juegos y autocuidado disminuyeron de la primera observación al inicio del creep feeding ( $34 \pm 11 \%$ ) al tercer mes de suplementación ( $20 \pm 6 \%$ ). Si bien esta disminución en el descanso no tiene una tendencia en el período, es posible suponer que esta actividad fue sustituida por otras, especialmente por el pastoreo, ya que la probabilidad de ver un animal descansando disminuye 58% de la semana 2 a la 17 y el pastoreo en el mismo lapso aumentó 112%. Asimismo pese a que el creep feeding no tuvo efecto en el descanso o el pastoreo ( $P > 0,05$ ), la probabilidad de observar un ternero descansando fue mayor que la probabilidad de pastoreo en animales CFAD (0,44 vs. 0,33 respectivamente), invirtiendo esta tendencia para animales testigo (0,38 vs. 0,42), en tanto que los CFR fueron valores similares (0,40 vs. 0,41). Ante esto se podría inferir, que los terneros aumentaron la actividad de pastoreo en desmedro del descanso, lo que podría haber modificado su balance energético y por tanto la eficiencia de uso de los alimentos y ante esto, los terneros CFAD podrían haber descansado más, y por tanto consumir más alimentos y mejorar la eficiencia de uso de estos.

La visita a los bebederos por parte de los terneros no estuvo afectada por el creep feeding, ya que no hubo diferencias entre tratamientos ( $P=0,2608$ ), ni tampoco hubo un efecto semana ( $P=0,6869$ ). En este experimento se trató de asegurar un suministro constante y suficiente de agua mediante bebederos, pero algunos potreros tenían fuentes naturales de agua, lo que pudo haber dificultado la observación, además el consumo de agua es fuertemente afectado por las condiciones climáticas, en especial la temperatura (Sager, 2000), por lo que estas observaciones puntuales pueden ser erráticas. Los resultados de este experimento son diferentes de los expuestos por Viñoles et al. (2013) donde terneros creep feeding tendieron ( $P=0,06$ ) a tomar más agua en comparación a los sin creep feeding.

## 5.5. DISCUSIÓN GENERAL

### 5.5.1. Modelo teórico de respuesta esperada

En general se podría decir que existe respuesta al creep feeding ya sea suplementando al 1% del PV o *ad libitum*, ya que la GMD de los terneros restringidos y *ad libitum* fueron mayores a la de los terneros al pie de la madre. Dicha respuesta parece estar en función de la disponibilidad de forraje, especialmente hacia el final del período, donde la participación de la leche en la dieta es menor, en favor de un mayor consumo de forraje, por lo que al volverse limitante éste último, permitió que las diferencias en disponibilidad de nutrientes se expresaran en mayor medida. Entre los niveles de suplementación existe respuesta a aumentar la oferta de alimento, observándose mayores ganancias y peso al destete cuando se ofrece suplemento a voluntad. Esto se debería básicamente a que los terneros *ad libitum* expresan un mayor consumo de ración (prácticamente el doble) sin afectar e incluso mejorando la eficiencia de conversión del suplemento con relación a CFR, ya que el consumo de suplemento evoluciona de manera casi inversa a la producción y consumo de leche, aumentando lentamente en el período de mayor aporte de leche por parte de sus madres, volviéndose máximo cuando la producción de leche comienza a disminuir. Todo ello permitiría concluir que aun suplementando al 1% del PV, los requerimientos en relación al potencial de ganancia están limitados, y que un nivel mayor de alimento permite aumentar la respuesta al creep feeding de manera eficiente.

### 5.5.2. Viabilidad económica de la técnica creep feeding

A efectos de realizar una posible aproximación de la viabilidad económica de la técnica en el cuadro 13 se calculó el precio de equilibrio de la ración (precio máximo que se podría pagar por la misma), teniendo en cuenta las eficiencias de conversión posibles que se podrían dar según los resultados obtenidos en este experimento y los antecedentes de otros autores, así como también diferentes escenarios de precio del ternero. Se observa que a medida que el precio del ternero aumenta, se permite que el precio de la ración sea mayor, por lo que podría haber una situación de equilibrio (ni pérdidas ni ganancias) o bien ganancias, dependiendo del precio actual de la misma. Para la EC de CFAD la cual fue de 5,61 y el precio del ternero a 2,00 U\$/kg de PV, la tonelada (tt) de ración debería costar 356 U\$ para una situación de equilibrio. El precio actual del suplemento Terneros 1 es de 355 U\$/tt<sup>2</sup>, por lo que con las condiciones planteadas se estaría en una situación de equilibrio.

Por otro lado si se deja constante el precio del ternero y se varía en la eficiencia de conversión, a medida que esta empeora, es decir se hace mayor, el kg de ración debería costar cada vez menos, pudiendo en algunos casos haber un margen negativo

---

<sup>2</sup> Cayrus, F. 2016. Com. personal.

como en EC 17:1. Ésta última, independientemente del precio del ternero, se necesitaría precios muy bajos de ración, del orden de 118 a 150 U\$\$/tt.

Tomando en cuenta una ración de 400 U\$\$/tt y una EC como la de este experimento, el ternero tendría que valer 2,24 U\$\$/kg para estar en una situación de equilibrio, por lo que con un ternero más barato como ocurre actualmente (U\$\$ 2,00/ kg - ACG 28 de agosto al 3 de setiembre, 2016) la técnica no sería viable económicamente.

Cuadro 13. Viabilidad económica de la técnica CF.

Precio de ternero	EFICIENCIA DE CONVERSIÓN				
	3 a 1	4 a 1	5 a 1	6 a 1	17 a 1
2	667	500	400	333	118
2,05	683	513	410	342	121
2,1	700	525	420	350	124
2,2	733	550	440	367	129
2,3	767	575	460	383	135
2,5	833	625	500	417	147

Precio de equilibrio de la ración (U\$\$/tt MS) = (precio del ternero (U\$\$/kg)/ EC) \* 1000.

Teniendo en cuenta, tanto la diferencia de valor del ternero al destete (93,5 U\$\$/cabeza) como en peso a los 180 días (55,5 kg de PV) entre el que recibió creep feeding a voluntad versus el que no recibió, se obtiene el valor o precio implícito del kg producido por la aplicación de la técnica. En este experimento el mismo arrojó un valor de 1,68 U\$\$/kg de PV. Utilizando el valor del kg producido y considerando la eficiencia de conversión del tratamiento *ad libitum* de 5,61 que se logró en este experimento, el precio de equilibrio de la ración es de 300 U\$\$/tt o lo que es lo mismo decir el precio máximo que se podría pagar por un concentrado para realizar el creep feeding, ya que por encima no sería viable económicamente. Sin embargo, el precio del concentrado Terneros 1, el cual se utilizó en dicho experimento es de 355 U\$\$/tt, por lo que no sería viable la técnica en el escenario actual de precios. Uno de los motivos que puede estar incidiendo en este resultado es la diferencia de precios entre el ternero pesado (más de 180 kg) y el ternero liviano (entre 140 y 180 kg), favoreciendo a éste último como se observa en el cuadro 14. Tanto el precio del ternero como el de la ración son muy variables, por lo que se debería hacer un seguimiento de los mismos y con los coeficientes que se planteó anteriormente le permite al productor y/o al técnico tomar alguna de decisión de la aplicación del creep feeding.

Cuadro 14. Estimación del precio implícito del kg producido por la aplicación del creep feeding *ad libitum*.

	Peso al destete (180 días) (kg)	Precio (U\$/kg)	Precio del ternero al destete (U\$)
CFAD	201	2,00	402,0
AL PIE	145,5	2,12	308,5
Diferencia	55,5		93,5
Precio implícito del kg producido por la aplicación del CF		1,68	

\* ACG 28 de agosto al 3 de setiembre 2016.

CFAD: Creep feeding *ad libitum*; AL PIE: Testigo sin creep feeding.

## 6. CONCLUSIONES

El creep feeding en terneros Hereford pastoreando campo natural desde los 2 a los 6 meses de edad, tiene un impacto positivo sobre el desarrollo de los mismos que se expresan en mayores GMD con relación al de los terneros mantenidos al pie de la madre sin suplementar. Esta respuesta varía según el nivel de suplementación, mejorando en términos de GMD cuando éste se ofrece *ad libitum*.

## 7. RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el impacto de la técnica creep feeding (CF) sobre el desempeño de terneros nacidos en primavera, manejados sobre campo natural al pie de la madre. Los tratamientos fueron: AL PIE (testigo): terneros al pie de la madre sin suplementar, CFR (Creep feeding restringidos): terneros al pie de la madre suplementados al 1% de PV, CFAD (Creep feeding *ad libitum*): terneros al pie de la madre suplementados a voluntad. El experimento fue llevado a cabo entre el 19 de enero y 15 de mayo de 2015 en el potrero número 4 de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), de la Facultad de Agronomía, ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. Se utilizaron 51 par vaca-ternero de raza Hereford con un peso promedio al inicio del CF de 521 kg de PV, provenientes del rodeo de la EEMAC. Las variables en estudio fueron ganancia media diaria (GMD, kg/día), consumo de materia seca del suplemento (CMSS, como kg/animal/día y %PV), consumo de leche (CL, kg/animal/día), consumo de leche + suplemento (kg/animal/día y %), eficiencia de conversión (EC), peso al destete (PD), altura del anca, relación peso vivo-altura del anca, comportamiento ingestivo y composición química del forraje seleccionado por ternero. Se hallaron diferencias significativas en GMD entre tratamientos ( $P < 0,0001$ ), donde los terneros suplementados obtuvieron mayores ganancias de peso que los de AL PIE y esta respuesta fue mayor en CFAD respecto a los CFR. El consumo de materia seca de suplemento expresado en kg/animal/día o en %PV fue afectado por el tratamiento ( $P = 0,0145$ ;  $P < 0,0001$ , respectivamente). En relación a la variable consumo de leche, la misma fue afectada por el creep feeding ( $P = 0,0033$ ). La eficiencia de conversión del alimento no fue diferente entre tratamientos ( $P = 0,4288$ ). El peso a los 180 días fue afectado por el creep feeding ( $P = 0,0545$ ). En cuanto a la altura del anca final se observó una tendencia ( $P = 0,0616$ ) entre tratamientos y la altura del anca al inicio no afectó a la final ( $P = 0,1802$ ). La relación peso vivo-altura del anca no fue significativa entre tratamientos ( $P = 0,2534$ ). En el comportamiento animal no se observó efecto tratamiento en las actividades pastoreo ( $P = 0,3727$ ), rumia ( $P = 0,1203$ ), descanso ( $P = 0,5078$ ), bebida de agua ( $P = 0,2980$ ), consumo de suplemento ( $P = 0,7730$ ), consumo de leche ( $P = 0,1643$ ). En relación a la composición química del hand clipping, las fracciones FDN ( $P = 0,9932$ ), FDA ( $P = 0,5419$ ), ceniza ( $P = 0,2835$ ) no estuvieron afectadas por el creep feeding, sí se observó una tendencia ( $P = 0,1243$ ) en PC.

Palabras clave: “Creep feeding”; Terneros; Nivel de suplementación; *Ad libitum*, Campo natural; Peso al destete; Consumo de leche; Ganancia media diaria; Eficiencia de conversión; Comportamiento ingestivo.

## 8. SUMMARY

This paper aims to assess the impact of technical creep feeding (CF) on the performance of calves born in spring, operated on natural field at the foot of the mother. The treatments were: AL PIE (witness): calves at the foot of the mother unsupplemented, CFR (Creep feeding restricted): calves at the foot of the mother supplemented 1% of PV, CFAD (Creep feeding *ad libitum*): calves at foot mother supplemented at will. The experiment was carried out between 19th. january and 15th. may 2015 in the paddock number 4 of the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Faculty of Agriculture, located in the department of Paysandú, Uruguay. 51 cow-calf pair of Hereford with an average weight at the start of CF 521 kg of PV, from rodeo EEMAC were used. The study variables were average daily gain (ADG, kg / day), dry matter intake of the supplement (as kg / animal / day and % PV), intake of milk (kg / animal / day), intake of milk + supplement (kg / animal / day and %), conversion efficiency, weaning weight, croup height, body weight-croup height ratio, behavior ingestive and chemical composition of selected forage per calf. They were found significant differences in ADG between treatments ( $P < 0,0001$ ), where the supplemented calves had higher weight gains that AL PIE and this response was higher in CFAD respect to the CFR. The dry matter intake of supplement expressed in kg / animal / day or in % PV was affected by treatment ( $P = 0,0145$ ;  $P < 0,0001$ , respectively). In relation to the variable intake of milk, it was affected by creep feeding ( $P = 0,0033$ ). The conversion efficiency was not different between treatments ( $P = 0,4288$ ). The weight at 180 days was affected by creep feeding ( $P = 0,0545$ ). As for the final height croup a tendency ( $P = 0,0616$ ) among treatments and the height of the croup at the beginning does not affect the final ( $P = 0,1802$ ) is observed. The body weight – croup height ratio, was not significant between treatments ( $P = 0,2534$ ). In animal behavior was observed no treatment effect on grazing activities ( $P = 0,3727$ ), rumination ( $P = 0,1203$ ), rest ( $P = 0,5078$ ), drinking water ( $P = 0,2980$ ), supplement intake ( $P = 0,7730$ ), intake of milk ( $P = 0,1643$ ). In relation to the chemical composition of hand clipping, FDN ( $P = 0,9932$ ), FDA ( $P = 0,5419$ ), ash ( $P = 0,2835$ ) fractions were not affected by creep feeding, it was observed one trend ( $P = 0,1243$ ) in crude protein.

Keywords: “Creep feeding”; Calves; Supplementation level; *Ad libitum*, Natural field; Weaning weight; Intake of milk; Average daily gain; Conversion efficiency; Ingestive behavior.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. ACG (Asociación de Consignatarios Ganaderos, UY). 2016. Precios semanales. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 06 set. 2016. Disponible en <http://www.acg.com.uy>
2. Astessiano, A. L.; Pérez-Clariget, R.; Espasandín, A. C.; López-Mazz, C.; Quintans, G.; Soca, P.; Carriquiry, M. 2013. Manejo de la suplementación corta (flushing) sin manejo del amamantamiento en el posparto de vacas de carne primíparas. In: Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. eds. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 23-31 (FPTA no. 48).
3. Bagley, C. P.; Carpenter, J. C.; Feazel, J. I.; Hembry, F. G.; Huffman, D. C. 1987. Influence of calving season and stocking rate on beef cow-calf productivity. *Journal of Animal Science*. 64 (3): 687- 694.
4. Bavera, G. A. 2005. Amamantamiento; suplementación al pie de la madre. (en línea). In: Cursos de producción bovina de carne (34os., 2005, Río Cuarto, AR). Lactancia y destete definitivo. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. pp. 1-5. Consultado 17 dic. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/34-lactancia\\_y\\_destete\\_definitivo.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/34-lactancia_y_destete_definitivo.pdf)
5. \_\_\_\_\_.; Peñafort, C. H. 2006. Amamantamiento; suplementación al pie de la madre. (en línea). In: Cursos de producción bovina de carne (35os., 2006, Río Cuarto, AR). Alimentación diferencial del ternero al pie de la madre. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. pp. 1-4. Consultado 17 dic. 2015. Disponible en

[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/35-alimentacion\\_diferenciada.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/35-alimentacion_diferenciada.pdf)

6. Beharka, A. A.; Nagaraja, T. G.; Morrill, J. L.; Kennedy, G. A.; Klemm, R. D. 1998. Effects of form of the diet on anatomical, microbial, and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*. 81 (7):1946-1955.
7. Bentancor, M.; Bistolfi, A.; Zerbino, L. 2013. Efecto del creep feeding sobre el desarrollo de los terneros y la eficiencia reproductiva de vacas primíparas. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 43 p.
8. Berretta, E. J.; Risso, D.; Montossi, F.; Pigurina, G. 2000. Campos in Uruguay. *In*: Lemaire, G.; Hogdson, J.; de Moraes, A.; Nabinger, C.; Carvalho, F. eds. *Grassland ecophysiology and grazing ecology*. Wallingford, Oxfordshire, UK, CAB International. pp. 377–394.
9. Bray, C. I. 1934. Creep feeding beef calves. *Journal of Animal Science*. 1934 (1): 96-98.
10. Buskirk, D. D.; Faulkner, D. B.; Hurley, W. L.; Kesler, D. J.; Ireland, F. A.; Nash, T. G.; Castree, J. C.; Vicini, J. L. 1996. Growth, reproductive performance, mammary development, and milk production of beef heifers as influenced by prepubertal dietary energy and administration of bovine somatotropin. *Journal of Animal Science*. 74 (11): 2649-2662.
11. Cangiano, C. A. 1996. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, INTA. 145 p.

12. Cantet, R. 1983. El crecimiento del ternero. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 81 p.
13. Cargill S.A.C.I. (Cargill, Sociedad Anónima Comercial e Industrial, AR). 1995. Suplementación del rodeo de cría, creep feeding. (en línea). Buenos Aires. 20 p. Consultado 17 dic. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/53-creep\\_feeding.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/53-creep_feeding.pdf)
14. Carreras, H. H. 2012. Suplementación del rodeo de cría (creep feeding). (en línea). s.n.t. 4 p. Consultado 20 dic. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/cria\\_amamantamiento/21-Suplementacion.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/21-Suplementacion.pdf)
15. Carriquiry, M.; Espasandín, A. C.; Astessiano, A. L.; Casal, A.; Claramunt, M.; Do Carmo, M.; Genro, C.; Gutiérrez, V.; Laporta, J.; López-Mazz, C.; Meikle, A.; Olmos, F.; Pérez-Clariget, R.; Scarlato, S.; Trujillo, A. I.; Viñoles, C.; Soca, P. 2012. La cría vacuna sobre campo nativo; un enfoque de investigación jerárquico para mejorar su productividad y sostenibilidad. *In*: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (4o., 2012, Montevideo, UY). Trabajos presentados. Salto, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 41-48.
16. Casal, A.; Gutiérrez, V.; Graña, A.; Carriquiry, M.; Espasandín, A. 2009. Curvas de lactancia y composición de leche en vacas primíparas Hereford, Angus y sus respectivas cruizas. (en línea). *In*: Jornadas uruguayas de buiatría (37as., 2009, Paysandú, UY). Trabajos presentados. Cerro Largo, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 12 mar. 2016. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/TALLER%20III%20BC/CURVAS%20DE%20LACTANCIA%20Y%20COMPOSICION%20DE%20LECHE%20EN%20VACAS%20PRIMIPARAS%20HEREFORD.pdf>

17. Castro, P.; Elizondo, J. A. 2012. Crecimiento y desarrollo ruminal en terneros alimentados con iniciador sometidos a diferentes procesos. (en línea). *Agronomía Mesoamericana*. 23 (2): 343-352. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v23n02\\_0343.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v23n02_0343.pdf)
  
18. Dantas, C. C. O.; De Mattos, F.; Válerio, L. J.; Mexia, A. A. 2010. O uso da técnica do creep-feeding na suplementação de bezerros. (en línea). *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*. 4 (28): s.p. Consultado 20 jul. 2015. Disponible en <http://www.pubvet.com.br/uploads/fb6b20b5d6db3603c1255a40a88eedea.pdf>
  
19. De Andrade Rodrigues. A.; da Cruz, G. M. 2002. Alimentação de bezerros na fase de cría. Comportamento social dos bovinos e o uso do espaço. (en línea).s.l., EMBRAPA Pecuária Sudeste. s.p. Consultado 12 dic. 2015. Disponible en <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/alimentacao.htm>
  
20. Di Marco, O. 2006. Eficiencia de utilización del alimento en vacunos. (en línea). Balcarce, INTA. 4 p. Consultado 23 jul. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/89-eficiencia\\_utilizacion\\_alimento.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/89-eficiencia_utilizacion_alimento.pdf)
  
21. \_\_\_\_\_. 2011. Estimación de calidad de los forrajes. (en línea). Buenos Aires, INTA. 3 p. Consultado 26 abr. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/45-calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf)

22. Do Carmo, M.; Espasandín, A. C.; Bentancor, D.; Olmos, F.; Cal, V.; Scarlato, S.; Carriquiry, M.; Soca, P. 2013. Cambios en la oferta de forraje y su efecto sobre la productividad primaria y secundaria de sistemas criadores con diversos grupos genéticos bajo pastoreo de campo natural. *In*: Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. eds. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 43-54 (FPTA no. 48).
23. Echenique, V.; Martín, A.; Michelena, A. 2010. Efecto de la dotación y la alimentación diferencial sobre la tasa de crecimiento de los terneros y el desempeño reproductivo de las vacas. Tesis Doctor en Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 71 p.
24. Espasandín, A. C.; Gutiérrez, V.; Casal, A.; Cáceres, O.; Cal, V.; Carriquiry, M. 2013. Producción de leche de vacas puras y cruizas pastoreando alta y baja oferta de forraje del campo nativo. *In*: Carriquiry, M. ed. Metabolismo de la vaca de carne y su cría en pastoreo de campo nativo; un enfoque endócrino-molecular. Montevideo, INIA. pp. 47-52 (FPTA no. 43).
25. Eversole, D. E. 2001. Creep feeding beef calves. (en línea). Virginia Cooperative Extension. Virginia Polytechnic Institute and State University. Publication no. 400-003. 5 p. Consultado 26 jul. 2015. Disponible en <https://pubs.ext.vt.edu/400/400-003/400-003.html>
26. Faulkner, D. B.; Hummel, D. F.; Buskirk, D. D.; Berger, L. L.; Parrett, D. F.; Cmarik, G. F. 1993. Performance and nutrient metabolism by nursing calves supplemented with limited or unlimited corn or soyhulls. *Journal of Animal Science*. 72 (2): 470-477.
27. Gadberry, S. 2008. Creep feeding beef calves. (en línea). Fayetteville, University of Arkansas. 4 p. Consultado 20 ago. 2015. Disponible en <http://www.uaex.edu/publications/pdf/FSA-3107.pdf>

28. Gelvin, A. A.; Lardy, G. P.; Soto-Navarro, S. A.; Landblom, D. G.; Caton, J. S. 2004. Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation, and performance by nursing calves grazing native range in western North Dakota. *Journal of Animal Science*. 82 (12): 3589-3599.
29. Ghezzi, M. D.; Lupidio, M. C.; Castro, A. N.; Gómez, S. A.; Bilbao, G. N.; Landi, H. G. 2000. Desarrollo morfológico del estómago en terneros alimentados con dos sustitutos lácteos. (en línea). *Revista Chilena de Anatomía*. 18 (1): s.p. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071698682000000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071698682000000100003&script=sci_arttext)
30. Gioia, M. S.; Licha, F. A. 2008. Producción de leche en vacas primíparas de las razas Aberdeen Angus, Hereford y sus respectivas cruizas F1 sometidas a destete temporario y flushing. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
31. Gottschall, C. S. 2002. Desmame de terneiros de corte; como? quando? por quê?. Porto Alegre, Brasil, Agropecuária. 140 p.
32. Guggeri, D.; Meikle, A.; Carriquiry, M.; Montossi, F.; De Barbieri, I.; Viñoles, C. 2014. Effect of different management systems on growth, endocrine parameters and puberty in Hereford female calves grazing campos grassland. *Livestock Science*. 167: 455-462.
33. Hamilton, T. 2002. Creep feeding beef calves. (en línea). Ontario, Ontario Ministry of Agriculture. Food and Rural Affairs. s.p. Consultado 19 ago. 2015. Disponible en <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/02-027.htm>

34. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. A comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 15 (75): 663-670.
35. Henderson, A.; Iribarne, R.; Silveira, B. 2015. Evaluación del sistema autoconsumo para la suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
36. Huntington, G. B. 1997. Starch utilization by ruminants; from basics to the bunk. *Journal of Animal Science*. 75 (3): 852-867.
37. Ítavo, L. C. V.; Ítavo, C. C. B. F.; Souza, S. R. M. B. O.; Dias, A. M.; Coelho, E. M.; Morais, M. G.; Silva, F. F. 2007. Avaliação da produção de bezerros em confinamento ou em suplementação exclusiva. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 59 (4): 948-954.
38. Lardy, G. P.; Adams, D. C.; Klopfenstein, T. J.; Clark, R. T; Emerson, J. 2001. Escape protein and weaning effects on calves grazing meadow regrowth. *Journal of Range Management*. 54 (3): 233-238.
39. Lopes, S. A.; Paulino, M. F.; Detman, S.; de Campos Valadares, S.; Lisboa, E. E.; Vieira, L.; Garces, J. E.; Mageste, D.; Soares, L.; Gomes, A. 2014. Supplementation of suckling beef calves with different levels of crude protein on tropical pasture. *Tropical Animal Health and Production*. 46: 379-384.

40. Lusby, K. S. s.f. Creep feeding beef calves. (en línea). Oklahoma, Oklahoma State University. 9 p. Consultado 13 ago. 2016. Disponible en <http://gpvec.unl.edu/HeatDrought/EarlyWeaning/CreepFeed-LusbyE-848.pdf>
41. \_\_\_\_\_.; Barnes, K. C.; Walker, J. M. 1985. Salt-limited creep feed for nursing calves. Animal Science Research Report. MP-117: 249-251.
42. \_\_\_\_\_.; Gill, D. R. 2008. Creep feeding; beef cattle handbook. (en línea). Oklahoma, University of Wisconsin-Extension. 4 p. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en [http://www1.foragebeef.ca/\\$Foragebeef/frgebeef.nsf/all/ccf6/\\$FILE/Creepfeeding.pdf](http://www1.foragebeef.ca/$Foragebeef/frgebeef.nsf/all/ccf6/$FILE/Creepfeeding.pdf)
43. Mac Loughlin, R. J.; Garriz, C. A. 2009. Composición corporal y de la carcasa. (en línea). Buenos Aires, INTA. 3 p. Consultado 10 may. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/108-composicion\\_corporal\\_4.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/108-composicion_corporal_4.pdf)
44. Marques de Brito, R.; Amstalden, A.; da Cruz, G. M.; Mello de Alencar, M.; Barbosa, P. F.; Taveira, R. 2002. Comparação de sistemas de avaliação de dietas para bovinos no modelo de produção intensiva de carne II.- creep feeding. Revista Brasileira de Zootecnia. 31 (2): 1002-1010.
45. Martínez, E. 2005. Bases fisiológicas y nutricionales de la unidad vaca-ternero. (en línea). Santiago, Universidad Austral de Chile. 11 p. Consultado 17 dic. 2015. Disponible en <http://intranet.uach.cl/dw/canales/repositorio/archivos/994.pdf>

46. Martínez, J. C.; Gutiérrez, J. F.; Briones, F.; Lucero, F. A.; Castillo, S. P. 2011. Factores no genéticos que afectan el peso al nacer y destete de terneros Angus. *Zootecnia Tropical*. 29 (2): 151-159.
47. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). s.f. Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 jul. 2015. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy/ServCli/tablasEstadisticas>
48. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2010. Anuario estadístico agropecuario 2010. (en línea). Montevideo. 240 p. Consultado 15 abr. 2016. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2010/DIEA-Anuario-2010w.pdf>
49. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2012. Anuario estadístico agropecuario 2012. (en línea). Montevideo. 244 p. Consultado 26 ago. 2015. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2012,O,es,0>,
50. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2014a. Anuario estadístico agropecuario 2014. (en línea). Montevideo. 243 p. Consultado 14 dic. 2015. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2014/Diea-Anuario%202014-Digital01.pdf>
51. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. 2014b. Resultados de la encuesta de preñez 2014. (en línea). Montevideo. 3 p. Consultado 21 jul. 2016. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-pub-ganaderia,O,es,0>,
52. \_\_\_\_\_. RENARE (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Recursos Naturales Renovables, UY). 1994. Índice de productividad; grupos de suelos

- CONEAT. (en línea). Montevideo. 182 p. Consultado 14 dic. 2015.  
Disponible en <http://www.cebra.com.uy/renare/media/Descripci%C3%B3n-de-Grupos-de-Suelos-CONEAT-1.pdf>
53. Mieres, J. M. 1997. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. (en línea). In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 11-16 (Serie Técnica no. 83). Consultado 15 mar. 2016. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630291007152242.pdf>
54. NRC (National Research Council, US). 1987. Predicting feed intake of food-producing animals. (en línea). Washington, D. C., National Academy Press. 86 p. Consultado 20 jul. 2016. Disponible en <http://www.nap.edu/read/950/chapter/1>
55. \_\_\_\_\_. 1989. Nutrient requirements of dairy cattle. 6th. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 168 p.
56. \_\_\_\_\_. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 248 p.
57. Nicol, A. M.; Sharafeldin, M. A. 1975. Observations on the behaviour of single-suckled calves from birth to 120 days. (en línea). Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 35: 221-230. Consultado 18 abr. 2016. Disponible en <http://www.sciquest.org.nz/node/39496>
58. Nogueira, E.; Morais, M. G.; Andrade, V. J.; Rocha, E. D. S.; Silva, A. S.; Britos, A. T. 2006. Efeito do creep feeding sobre o desempenho de bezerros e a eficiencia reproductiva de primíparas Nelore, em pastejo.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 58 (4): 607-613.

59. Orcasberro, R. 1991. Estado corporal, control del amamantamiento y performance reproductiva de rodeos de cría. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 158-169 (Serie Técnica no. 13).
60. Pacola, L. J.; Razook, A. G.; Bonilha Neto, L. M.; Figueiredo, L. A. 1989. Suplementação de bezerros em cocho privativo. Boletín de Industria Animal. 46 (2):167-175.
61. Pérez, F.; Risso, S. 2016. Evaluación del nivel de proteína cruda en dietas a base de sorgo grano sobre la performance de terneros de destete precoz alimentados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 94 p.
62. Pigurina, G.; Abreu, N.; Settembri, N.; Ulibarri, P. 2000. Efecto de la suplementación diferencial del ternero sobre el destete y la performance reproductiva de sus madres. In: Jornada de producción animal y pasturas en basalto (2000, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 31-32 (Actividades de Difusión no. 239).
63. Pordomingo, A. J. 2005. Feedlot; alimentación, diseño y manejo. Anguil, INTA. 224 p.
64. Quintans, G.; Vázquez, A. I. 2002. Mejora en los índices de procreo vacunos en sistemas ganaderos. Efecto del destete temporario y precoz sobre el período posparto en vacas primíparas. In: Seminario de actualización técnica sobre la cría y recría ovina y vacuna (2002, Tacuarembó). Proceedings. Montevideo, INIA. pp. 110-122 (Actividades de Difusión no. 288).

65. \_\_\_\_\_; Viñoles, C.; Sinclair, K. D. 2004. Follicular growth and ovulation in postpartum beef cows following calf removal and GnRH treatment. *Animal Reproduction Science*. 80: 5-14.
66. \_\_\_\_\_, Scarsi, A.; Velazco, J. I.; López-Mazz, C.; Viñoles, C.; Banchemo, G. 2012. Recientes avances en el conocimiento del manejo de los rodeos de cría; aportes desde INIA. *In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (4º., 2012, Montevideo, UY). Trabajos presentados. Montevideo, Sociedad de medicina veterinaria del Uruguay. pp. 87-90.*
67. Reinoso, V.; Soto, C. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. III) Pastoreo por horas. Determinación de la disponibilidad y crecimiento de la pastura. *Revista Veterinaria*. 41: 161-162.
68. Relling, A. E.; Mattioli, G. A. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de rumiantes. Buenos Aires, Universidad de La Plata. 72 p.
69. Reyes, A. D.; Silva, M. L.; Quintana, M. P. s.f. Factores que influyen en el desarrollo ruminal de terneros de 0 a 6 meses de edad. (en línea). Cienfuegos, Facultad de Agronomía. 30 p. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en <http://monografias.umcc.cu/monos/2008/Agronomia/m081.pdf>
70. Rovira, J. 1974. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 293 p.
71. \_\_\_\_\_. 2012. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Reimp. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.

72. Sager, R. 2000. Agua para bebida de bovinos. (en línea). San Luis, INTA. 5 p. Consultado 3 mar. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/agua\\_bebida/67-agua\\_para\\_bebida\\_de\\_bovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/67-agua_para_bebida_de_bovinos.pdf)
73. Sampaio, A. A.; Marques de Brito, R.; da Cruz, G. M.; Mello de Alencar, M.; Barbosa, P. F.; Taveira, R. 2002. Utilização de NaCl no suplemento como alternativa para viabilizar o sistema de alimentação de bezerros em creep-feeding. *Revista Brasileira Zootecnia*. 31 (1): 164-172.
74. Saravia, A.; César, D.; Montes, E.; Taranto, V.; Pereira, M. 2011. Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. (en línea). Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. 76 p. Consultado 17 jul. 2015. Disponible en [http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21\\_manual.pdf](http://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21_manual.pdf)
75. Scaglia, G. 2004. Alimentación preferencial del ternero. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 83).
76. Scarlato, S.; Carriquiry, M.; Do Carmo, M.; Faber, A.; Genro, C.; Soca, P. 2013. Conducta de vacas de cría en pastoreo de campo nativo: efecto de la oferta de forraje sobre la expresión del patrón temporal y espacial de pastoreo. In: Soca, P.; Espasandín, A.; Carriquiry, M. eds. Efecto de la oferta de forraje y grupo genético de las vacas sobre la productividad y sostenibilidad de la cría vacuna en campo natural. Montevideo, INIA. pp. 65-72 (FPTA no. 48).
77. Schwartzkopf-Genswein, K. S.; Beauchemin, K. A.; Gibb, D. J.; Crews, D. H.; Hickman, D. D.; Streeter, M.; Mcallister, T. A. 2003. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle; a review. *Journal of Animal Science*. 81(14\_suppl\_2): E149-E158.

78. Short, R. E.; Bellows, R. A.; Staigmiller, R.; Berardinelli, J. G.; Custer, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68 (3): 799-816.
79. Simeone, A.; Beretta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 118 p.
80. \_\_\_\_\_; Buffa, J. I.; Andregnette, B. 2011. Variables que afectan el resultado físico y económico de la ganadería en suelos sobre cristalino. In: Simeone, A. ed. *Sistemas de cría y ciclo completo de la región de cristalino*. Montevideo, INIA. pp. 20-23 (FPTA no. 30).
81. \_\_\_\_\_; Beretta, V. 2012. Destete precoz a corral: una nueva herramienta para una nueva cría. In: *Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (14<sup>a</sup>. 2012, Paysandú, UY)*. Una nueva cría, un nuevo engorde, una nueva ganadería. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 16-17.
82. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2015. Sistema de alimentación para ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. 13 p.
83. Soca, P.; Orcasberro, R. 1992. Propuesta de manejo del rodeo de cría en base a estado corporal, altura del pasto y aplicación de destete temporario. In: *Jornada de producción animal (1992, Paysandú, UY)*. Evaluación física y económica de alternativas tecnológicas en predios ganaderos. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 54-56.

84. Soto-Navarro, S. A.; Knight, M. H.; Lardy, G. P.; Bauer, M. L.; Caton, J. S. 2004. Effect of fiber-based creep feed on intake, digestion, ruminal fermentation, and microbial efficiency in nursing calves. *Journal of Animal Science*. 82 (12): 3560–3566.
85. Tarr, S. L.; Faulkner, D. B.; Buskirk, D. D.; Ireland, F. A.; Parrett, D. F.; Berger, L. L. 1994. The value of creep feeding during the last 84, 56, or 28 days prior to weaning on growth performance of nursing calves grazing endophyte-infected tall fescue. *Journal of Animal Science*. 72 (5): 1084-1094.
86. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2011. Tablas de composición de alimentos. Subproductos agroindustriales y pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo. 33 p.
87. Vaccaro, R.; Dillard, E. U. 1966. Relationship of the dam's weight and weight changes to calf's growth rate in Hereford cattle. *Journal of Animal Science*. 25 (4): 1063-1068.
88. Van Lier, E.; Regueiro, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. Montevideo, Facultad de Agronomía. 28 p.
89. Ventura, M.; Barrios, A. 2002. Factores que afectan el desarrollo del rumen. (en línea). In: Curso internacional de ganadería de doble propósito (3°. 2006, Trujillo, VE). Manejo nutricional de hembras de reemplazo en ganado bovino de doble propósito. Trujillo, Universidad de Los Andes. pp. 4-5. Consultado 13 abr. 2016. Disponible en [http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd\\_xi\\_congreso/pdf/maxventura.PDF](http://www.avpa.ula.ve/congresos/cd_xi_congreso/pdf/maxventura.PDF)
90. Viñoles, C.; Giorello, D.; Soares De Lima, J. M.; Montossi, F. 2012. Alternativas para incrementar la eficiencia de los sistemas de cría.

Suplementación exclusiva del ternero al pie de la madre (creep feeding). Revista INIA. no. 29: 5-8.

91. \_\_\_\_\_.; Jaurena, M.; De Barbieri, I.; Do Carmo, M.; Montossi, F. 2013. Effect of creep feeding and stocking rate on the productivity of beef cattle grazing grasslands. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 56 (4): 279-287.
  
92. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2014. Efecto de la alimentación preferencial del ternero y la dotación animal sobre la productividad del rodeo de cría pastoreando campo natural. *In*: Berretta, E. J.; Montossi, F.; Brito, G. eds. *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto*. Montevideo, INIA. pp. 215-224 (Serie Técnica no. 217).
  
93. Williams, G. L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle; a review. *Journal of Animal Science*. 68 (3): 831-852.

10. ANEXOS**Anexo 1.** Composición química comercial.

Máximo de:		Por tonelada:	
Humedad	12%	Vitamina A	5400000 UI
Fibra cruda	8%	Vitamina D3	1050000 UI
Minerales totales	7%	Vitamina E	36000 UI
Cloruro de sodio	1%	<b>COMPONENTES:</b> CEBADA, TRIGO, MAIZ, SORGO, AVENA, HARINA DE SOJA, HARINA DE GIRASOL, AFRECHILLO DE TRIGO O ARROZ, MELAZA, RAICILLA DE CEBADA, CARBONATO DE CALCIO, FOSFATO	
Cenizas insol. al HCl	2%		
Cornéz de centeno	0%		
DON	2ppm	<b>MODO DE USO:</b> SUMINISTRAR A TERNEROS DE MAS DE 60 KGS DE PESO VIVO, DE 1 A 1,5 KG POR DIA	
<b>Mínimo de:</b>			
Proteína	18%	<b>FINALIDAD PRODUCTIVA:</b> CRECIMIENTO	
Extracto al éter	2%		
<b>Contenido de:</b>			
Ca	0,9%		
P	0,6%		

\*Ración = 75% NDT, 3 Mcal EM/kg MS.

**Anexo 2.** Fuentes de variación para disponibilidad promedio de forraje.

Efecto	GL (núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Trat.	2	3	1,93	0,2893
Semana	4	12	82,46	<0,0001
Trat.*semana	8	12	1,01	0,4793

**Anexo 3.** Fuentes de variación para altura promedio de forraje.

Efecto	GL (núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Trat.	2	3	0,48	0,6600
Semana	4	12	139,23	<0,0001
Trat.* semana	8	12	2,42	0,0811

**Anexo 4.** Fuentes de variación para restos secos.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F-valor	Pr>F
Trat.	2	3	5,79	0,0933
Semana	5	15	124,93	<0,0001
Trat.*semana	10	15	0,74	0,6813

**Anexo 5.** Fuentes de variación para disponibilidad de forraje verde.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F-valor	Pr>F
Trat.	2	3	0,36	0,7226
Semana	5	15	158,91	<0,0001
Trat.*semana	10	15	1,06	0,448

**Anexo 6.** ANAVA ganancia media diaria 1-113 día.

	Estimación	Error Estándar	GL	t valor	Pr> t
GD prom.	0,8358	0,0182	248	45,92	<0,0001
GD AL PIE	0,6057	0,03153	248	19,21	<0,0001
GD CFR	0,7901	0,03153	248	25,06	<0,0001
GD CFAD	1,1117	0,03153	248	35,26	<0,0001
GD AL PIE- CFR	-0,1844	0,04459	248	-4,14	<0,0001
GD AL PIE-CFAD	-0,506	0,04459	248	-11,35	<0,0001
GD CFR-CFAD	-0,3216	0,04459	248	-7,21	<0,0001
GD AL PIE-CFR+CFAD	-0,4138	0,03861	248	-10,72	<0,0001

**Anexo 7.** ANAVA ganancia media diaria del día 1 al 50.

	Estimación	Error Estándar	GL	t valor	Pr> t
GD AL PIE	0,7086	0,0484	127	14,64	<0,0001
GD CFR	0,8945	0,0484	127	18,48	<0,0001
GD CFAD	0,9815	0,0484	127	20,28	<0,0001
GD AL PIE-CFR	-0,1859	0,06845	127	-2,72	0,0075
GD AL PIE-CFAD	-0,2729	0,06845	127	-3,99	0,0001
GD CFR-CFAD	-0,08701	0,06845	127	-1,27	0,2060
AL PIE-CFR+CFAD	-0,1800	0,05928	127	-3,04	0,0029

**Anexo 8.** ANAVA para ganancia media diaria del día 50 al 113.

	Estimación	Error Estándar	GL	t valor	Pr> t
GD AL PIE	0,5406	0,04326	110	12,5	<0,0001
GD CFR	0,724	0,04326	110	16,74	<0,0001
GD CFAD	1,195	0,04326	110	27,62	<0,0001
GD AL PIE-CFR	-0,1835	0,06118	110	-3	0,0034
GD AL PIE-CFAD	-0,6544	0,06118	110	-10,7	<0,0001
GD CFR-CFAD	-0,4709	0,06118	110	-7,7	<0,0001
AL PIE-CFR+CFAD	-0,5627	0,05299	110	-10,62	<0,0001

**Anexo 9.** Fuentes de variación para altura del anca final.

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F valor	Pr>F
Trat.	2	48,279096	24,139548	15,22	0,0616
Alt._ini.	1	6,4993291	6,4993291	4,1	0,1802

**Anexo 10.** Fuentes de variación para peso vivo-altura del anca final.

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F valor	Pr>F
Trat.	2	0,0126313	0,00631564	2,95	0,2534
Pvalt._ini.	1	0,0128118	0,01281176	5,98	0,1344

**Anexo 11.** Fuentes de variación para consumo de suplemento (kg MS) por animal por día.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F valor	Pr>F
Trat.	1	2	67,69	0,0145
Semana	7	13	282,78	<0,0001
Trat.*semana	7	13	64,71	<0,0001

**Anexo 12.** Fuentes de variación para variación entre días de consumo de suplemento (kg MS) por animal por día.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F-Valor	Pr>F
Trat.	1	1	282.14	0,0379
Semana	7	7	58.41	<0,0001
Días_dentrosem.	6	6	5.56	0,0278
Trat.*semana	7	7	22.16	0,0003
Trat.*días_dentrosem.	6	6	3.49	0,0767

**Anexo 13.** Fuentes de variación para consumo de suplemento en porcentaje de peso vivo.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F valor	Pr>F
Trat.	1	15	147,98	<0,0001
Semana	7	15	37,25	<0,0001
Trat.*Semana	7	15	14,76	<0,0001

**Anexo 14.** Tukey de la interacción tratamiento\* semana para consumo de suplemento en % de peso vivo.

Trat.	Semana	Estimación	Error Estándar	Tukey (P<0,05)
CF	1	0,63	0,09331	A
CFAD	1	0,27	0,09331	A
CF	2	0,9	0,132	A
CFAD	2	0,86	0,09331	A
CFAD	3	1,575	0,09331	A
CF	3	1,1	0,09331	A
CFAD	4	1,99	0,09331	A
CF	4	1,07	0,09331	B
CFAD	5	1,915	0,09331	A
CF	5	1,07	0,09331	B
CFAD	8	2,22	0,09331	A
CF	8	1,07	0,09331	B
CFAD	13	1,875	0,09331	A
CF	13	1,08	0,09331	B
CFAD	17	1,98	0,09331	A
CF	17	1,085	0,09331	B

**Anexo 15.** Fuentes de variación para variación entre días de consumo de suplemento en porcentaje de peso vivo.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F-Valor	Pr>F
Trat.	1	1	212,47	0,0436
Semana	7	7	23,93	0,0002
Días_dentrosem.	6	6	4,98	0,0359
Trat.*semana	7	7	14	0,0012
Trat.*días_dentrosem.	6	6	3,36	0,0831

**Anexo 16.** Fuentes de variación para consumo de leche (kg) por animal por día.

Efecto	GL (Núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Trat.	2	13	9,17	0,0033
Semana	4	13	68,89	<0,0001
Trat.*semana	8	13	2,08	0,1152
PLini.	1	13	0,98	0,34
dpp_pl	1	13	5,95	0,0298

**Anexo 17.** Fuentes de variación para consumo leche + suplemento (kg) por animal por día.

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F valor	Pr>F
Trat.	2	2	3,73	0,2112
Semana	4	12	19,36	<0,0001
Trat.* Semana	8	12	1,9	0,1531
PLini.	1	2	0,04	0,855

**Anexo 18.** Fuentes de variación para consumo de leche + suplemento (%).

Efecto	GL (núm.)	GL (den.)	F valor	Pr>F
Tratamiento	2	15	243,8	<0,0001
Semana	4	15	72,83	<0,0001
Trat.*Semana	8	15	21,99	<0,0001

**Anexo 19.** Fuentes de variación para la composición química del Hand clipping.

DMS:

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Tratamiento	2	4,19123333	2,09561667	0,76	0,5419

PC:

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Tratamiento	2	2,8251	1,41255	4,52	0,1243

FDN:

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Tratamiento	2	0,36543333	0,18271667	0,01	0,9932

FDA:

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Tratamiento	2	6,89653333	3,44826667	0,76	0,5419

Ceniza:

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-valor	Pr>F
Tratamiento	2	12,9586333	6,47931667	1,98	0,2835

3

**Anexo 20.** Fuentes de variación para eficiencia de conversión.

Fuente	GL	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F valor	Pr>F
Tratamiento	1	3,5133882	3,5133882	0,48	0,6149
Pini.	1	0,49951132	0,49951132	0,07	0,8377

**Anexo 21.** Fuentes de variación para actividad de pastoreo.

Efecto	GL (Núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Tratamiento	2	3	3,48	0,1652
Semana	4	12	32,76	<0,0001
Trat.*semana	8	12	1,2	0,3727

**Anexo 22.** Fuentes de variación para actividad rumia.

Efecto	GL (Núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Tratamiento	2	3	1,85	0,2991
Semana	4	12	6,09	0,0065
Trat.*semana	8	12	2,09	0,1203

**Anexo 23.** Fuentes de variación para actividad descanso.

Efecto	GL (Núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Tratamiento	2	3	1,05	0,4508
Semana	4	12	16,58	<0,0001
Trat.*semana	8	12	0,96	0,5078

**Anexo 24.** Fuentes de variación para actividad consumo de leche.

Efecto	GL (Núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Tratamiento	2	3	0,67	0,5742
Semana	4	12	3	0,0623
Trat.*semana	8	12	1,89	0,1547

**Anexo 25.** Fuentes de variación para actividad bebida.

Efecto	GL (Núm.)	GL (Den.)	F valor	Pr>F
Tratamiento	2	3	2,19	0,2592
Semana	4	12	0,73	0,5889
Trat.*semana	8	12	1,38	0,2980

**Anexo 26.** Cálculo de consumo de forraje (kg MS/día) y suplemento (Mcal EM/kg de suplemento).

$$\text{Consumo potencial (p)} = a*s*z (1,7 - z) * FC$$

p: consumo potencial (kg MS/día).

a: constante **0,025** para vacunos.

s: peso estándar de referencia (kg).

z: **tamaño relativo = NW/s.**

NW (peso normal): peso de acuerdo a su edad.

**NW (peso normal) = s - (s-Pnac)\*(e<sup>(-kT)</sup>).**

Pnac.: peso estándar de nacimiento para el biotipo.

k: constante de crecimiento = **0,35/ s<sup>0,27</sup>.**

T= edad del animal en meses.

FC: Factor de corrección.

<b>P</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>Z</b>	<b>NW</b>
5,775	0,025	605	0,266	161,128

\*605 kg promedio de s entre machos y hembras; FC = 1

<b>NW</b>	<b>Pnac.</b>	<b>K</b>	<b>T</b>
161,128	36	0,062	4

$$\text{Consumo real} = p \times d \times f$$

$$d = 1 - a (0,8-D) + 0,17 \text{ leg.}$$

d: proporción en que "p" es reducido por efecto calidad de la pastura.

a: constante tipo de pastura, campo nativo = 1

D: digestibilidad de la MS  
(decimales).

Leg.: proporción de leguminosas (decimales).

<b>d</b>	<b>A</b>	<b>Leg.</b>	<b>D</b>
0,742	1	0,05	0,55

D= 0,55 dig. prom. del CN, leg. = 0,05 proporción leguminosas de un CN promedio.

$$f = [1 - e^{(-ah)}] * [1 + c * e^{(-b*h*h)}]$$

f: proporción en que "p" es reducido por los atributos físicos de la pastura y que afectan la capacidad de cosecha del animal.

h: disponibilidad de forraje (tt MS/ha).

a, b y c: son constantes.

h promedio= 2,263 tt MS/ha.

<b>F</b>	<b>a</b>	<b>B</b>	<b>c</b>
0,875	0,8	0,5	0,6
Consumo real kg MS/día			
3,75			

### Suplemento con 75 % de NDT.

1 kg de NDT = 4,409 Mcal ED.

4,409 x 0,75 = 3,307 Mcal ED/kg de ración.

EM/ED = 0,82.

3,307 x 0,82 = 2,71 Mcal EM/kg de ración.

**Anexo 27.** Consumo de energía metabolizable (Mcal EM/ kg) de leche, forraje y suplemento.

	EM ración	EM leche	EM forraje	EM total
CFAD	5,3	1,4	7,5	14,2
CFR	3,0	2,3	7,5	12,8
AL PIE	- -	2,5	7,5	10,0

\* 1 kg leche = 0,67 Mcal. Forraje: 2 Mcal EM/kg MS (UPIC PRO).