

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

UTILIZACIÓN DE GRASAS PROTEGIDAS EN LA SUPLEMENTACIÓN DE  
TERNEROS DE DESTETE PRECOZ PASTOREANDO PRADERAS

por

Mariana ABREU CEPPAS  
Julián BECERRA ECHENIQUE  
Mauro A. ESPONDA CESAR

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Álvaro Simeone

-----  
Ing. Agr. Virginia Beretta

-----  
Med. Vet. Juan Franco

Fecha:

24 de agosto de 2017

Autores:

-----  
Mariana Abreu Ceppas

-----  
Julián Becerra Echenique

-----  
Mauro A. Esponda Cesar

## AGRADECIMIENTOS

A nuestros directores de tesis Ing. Agr. Álvaro Simeone y Ing. Agr. Virginia Beretta, por la guía y el apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo.

A Diego Mosqueira por su invaluable ayuda y compañerismo durante la etapa experimental.

A todo el personal de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni por su colaboración en el experimento.

A todos nuestros compañeros de tesis que nos brindaron su apoyo y ayuda en toda la fase experimental.

A Sully Toledo por su ayuda en la redacción de este trabajo.

A nuestros padres, familiares y amigos que nos han acompañado y apoyado a lo largo de toda la carrera y que sin su valioso apoyo no hubiera sido posible.

## 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> .....	2
2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	2
2.2. <u>CARACTERÍSTICAS DEL TERNERO DE DESTETE PRECOZ</u> .....	3
2.2.1. <u>Crecimiento del ternero</u> .....	3
2.2.1.1. <u>Período pre-destete precoz</u> .....	4
2.2.2. <u>Nutrición del ternero de destete precoz</u> .....	4
2.2.2.1. <u>Transición de ternero lactante a rumiante al pie de la madre</u> .....	5
2.2.2.2. <u>Transición y acostumbramiento a la nueva dieta de ternero de destete precoz</u> .....	5
2.2.2.3. <u>Alternativas de alimentación para el ternero de destete precoz</u> .....	6
2.3. <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS QUE AFECTAN LA RESPUESTA ANIMAL</u> .....	7
2.3.1. <u>Valor nutritivo de las pasturas</u> .....	7
2.3.2. <u>Manejo de las pasturas y su efecto en la producción animal</u> .....	8
2.3.3. <u>Comportamiento animal en pastoreo</u> .....	10
2.3.3.1. <u>Componentes del consumo en pastoreo</u> .....	10
2.4. <u>SUPLEMENTACIÓN ANIMAL EN PASTOREO</u> .....	11
2.4.1. <u>Factores que afectan la respuesta animal a la suplementación</u> ..	12
2.4.2. <u>Suplementación en terneros de destete precoz sobre pasturas</u> .	13
2.5. <u>LÍPIDOS</u> .....	15
2.5.1. <u>Digestión de lípidos</u> .....	18
2.5.2. <u>Metabolismo de lípidos</u> .....	19
2.5.3. <u>Efecto de la suplementación con grasas sobre la respuesta animal</u> .....	20
2.5.3.1. <u>Utilización de lípidos</u> .....	20
2.5.3.2. <u>Utilización de grasas protegidas</u> .....	21
2.6. <u>ESTRÉS CALÓRICO</u> .....	26
2.6.1. <u>Alternativas para disminuir el estrés calórico</u> .....	28
2.7. <u>HIPÓTESIS</u> .....	30

3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	31
3.1. PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL.....	31
3.2. CLIMA .....	32
3.3. PASTURA Y SUPLEMENTOS.....	33
3.4. ANIMALES.....	34
3.5. TRATAMIENTOS.....	34
3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....	35
3.6.1. <u>Período pre-experimental</u> .....	35
3.6.2. <u>Período experimental</u> .....	35
3.7. REGISTROS Y MEDICIONES.....	35
3.7.1. <u>Pastura</u> .....	35
3.7.1.1. Disponibilidad de forraje.....	36
3.7.1.2. Forraje rechazado .....	36
3.7.1.3. Altura de forraje.....	36
3.7.1.4. Calidad de forraje y suplemento.....	36
3.7.2. <u>Animales</u> .....	37
3.7.2.1. Peso vivo .....	37
3.7.2.2. Altura de anca .....	37
3.7.2.3. Consumo de suplemento .....	37
3.7.2.4. Consumo de forraje.....	37
3.7.3. <u>Comportamiento ingestivo e indicadores de estrés térmico</u> .....	38
3.7.4. <u>Análisis químicos</u> .....	38
3.8. SANIDAD .....	38
3.9. VARIABLES CALCULADAS .....	39
3.9.1. <u>Ganancia media diaria</u> .....	39
3.9.2. <u>Eficiencia de conversión del alimento</u> .....	39
3.9.3. <u>Utilización del forraje</u> .....	39
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	39
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	43
4.1. <u>CONDICIONES AMBIENTALES</u> .....	43
4.2. <u>CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA</u> .....	43
4.2.1. <u>Biomasa y altura de la pastura disponible pre-pastoreo</u> .....	44
4.2.2. <u>Biomasa y altura de rechazo</u> .....	46
4.2.3. <u>Utilización del forraje</u> .....	46
4.3. <u>VARIABLES DE RESPUESTA ANIMAL</u> .....	47
4.3.1. <u>Consumo</u> .....	47
4.3.1.1. Consumo de forraje.....	48
4.3.1.2. Consumo de suplemento .....	51
4.3.1.3. Consumo total de materia seca.....	51
4.3.2. <u>Crecimiento animal</u> .....	53

4.3.3. <u>Eficiencia de conversión</u> .....	55
4.4. <u>COMPORTAMIENTO</u> .....	56
4.4.1. <u>Efecto semana sobre las principales variables</u> .....	57
4.4.2. <u>Efecto día dentro de semana</u> .....	62
4.4.3. <u>Discusión general</u> .....	63
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	66
6. <u>RESUMEN</u> .....	67
7. <u>SUMMARY</u> .....	69
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	71
9. <u>ANEXOS</u> .....	85

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Antecedentes nacionales y extranjeros de trabajos evaluando la respuesta a la suplementación en terneros de destete precoz .....	14
2. Perfil de ácidos grasos de diferentes fuentes de grasa utilizadas en la alimentación de vacunos.....	17
3. Valor energético de dos fuentes de grasas protegidas.....	22
4. Efectos en la producción ocasionados por estrés calórico .....	28
5. Humedad relativa (%HR) e índice ITH durante los meses de enero, febrero y marzo en el período de 2007-2016.....	33
6. Composición química de la ración comercial para terneros de destete precoz .....	33
7. Manejo sanitario de los animales del experimento durante y pre periodo experimental .....	39
8. Temperaturas mínimas, máximas y medias diarias, y precipitaciones acumuladas mensuales durante el período experimental .....	43
9. Efecto del nivel de suplementación con grasas protegidas sobre las variables de la pastura: biomasa de forraje y altura pre (entrada) y pos pastoreo (rechazo), y utilización (promedio período experimental).....	44
10. Efecto del nivel de suplementación con GP (T) y semana de evaluación (S) sobre el consumo total de MS, consumo de forraje y suplemento, expresado en kg/animal/día (medias ajustadas por tratamiento) .....	48
11. Efecto del nivel de suplementación con GP sobre la calidad del forraje seleccionado por terneros pastoreando pradera mezcla (valores promedio del experimento).....	50

12. Ganancia diaria, peso vivo, y altura de anca, al final del período experimental en terneros suplementados con diferente nivel de GP (14/1-7/4/2016).....	53
13. Valores medios para eficiencia de conversión de terneros en pastoreo por tratamiento.....	56
14. Efecto del nivel de suplementación con grasa (T), semana (S), día dentro de semana (DS) y sus interacciones sobre la probabilidad de ocurrencia de las actividades de comportamiento animal .....	57
15. Efecto de la suplementación con grasa (T), semana (S) y día dentro de semana (DS) sobre la tasa respiratoria animal.....	60

Figura No.

1. Esquema de diferentes opciones a la hora de realizar el destete precoz .....	6
2. Efecto de la asignación de forraje sobre la utilización del mismo y la ganancia media diaria de novillos pastoreando verdes en el otoño o pasturas mejoradas en invierno, primavera y verano en diferentes momentos del año. ....	9
3. Croquis del área experimental.....	31
4. Temperatura media temperatura media diaria y precipitaciones acumuladas durante los meses de enero, febrero y marzo en el periodo de 2007- 2016, en el área experimental. ....	32
5. Variación semanal en la disponibilidad de forraje (kg MS/ha) al entrar a la parcela en el periodo experimental (14/1 - 1/4/2016). ....	45
6. Variación en la utilización del forraje durante el periodo experimental. ....	47
7. Consumo diario y disponibilidad de forraje según semanas de estimación del consumo. ....	49

8. Consumo materia seca total promedio del experimento según tratamientos. ....	52
9. Ganancia de peso vivo predicha para terneros de destete precoz (86,8 kg PV) suplementados con niveles crecientes de grasas protegidas. ....	55
10. Probabilidad de ocurrencia de las actividades en la semana 4 (5-10/02/016), según la hora y variaciones del índice ITH. ....	58
11. Probabilidad de ocurrencia de las actividades en la semana 11 (25-29/03//016), según la hora y variaciones del índice ITH. ....	59
12. Variación en tasa respiratoria e ITH según las semanas de comportamiento ingestivo animal a las horas en que fueron registrados (7 y 15 hrs.).....	61
13. Variación de las actividades con significancia dentro de los días de la semana .....	62

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la cría se realiza en zonas de menor potencial productivo, donde el campo natural es el principal alimento, dejando los recursos de mayor potencial para la invernada. Esto se explica porque la eficiencia biológica de producción de carne es menor en la cría que la invernada (es decir, mantener una vaca para lograr destetar un ternero por año, es muy costoso del punto de vista biológico). Por otra parte, la eficiencia reproductiva del rodeo a nivel nacional ha sido históricamente baja, para lo cual, la aplicación de la técnica de destete precoz ha demostrado ser una herramienta capaz de aumentar estos malos indicadores productivos.

El destete precoz de terneros al inicio del entore, cuando tienen 60 días y un peso aproximado de 70kg, ha demostrado ser viable del punto de vista del manejo alimenticio de esta categoría, obteniéndose pesos a los 180 días que no difieren del de terneros manejados al pie de la madre (Simeone et al., 2002).

Existe abundante información que sostiene que terneros nacidos en la primavera, y destetados precozmente en verano cuando son suplementados al 1% de peso vivo (PV) con concentrado energético proteínico sobre pasturas de calidad, presentan ganancias cercanas a 0,6 kg/día. Una de las mayores ventajas de suplementar esta categoría es la buena eficiencia de conversión que es posible lograr, alcanzando valores de entre 3 y 4 kg de concentrado por cada kg de PV adicional. Estrategias dirigidas a superar estas ganancias en terneros y con ello el peso a los 6 meses de edad para destetes de verano, se han focalizado en evaluar el impacto de un mayor nivel de suplementación, lo cual ha redundado en una caída de la eficiencia de conversión del suplemento (De León et al. 1998, Henderson et al. 2015).

La suplementación con grasa protegidas permitiría aumentar el peso de terneros destetados precozmente por su alto contenido energético y su alta eficiencia de conversión, y por tanto a mayor inclusión, mayor ganancia dentro de ciertos niveles de optimización. En estudios realizados en novillos no se ha concluido que tenga un efecto positivo acerca de la inclusión con grasas protegidas. Sin embargo, no se conocen resultados en el caso de ser incluidas en la categoría de terneros de destete precoz.

Es por esto, que surge el presente trabajo con el objetivo de evaluar el efecto del agregado de niveles crecientes de grasas protegidas, de manera de aumentar la concentración energética de la dieta, buscando mejorar las ganancias diarias de terneros de destete precoz, sin aumentar la cantidad de suplemento a agregar y así evitar la disminución en la eficiencia de conversión.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

El destete precoz (DP) es una herramienta que surge a partir de la problemática que se da comúnmente en el sector ganadero, en especial en los criadores, donde la condición corporal (CC) de las vacas al momento del parto es baja, lo que determina un bajo porcentaje de preñez a futuro, por ser realizada ésta actividad sobre campos con limitantes de forraje, tanto en calidad como en cantidad (Simeone et al., 2002). Por tanto, el destete precoz tiene dos objetivos principales: mejorar el porcentaje de preñez del rodeo de cría y lograr tener a los 6 meses de edad un ternero que obtenga ganancias diarias similares a aquellos destetados tradicionalmente (600 gramos/día, Beretta et al., 2012). Callejas et al. (1997) en Chaco, Argentina, evaluaron los cambios en la CC de vacas múltiparas, a las cuales se les realizó destete precoz. El incremento de la CC a los 85 días posdestete fue mayor en las vacas destetadas precozmente ( $\Delta CC=0,5$ ) que en las que permanecieron con cría al pie ( $\Delta CC=0,2$ ;  $P<0,05$ ).

Para un mismo valor de oferta de forraje, la ganancia diaria es mayor al mejorar la calidad de la pastura. En el verano, donde la calidad de la pastura es baja, se debe aumentar la asignación de forraje a modo de lograr un mayor consumo de nutrientes, con la consecuente disminución en la utilización del mismo. En la misma estación la ganancia diaria no es tan sensible a los cambios en la asignación de forraje (Beretta et al., 2008).

Dada la problemática estival antes mencionada, surge la suplementación de terneros de destete precoz como herramienta para intensificar los sistemas ganaderos, corregir dietas desbalanceadas, aumentar la eficiencia de conversión de las pasturas, mejorar la ganancia de peso de los animales, y acortar los ciclos de crecimiento y engorde animal (Peruchena, 1999).

De León et al. (1998), Simeone et al. (2002) estudiando la respuesta de terneros de destete precoz sobre pasturas mejoradas coinciden en que el nivel óptimo de suplementación es el 1% de PV, ya que por encima de este valor no se registraron diferencias significativas en ganancias de peso y por el contrario, disminuyó la eficiencia de conversión del suplemento por un aumento en la tasa de sustitución del forraje.

Sumado a lo antes explicado, las altas temperaturas del verano pueden causar estrés calórico en los animales. Cuando los mecanismos fisiológicos tales como la sudoración y el jadeo; y los cambios de comportamiento como

puede ser la búsqueda de agua o de lugares frescos, alcanzan su máximo con el objetivo de aliviar el estrés calórico, la alternativa que le queda al animal es reducir el consumo, en particular de aquellos alimentos con alto contenido en fibra ya que generan un gran calor de fermentación en el rumen (García et al., 2007).

La posible adición de lípidos en la dieta de terneros permitiría aumentar su concentración energética, por lo que las grasas permitirían incrementar el consumo de energía, sin elevar el consumo de materia seca ni el calor de fermentación (9.4 Mcal/kg de EB los lípidos vs. 5.6 Mcal/kg de EB las proteínas y 4.2 Mcal/kg de EB los carbohidratos, Martínez et al. 2010b, Bauzá 2012). Las dietas corrientes de los rumiantes contienen generalmente entre 2 y 5% de lípidos, de los que cerca de la mitad son ácidos grasos (Dean, 2008). Sin embargo, aspectos relacionados a la digestión de las grasas podría condicionar su eficiencia de utilización.

Para entender la respuesta de los terneros de destete precoz frente al consumo de grasas, primeramente se revisarán los aspectos relacionados al desarrollo del ternero al pie de la madre y las particularidades de los terneros de DP hasta los 6 meses de edad; seguido de los antecedentes con relación a performance de terneros de DP en pastoreo; la respuesta a la suplementación con concentrado convencionales e incidencia de estrés térmico. Por otra parte, a efectos de evaluar el potencial de uso de lípidos en la suplementación de los terneros en pastoreo, se revisaran los aspectos relacionados con la ingestión, digestión y uso de grasas en rumiantes, fuentes de lípidos, interacciones con la dieta base y respuesta animal.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL TERNERO DE DESTETE PRECOZ

Para realizar el destete precoz se deben tener en cuenta dos condiciones importantes que son la edad y el peso de los terneros. Estos deben tener como mínimo 60 días de edad y pesar 70 Kg (Simeone et al., 2002).

En el caso de tener terneros con diferencias en el peso mayor a 30 Kg es conveniente separarlos por lotes de esta manera se asegura un consumo del suplemento más uniforme, lo cual facilita el manejo (Cargill, s.f.).

### 2.2.1. Crecimiento del ternero

El desempeño del ternero de destete precoz varía según el ambiente, las pasturas, los suplementos disponibles y las razas o cruza (Arias, 1996). Su

performance en pos-destete dependerá de su crecimiento al pie de la madre y de la alimentación pos-destete.

#### 2.2.1.1. Período pre-destete precoz

Cuanta más leche consuma el animal en la etapa de cría, mayor será su peso al momento del destete (Arias, 1998) y a su vez cuanto más temprano se destetan los terneros menor será la relación entre la leche total consumida y su peso vivo (Álvarez, s.f.). Según Rovira (2012), alrededor del 50% de la variación en los pesos al destete puede ser atribuida a diferencias en el consumo de leche por parte de los terneros.

Según Arias (1996), cuando los recursos alimenticios son escasos, en calidad o cantidad, la producción de leche disminuye, y por tanto, la performance del ternero al pie de la madre puede verse reducida. Para estos casos es donde tiene relevancia realizar un destete precoz (Rovira, 2012).

Cerdótes et al. (2004) realizaron trabajos donde compararon la influencia del plano alimenticio predestete de las madres (suplementadas versus no suplementadas durante la lactación) en el peso de terneros destetados precozmente a los 63 días de edad. Se observó una mayor ganancia en los terneros cuyas madres fueron suplementadas en comparación con aquellas sin suplementar hasta los 5 meses de edad del ternero, luego de ese período, las diferencias se vuelven no significativas.

A su vez, los últimos autores, estudiando los efectos de vacas primíparas y multíparas en los pesos al destete de sus terneros, y encontraron diferencias significativas en el peso a los 63 días de edad de los terneros al pie de la madre hijos de vacas primíparas y viejas (12 años de edad), siendo menor que el peso de los hijos de vacas multíparas, de edad media y adulta; evidenciándose que el factor edad de la madre es muy importante. En terneros destetados precozmente las diferencias no fueron significativas (Cerdótes et al., 2004).

#### 2.2.2. Nutrición del ternero de destete precoz

Para el caso del ternero de destete precoz, debido a que el mismo está en las primeras etapas de crecimiento, el desarrollo muscular es el principal responsable de la ganancia de peso vivo, por lo que dicho ternero tiene mayores exigencias de proteína por kilo de peso vivo producido, y mejor eficiencia de conversión del alimento respecto a un animal adulto. El consumo

de energía metabolizable debe cubrir las necesidades diarias para permitir que el ternero pueda mantenerse y crecer (Simeone et al., 2002).

#### 2.2.2.1. Transición de ternero lactante a rumiante al pie de la madre

La leche materna es hasta las 10- 12 semanas el principal alimento del ternero, pero se vuelve insuficiente para cubrir los requerimientos, ya que se encuentra en una etapa de pleno crecimiento y desarrollo. La transición propiamente dicha de pre-rumiante a rumiante comienza a partir de los 40 días de edad aproximadamente, cuanto antes se complete esta etapa, antes se eliminará la dependencia del ternero por la leche materna. Durante la etapa de transición, paulatinamente el ternero adquiere los hábitos de una alimentación pastoril, la cual se va dando con el desarrollo de los pre-estómagos y el aumento de la actividad digestiva del rumen. Es conveniente que los alimentos iniciales suministrados al ternero tengan una digestibilidad alta para acortar dicho periodo de transición (Cargill s.f., Durrieu et al. 2002).

#### 2.2.2.2. Transición y acostumbramiento a la nueva dieta de ternero de destete precoz

El ternero al nacer tiene su aparato digestivo adaptado a una dieta láctea, que a través de la gotera esofágica desvía la leche directamente al abomaso, con el paso del tiempo paulatinamente se va dando el desarrollo de los divertículos estomacales. Se podría dividir en tres etapas la transición de lactante a rumiante propiamente dicho: hasta las tres semanas de vida el animal es lactante, y solo posee la capacidad de digerir leche; entre las tres y las ocho semanas de vida es un periodo en el cual el animal comienza a ingerir cantidades pequeñas de alimento sólido, se van desarrollando de a poco los divertículos estomacales hasta las ocho semanas de vida donde los mismos se encuentran desarrollados completamente, lo cual permite una digestión fermentativa propia de un rumiante adulto (Relling y Mattioli, s.f.).

Una vez desarrollada la actividad ruminal del ternero se le debe ofrecer alimentos de alta calidad y digestibilidad, siendo limitados en fibra. Esta nueva dieta debe satisfacer los requerimientos de los terneros. Para esto debe ser altamente palatable, basarse en concentrados energéticos (granos) y proteínicos (soja, expeler de girasol, etc), sin descuidar los minerales, vitaminas y fibras de buena calidad que deben ser complementarios de la dieta base. Dada la reducida capacidad fermentadora del ternero es aconsejable que la dieta contenga escasa cantidad de amoníaco y urea, por este motivo se debe incluir proteína verdadera (Durrieu et al., 2002).

### 2.2.2.3. Alternativas de alimentación para el ternero de destete precoz

Como ya se ha estudiado por diferentes autores en el Uruguay un ternero al pie de la madre, raza Hereford, gana en torno a los 600 gramos por día, de forma que, al realizarse el destete precoz se debería lograr tener a los 6 meses de edad un ternero que por lo menos pese lo mismo que aquellos destetados tradicionalmente (Beretta et al., 2012).

En la figura No.1, se muestran las diferentes alternativas para el manejo nutricional de un ternero de destete precoz, para las condiciones del Uruguay.

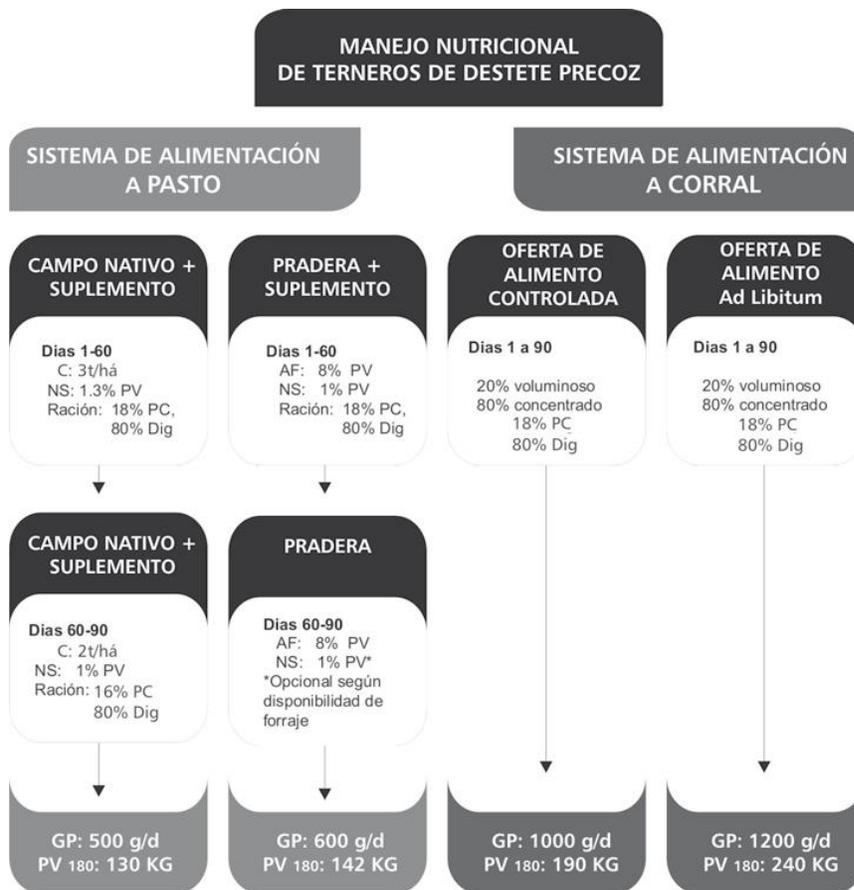


Figura No. 1. Esquema de diferentes opciones a la hora de realizar el destete precoz (Fuente: extraído de Beretta et al., 2012).

Según Beretta et al. (2012) terneros de destete precoz teniendo una dieta basada únicamente en el pastoreo de pasturas sembradas poseen una ganancia diaria de 240 gramos, lo cual es insuficiente desde el punto de vista productivo. Estas ganancias se ven incrementadas cuando se suplementa tanto pradera como campo natural, al 1-1.3 % de peso vivo con un suplemento energético- proteínico y una asignación forrajera del 8 %, obteniendo ganancias de 500-600 gramos/día, en verano.

Peruchena (2003), agrega a lo anterior que para la suplementación en pastoreo es necesario una pastura joven o en crecimiento lo que le confiere muy alta calidad. La oferta de MS mínima disponible al inicio del pastoreo debe ser de 500 kg/MS/ternero.

### 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS QUE AFECTAN LA RESPUESTA ANIMAL

Según De León (2007) para comenzar a analizar los factores que intervienen en las relaciones pastura-animal, conviene tratar por separado aquellas características de la pastura que afectan al animal, de los efectos que estos últimos realizan sobre las pasturas.

La cantidad de forraje disponible, la calidad de la oferta forrajera y la estructura o distribución espacial de los componentes de la pastura son variables que definirán el consumo de materia seca digestible que se relaciona en forma directa con la ganancia de peso del animal (De León, 2007).

#### 2.3.1. Valor nutritivo de las pasturas

El valor nutritivo es función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de estos en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes en ese forraje. La eficiencia de conversión de los mismos en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, 1990).

La cantidad y calidad de la dieta cosechada, es la resultante de un comportamiento ingestivo selectivo por parte de los animales, los cuales buscan y seleccionan aquel alimento de mayor valor nutritivo (De León, 2007).

Según Carámbula (2010) la disponibilidad de forraje es un factor fundamental que debe considerarse en el manejo del pastoreo, y a la vez tiene estrecha relación con la altura de la pradera y con la facilidad de cosecha de los

animales. Una alta disponibilidad de forraje podría facilitar el proceso de obtención del mismo; no obstante, la disponibilidad de forraje se correlaciona con el estado de desarrollo de las especies constituyentes de la pradera, por lo que al aumentar la disponibilidad, las plantas se encuentran en estados más avanzados de desarrollo y por ende, con menor calidad como alimento. A medida que disminuye la disponibilidad diaria de forraje de 90 a 30 gramos de materia orgánica por kg de peso vivo, el consumo en terneros y novillos Hereford de más de un año desciende un 18%, explicado por la menor altura de forraje y por ende menor digestibilidad (Rovira, 2002).

La composición de la pastura está afectada no sólo por la especie forrajera y la parte de la planta sino también por el estado fisiológico al momento de pastoreo o corte (Cangiano 1997, Elizalde 2003). La razón por la cual, a mayor calidad de forraje al momento del pastoreo, mayor digestibilidad y por ende mayor consumo; se explica por el menor tiempo que permanece el forraje dentro del rumen. El consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad, hasta que ésta alcanza valores en torno al 80% (Rovira, 2002).

Entre los factores de manejo que hay que tener en cuenta, uno de los principales es la severidad o altura de pastoreo. Es recomendable que quede suficiente hoja en cada macollo para que rápidamente reinicie el crecimiento, por lo que no es conveniente realizar pastoreos muy excesivos. En el extremo opuesto, tampoco conviene tener la pastura excesivamente alta, para no acumular demasiado material senescente, disminuyendo la calidad de la misma (Scheneiter et al., 1995). Carámbula (2010), agrega que, a la vez que las plantas avanzan en su madurez se incrementa su altura, llevado a un descenso en la digestibilidad, con una consecuente disminución en el consumo, por tener mayor proporción tallo/ hoja (Cangiano,1997).

### 2.3.2. Manejo de las pasturas y su efecto en la producción animal

Según Mott, citado por Gregorini et al. (2007) la presión de pastoreo es el número de animales correspondiente a una categoría definida, ponderada por unidad de pasto. Posteriormente Greenhalgh et al., citados por Gregorini et al. (2007) concordaron en que presión de pastoreo es el pasto ofrecido a un animal por día, llamándole asignación diaria de forraje. Lombardo (2012) define a la misma como los Kg. de pasto que se les ofrece a los animales, expresado en Kg. de Materia Seca (MS) cada 100 kg. de peso vivo por día. La manera más sencilla de controlar la presión de pastoreo es a través del número de animales, lo que determina la producción de la pastura (Secco Duarte, 1975).

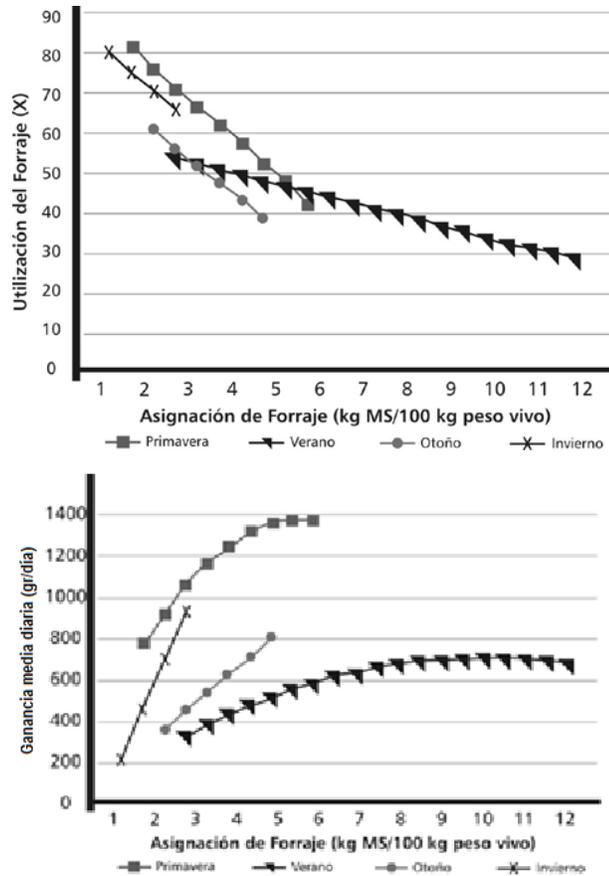


Figura No. 2. Efecto de la asignación de forraje sobre la utilización del mismo y la ganancia media diaria de novillos pastoreando verdes en el otoño o pasturas mejoradas en invierno, primavera y verano en diferentes momentos del año (Fuente: extraído de Beretta et al., 2008).

En la figura No. 2 se puede observar que, para un mismo valor de oferta de forraje, la ganancia diaria es mayor al mejorar la calidad de la pastura. En el verano, donde la calidad de la pastura es baja, se debe aumentar la asignación de forraje (AF) logrando ganancias en torno a los 0,6 kg/día con una AF de 10% de PV, buscando que el animal pueda realizar una mejor selección y logre un mayor consumo de nutrientes, con la consecuente disminución en la utilización del forraje (Rovira, 2002). Lo contrario a lo explicado ocurre en la primavera, donde la pastura es de buena calidad y se esperan mayores consumos con

menor oferta y por tanto mayor utilización, en donde una AF de 5,7 % logra ganancias de 1.327 kg/día en novillos. En el verano se observa que la ganancia diaria no es tan sensible a los cambios en la asignación de forraje, como sí ocurre en situaciones de alta calidad del forraje, como son el invierno y la primavera (Beretta et al., 2008).

### 2.3.3. Comportamiento animal en pastoreo

Según Skarpe y Hester, citados por Tarazona (2012) la actividad de pastoreo de los rumiantes abarca decisiones que van desde el área geográfica de pastoreo, zona de consumo y hasta qué planta consumir.

El comportamiento ingestivo se ve afectado por la edad, temperatura, calidad y tipo de alimento y por la dentición del animal. En los bovinos adultos se ha observado que distribuyen el tiempo de tal forma que, pastorean de 5 a 9 hs., rumean 5 a 9 hs, descansan 5 a 9 horas y beben de 1 a 4 veces al día (Pereyra et al. 1991, Rovira 2002).

En la actividad de pastoreo, los periodos de más relevancia durante el día son el amanecer y el atardecer, aunque puede variar dependiendo del clima. En el caso de la rumia, la misma se realiza fundamentalmente en horas de la noche, siendo el tiempo total dependiente del consumo y la digestibilidad del forraje, alimentos menos digestibles llevan a mayores tiempos de rumia (Rovira, 2002).

#### 2.3.3.1. Componentes del consumo en pastoreo

La interacción entre el animal en pastoreo y su alimento se ha estudiado a través de la disponibilidad, la estructura de la pastura y el consumo.

Según Hodgson (1985) el consumo de un animal (g) en pastoreo está compuesto por tres variables: peso de bocado (PB, g), tasa de bocado (TB, bocados/ minuto) y tiempo diario de pastoreo (minutos), pudiéndose estimar según la siguiente ecuación:

$$\mathbf{CD = PB \times TB \times TP}$$

El componente con mayor relevancia al momento de definir el consumo, es el peso de bocado. La variación en el mismo se explica a través de las dimensiones del bocado individual y las características de la pastura (Hodgson, 1985). A esto Rovira (2002) agrega que, el consumo se ve afectado cuando no

se tiene el doble de disponibilidad de forraje de lo que normalmente busca consumir el animal.

La tasa de bocado, expresada como número de bocados por unidad de tiempo se ve afectada positivamente a medida que variables como el peso de bocado se ven deprimidos, aunque es muy difícil lograr compensar el peso del bocado ante un incremento en la tasa de bocado (Hodgson, 1985).

El animal dedica un tiempo diario limitado a la cosecha de forraje y por lo tanto necesita lograr una velocidad de ingestión que le permita alcanzar el consumo esperado de acuerdo a la calidad del alimento (Galli et al., 1996). El tiempo de pastoreo depende de la cantidad y calidad del forraje a cosechar, además de la disponibilidad de otra fuente de alimento (Stobbs, 1970).

## 2.4. SUPLEMENTACIÓN ANIMAL EN PASTOREO

Las pasturas de alta calidad, proveen una importante cantidad de nutrientes para satisfacer los requerimientos de los animales en pastoreo (Leaver, citado en Elizalde, 2003) aunque la respuesta animal obtenida varía entre épocas y especies forrajeras o pasturas (Elizalde y Santini, 1992).

Dicha variabilidad en la respuesta animal sobre pastoreo se puede atribuir a cambios en la disponibilidad y/o en la calidad del forraje. Una de las limitantes que explica los cambios en la calidad del forraje son los años de la pastura, donde praderas viejas mitigan su potencial de producción, si se compara con una pastura nueva (Elizalde, 2003).

La suplementación permite atenuar estas variaciones.

Según Elizalde y Santini (2001) suplementar significa agregar más de lo que falta ya sea en cantidad o en calidad. Por otro lado, Mendoza (2014), define a la suplementación, como el suministrar alimentos adicionales al forraje pastoreado para alcanzar un objetivo productivo.

El objetivo de dicha suplementación puede ser diverso: intensificar los sistemas ganaderos, corregir dietas desbalanceadas, aumentar la eficiencia de conversión de las pasturas, mejorar la ganancia de peso de los animales, y acortar los ciclos de crecimiento y engorde animal (Peruchena, 1999).

#### 2.4.1. Factores que afectan la respuesta animal a la suplementación

La respuesta animal al suministro de concentrados en condiciones de pastoreo es una variable determinada por un conjunto de factores relacionados con la pastura, el suplemento, el tipo de animal y factores de manejo que interactúan entre sí (Baldi et al., 2008).

Tanto Cangiano (1997) como Elizalde (2003), coinciden en mencionar que la cantidad y calidad de la pastura es uno de los factores que más determina la respuesta a la suplementación. Cuando es mayor la oferta de forraje, la respuesta a la suplementación disminuye, como consecuencia de una mayor tasa de sustitución de forraje por concentrado. Es decir, cuando los animales descubren una fuente de nutrientes que está fácilmente disponible para los mismos, como es el caso del grano, ellos dejan de pastorear, por lo que sustituyen la pastura por el suplemento (Bargo, s.f.).

Contrariamente, cuando la calidad y/o cantidad de forraje base es baja la tasa de sustitución de forraje por concentrado disminuye, ya que tomaría lugar el efecto de adición, por lo que el incremento en la ganancia de peso por el hecho de suplementar es mayor en relación a una pastura de alta calidad (Elizalde, 2003).

Distintos tipos de concentrados son utilizados en la suplementación de terneros destetados precozmente, básicamente formulaciones comerciales, variando en el tenor energético y proteínico de manera de satisfacer las necesidades de los terneros (Simeone et al., 2002).

Los granos son los concentrados energéticos más utilizados en la suplementación animal. Para el manejo de los mismos, debemos considerar su composición química y concentración de energía metabolizable, proveniente principalmente del almidón. El lugar donde se utilice el almidón, marca el destino de la energía digerida (puede ser: crecimiento, engorde o producción de leche). La fermentación del concentrado en el rumen, da como resultado ácido grasos, mientras que digerido en el intestino delgado da azúcares simples (fructosa, glucosa, Pordomingo, 2003).

En términos de consumo diario de ración y ganancia de peso vivo 60 días post-destete, Simeone et al. (2002) no registraron diferencias importantes asociadas a la forma de presentación de la ración, peleteado vs. polvo siendo este resultado independiente del nivel de concentrado ofrecido.

De León et al. (1998), Simeone et al. (2002) estudiando terneros de destete precoz sobre pasturas mejoradas, Baldi et al. (2008) en novillos en terminación y Rovira (2014) considerando terneros de 200 kg sobre campo natural, coinciden en que el nivel óptimo de suplementación es el 1% de PV, ya que por encima de este valor no se registraron diferencias significativas en ganancias de peso y por el contrario, disminuyó la eficiencia de conversión del suplemento por un aumento en la tasa de sustitución del forraje. Un exceso de almidón proveniente de granos o raciones puede disminuir la digestión de la fibra del forraje en el rumen del animal causando una respuesta decreciente a la suplementación e incluso comprometiendo la salud de los animales (acidosis).

Flores et al. (2010) agregan que si se pretende mejorar la ganancia de peso sin modificar la receptividad, el nivel de suplementación suministrado no debería superar el 1% del PV por animal/día. De esta manera se lograría evitar el efecto de sustitución en el consumo del forraje.

#### 2.4.2. Suplementación en terneros de destete precoz sobre pasturas

El cuadro No.1 tiene como objetivo visualizar lo explicado en el ítem anterior y ofrecer una mirada más amplia y completa acerca de la respuesta a la suplementación específicamente en una categoría, como lo es el ternero de destete precoz, cuando varía la época del año, calidad de la pastura, asignación de forraje y tipo y nivel de suplemento.

Cuadro No. 1. Antecedentes nacionales y extranjeros de trabajos evaluando la respuesta a la suplementación en terneros de destete precoz.

	Época	Pastura	AF %	Supl.	Nivel Supl. (%)	GMD	EC
De León et al. (1998)	V	<i>Lotus corniculatus</i> 3er. año	8	RC 19% PC	0	0.201	-
					0,5	0.390	2.2:1
					1	0.517	2.8:1
Beretta et al. (2014)	V	Pradera base achicoria	8	RC 19% PC	1,5	0.580	3.7:1
					0	0,25	-
					1	0,63	2,6:1
Ávila et al. (2013)	V	Pradera base <i>Cenchrus ciliaris</i>	4,4	maíz 12,6% PC maíz 17,6% PC	2,8	1,114	3,7:1
					1,5	0,69	-
						0,63	-
Quintans (2014)	V	Campo natural	-	RC 16% PC	1-1,5	0,6	-
Álvarez et al.(1999)	I	<i>Avena sativa</i> y <i>T. repens</i>	8	RC 16,6 % PC	1	0,636	-
					1,5	0,734	-
Simeone et al. (2013)	I	Festuca, t. blanco y Lotus	4	RC 19% PC	0	0,43	-
					0,5	0,65	2,4:1
Cortazzo et. al. (2005)	I	Festuca, t. blanco y Lotus	4	RC 19% PC	1	0,91	2.8:1
					0	0.45	-
					0	0.64	-

Ref.: I:invierno; V:verano; AF: asignación de forraje (%); Supl: suplemento; GMD: ganancia media diaria; EC: eficiencia de conversión; RC: ración comercial; PC: proteína cruda.

En general, la respuesta a la suplementación, expresada la misma en términos de 1 % de PV varía entre estaciones. La ganancia media diaria es menor en el verano sobre praderas en comparación a la misma situación en otoño-invierno, afectando la eficiencia de conversión del grano. La peor calidad de la pastura estival, sumado a las altas temperaturas del verano, podrían generar estrés para el animal e incluso afectar negativamente el consumo de alimento e incrementar los costos de mantenimiento del mismo (Simeone et al., 2004). En cuanto a las diferentes categorías que se estudiaron, tanto Ustarroz

et al.(s.f.), Elizalde (2003) como Baldi et al. (2008), afirman que desde el punto de vista de la eficiencia de conversión se obtendrían los mejores resultados con los animales más jóvenes en comparación con novillos, ya que los primeros tienen menores requerimientos de energía para mantenimiento debido a que depositan mayor proporción de tejido muscular, lo que requiere menor gasto de energía en relación al tejido adiposo.

## 2.5. LÍPIDOS

Dean (2008), Martínez et al. (2010a) definen a los lípidos como aquellas sustancias insolubles en agua u otros solventes acuosos, pero solubles en solventes orgánicos como el éter, hexano, acetona y ciertos alcoholes. Los mismos se encuentran tanto en tejidos vegetales como animales. En los forrajes se encuentran pequeñas cantidades de lípidos, por tanto, el consumo natural en rumiantes de dicho compuesto es relativamente bajo (Dean, 2008).

En el análisis de los alimentos, los lípidos se incluyen en la fracción denominada extracto etéreo. En los forrajes, el componente extracto etéreo, está compuesto por sustancias insaponificables como por ejemplo las ceras, siendo estas de nulo valor energético para los animales (Martínez et al., 2010a). Plascencia et al. (2005) agregan que, los lípidos presentes en los forrajes se encuentran en forma de ácidos grasos poliinsaturados esterificados como galactosilglicéridos, dicha fracción no supera el 1.5% total de la materia seca de la dieta. La grasa polinsaturadas resultan generalmente mucho más tóxicas para los microbios del rumen que las saturadas (Church, 1993).

Las grasas y aceites son una fuente alimenticia para rumiantes, de alta densidad energética (9.4 kcal de energía bruta) y de bajo costo. Los valores de contenido energético (EN, Energía Neta) para bovinos de engorde asignados por los estándares actuales (NRC, 1996) son de 6,00 y 4,75Mcal·kg para mantenimiento y ganancia de peso vivo, respectivamente. Las grasas de grado alimenticio contienen aproximadamente 90% de ácidos grasos totales (AFOA, 1999) y éstos representan casi el 100% de su contenido energético (Plascencia et al., 2005). Las plantas que almacenan energía en las semilla en forma de carbohidratos (ejemplo maíz), presentan lípidos en forma de fosfolípidos y glucolípidos mayoritariamente, mientras que las que la almacenan en forma de lípidos (soja) contienen en su mayoría triglicéridos (Regueiro y Van Lier, 2008).

Los tres lípidos antes mencionados están formados por ácidos grasos unidos a glicerol. A los triglicéridos se los puede clasificar como aceite o grasa según la cantidad de carbonos presentes en su formación y su estado a temperatura ambiente. Las grasas son sólidas a temperatura ambiente y

cuentan con ácidos grasos saturados de más de diez carbonos, son de origen animal como por ejemplo la manteca y el sebo. Por el contrario, los aceites son líquidos a temperatura ambiente, tienen ácidos grasos de menos de diez carbonos o con uno o más dobles enlaces, son en su mayoría de origen vegetal (Godio et al. 2001, Martínez et al. 2010a).

Los ácidos grasos se pueden dividir en 4 categorías según el número de carbonos o longitud de cadena. Los ácidos grasos volátiles tienen de 1 a 6 carbonos, luego están los de cadena corta que son de 6 a 10 carbonos, cadena media de 12 a 16 carbonos y cadena larga tiene más de 16 carbonos. También se clasifican en si tienen o no dobles enlaces en su molécula. Los que contienen dobles enlaces son denominados insaturados y dentro de ellos pueden distinguirse según la cantidad de dobles enlaces que contengan en: mono, di, tri o poliinsaturados. Los que no tienen ningún doble enlace se denominan ácidos grasos saturados (Parsi et al. 2001, Regueiro y Van Lier 2008).

Las dietas corrientes de los rumiantes contienen generalmente entre 2 y 5% de lípidos, de los que cerca de la mitad son ácidos grasos (Doreau y Ferlay, 1994). Uno de los motivos principales para incrementar el tenor graso de la dieta es aumentar su concentración energética (9.4 Mcal/kg de EB los lípidos vs. 5.6 Mcal/kg de EB las proteínas y 4.2 Mcal/kg de EB los carbohidratos) (Martínez et al. 2010a, Bauzá 2012).

En el cuadro No. 2 se describen las fuentes de grasas más comúnmente utilizadas.

Cuadro No. 2. Perfil de ácidos grasos de diferentes fuentes de grasa utilizadas en la alimentación de vacunos.

Perfil de ácidos grasos (%)		Fuentes de grasas						
		1	2	3	4	5	6	7
Mirístico	C 14:0	1,1	-	-	2,1	2,6	2	7
Palmítico	C 16:0	18,5	25,2	22,3	44,1	38	45	30,1
Palmitoleico	C 16:1	1,5	-	-	-	1,2	-	-
Estearico	C 18:0	10,5	15,7	13,7	5,2	20	40	22,5
Oleico	C 18:1	45	42,2	35,5	38,7	20	5,2	1,1
Linoleico	C 18:2	20	5,26	18,7	8,4	3	<2	1,1
Linolenico	C 18:3	1,5	0,47	1,55	-	1	-	-
Saturado/ insaturado		0,39	1,65		1,05	2,33	9	1,85

Ref.: saturado/insaturado (relación de ácidos saturados e insaturados en la fuente de grasa); 1: grasa amarilla; 2: sebos; 3: mezcla animal-vegetal; 4: jabón cálcico de palma; 5: jabón cálcico de mezclas; 6: grasas hidrogenadas >90% ácidos grasos libres; 7: grasas hidrogenadas <55% ácidos grasos libres.

Fuente: elaborado a partir de datos extraídos de FEDNA (s.f.), Plascencia et al. (2005).

La grasa amarilla se origina de la combinación de sobrantes de grasas y aceites colectados en lugares gastronómicos. El sebo es un subproducto del desperdicio de carne y vísceras, mayormente de ganado vacuno. Las grasas mezcladas son mezclas de grasas de origen animal, aceites vegetales, aceites acidulados y subproductos de refinería. Las grasas cálcicas surgen de la saponificación de ácidos grasos libres con calcio. Por último, las grasas hidrogenadas se obtienen por hidrogenación parcial de distintas fuentes lipídicas lo que eleva su punto de fusión, favoreciendo su insolubilidad en rumen (FEDNA s.f., Plascencia et al. 2005). La mayoría de las grasas protegidas disponibles en el mercado se fabrican a partir de ácidos grasos destilados de palma pero existe la posibilidad de fabricar jabones cálcicos con aceites de otros orígenes (coco, pescado, girasol, soja, etc., FEDNA, s.f.).

Desde el punto de vista nutricional las grasas permiten aumentar la concentración energética de la dieta, reducen el estrés calórico, y mejoran la eficiencia energética neta por kcal de energía metabolizable. En el caso de los

rumiantes la grasa suplementaria afecta a los microorganismos del rumen, y dicho efecto depende de la naturaleza química de la grasa. Porcentajes altos de ácidos grasos libres inhiben la acción microbiana y perjudican la digestión de los nutrientes digestibles en el rumen, en especial la fracción fibrosa (Infocarne, s.f.).

### 2.5.1. Digestión de lípidos

En las dietas que tienen como base el forraje, los lípidos que predominan son los galactoglicéridos, sin embargo en dietas con alto contenido de granos o concentrados los triacilglicéridos son más abundantes (Nava et al., 2001).

La mayoría de los ácidos grasos en las dietas de rumiantes son insaturados, se ha observado que en el rumen tanto los galactoglicéridos como los triglicilglicéridos y los fosfolípidos son hidrolizados por las bacterias dando como resultado ácidos grasos libres (AGL) y glicerol. El glicerol, producto de la hidrólisis de los triglicilglicéridos, es fermentado hasta propionato y posteriormente absorbido junto con los otros AGV. Este proceso es realizado por las enzimas lipasas producidas por bacterias ruminales. Estas enzimas pueden ser reducidas en el caso de que los animales consuman antibióticos o con un bajo pH ruminal, así como también por el incremento de la grasa incluida en la dieta o un alto punto de fusión de las mismas. Luego de dicho proceso los ácidos grasos insaturados son sometidos a biohidrogenación, mediante la cual se reduce el número de dobles enlaces de los ácidos grasos mono y polinsaturados, transformándolos en ácidos grasos saturados. En el caso de la biohidrogenación, la misma es más intensa cuando la dieta contiene abundante forraje y se ve disminuida cuando tiene mucho concentrado. Como resultado de este proceso pasan al intestino delgado una pequeña proporción de ácidos grasos insaturados. La gran mayoría de los ácidos grasos ingeridos en la dieta pasan a formar parte del tejido adiposo y de la leche de los rumiantes, en forma de ácidos grasos saturados (Blanco 1999, Nava et al. 2001, Regueiro y Van Lier 2008, Martínez et al. 2010a).

En condiciones normales los ácidos grasos polinsaturados que llegan intactos al duodeno, representan en promedio 10-15% de los presentes en la dieta. Es por esto que surge la práctica de inclusión de grasas protegidas a la dieta de los animales, para preservar la naturaleza de dichos ácidos (Blanco 1999, Martínez et al. 2010a).

Los lípidos microbianos son digeridos y adsorbidos en el intestino delgado (10-20 % de los que abandonan el rumen, Dean, 2008). Al igual que las

proteínas, alguno de los lípidos pueden escapar a la digestión microbiana ruminal y llegar intactas al intestino, donde son digeridos, a estos lípidos se los nombra de sobrepaso (Nava et al. 2001, Osorio et al. 2010) . En los tramos iniciales del intestino delgado son hidrolizados por la lipasa pancreática con ayuda de las sales biliares, que permiten dicha hidrolización a pesar del bajo pH (Martínez et al., 2010a).

Las grasas añadidas no deben superar el 5% de la dieta, para evitar interferir con la digestión de la fibra y la fermentación en el rumen (Church 1993, Plascencia et al. 2005). La naturaleza y la forma de la grasa son muy importantes junto con los niveles de minerales críticos, tanto que determina si la adición de la grasa puede ser una ventaja o un inconveniente. La grasa puede influir sobre la función del rumen de varias formas. La grasa reduce la digestión de la fibra en condiciones normales mediante varios mecanismos: recubrimiento físico de la fibra con grasa, efectos tóxicos que modifican a ciertos microorganismos, efectos tensoactivos sobre las membranas microbianas y descenso en la disponibilidad de cationes mediante la formación de jabones, Una reducción de cationes disponibles puede influir también sobre el pH, así como eliminar cationes necesarios para los microbios. La incorporación de cationes metálicos como cenizas de alfalfa, sales de calcio, o piedra caliza evita con éxito el descenso de la digestibilidad de la fibra El calcio forma jabones insolubles con los ácidos grasos y evita su interferencia sobre los microbios del rumen (Church, 1993).

Según Noble, citado por Martínez et al. (2010b), las grasas se absorben principalmente en el tramo medio y final del yeyuno aunque también ocurre absorción en el tramo inicial más allá de su bajo pH. En el yeyuno superior se absorben los ácidos grasos libres que llegan al duodeno con la digesta, mientras que los ácidos grasos provenientes de la digestión enzimática de las grasas neutras y los fosfolípidos son absorbidos en los dos tercios finales. Los ácidos grasos de cadena larga no se absorben en el intestino grueso (Martínez et al., 2010b).

#### 2.5.2. Metabolismo de lípidos

Los ácidos grasos absorbidos que tienen menos de 12 carbonos son vertidos directamente a la vena porta y transportados al hígado unidos a la albúmina sérica; el resto son esterificados e incorporados a lipoproteínas de muy baja densidad y quilomicrones que se transportan por vía linfática hasta el torrente sanguíneo para su distribución a los tejidos (Blanco 1999, Regueiro y Van Lier 2008).

El destino de los ácidos grasos es variado, se pueden utilizar para la secreción directa en la leche, la deposición en los tejidos como grasa de reserva o integrantes de las membranas celulares (tal como es el caso de los ácidos grasos poliinsaturados que son depositados en los fosfolípidos de la misma), o como fuente de energía por oxidación. En adición a los ácidos grasos de origen alimentario, los tejidos pueden sintetizar ácidos grasos de novo. La síntesis se realiza fundamentalmente a partir de acetato, aunque la glándula mamaria utiliza cantidades significativas de betahidroxibutirato y los adipocitos intramusculares pueden utilizar cantidades importantes de glucosa y/o lactato para la síntesis. La síntesis de novo en el hígado de los rumiantes es muy baja (Marichal et al. 2000, Martínez et al. 2010b).

Los rumiantes, como todos los mamíferos, no pueden sintetizar ácidos grasos con dobles enlaces entre el noveno carbono, contado desde el grupo hidroxilo, y el grupo metilo terminal, de ahí que los ácidos linoleico y linoléico son nutrientes esenciales en la dieta (Martínez et al., 2011).

El metabolismo de los lípidos se ve afectado por la insulina y las catecolaminas. La insulina tiene efectos sobre el nivel de captación del acetato (precursor de la síntesis de ácidos grasos) y glucosa. La insulina promueve la ganancia de peso, por la mayor captación de glucosa de parte del tejido muscular y adiposo. Por otro lado, el glucagón y las catecolaminas actúan en la rápida movilización de reservas como por ejemplo los lípidos, glicerol, proteínas (Blanco, 1999).

El tejido adiposo es la reserva de energía corporal más importante y provee ácidos grasos a la glándula mamaria y el hígado en situaciones de balance energético negativo. A pesar de la elevada capacidad de la glándula mamaria para la síntesis de ácidos grasos, la mayoría de éstos exportados en la leche son captados de la circulación sanguínea (Marichal et al., 2000).

### 2.5.3. Efecto de la suplementación con grasas sobre la respuesta animal

#### 2.5.3.1. Utilización de lípidos

La suplementación con lípidos contribuye a incrementar el consumo de energía en situaciones donde el consumo total está restringido. Una situación típica es el inicio de la lactancia en la vaca lechera. En este periodo se presenta un desbalance entre la cantidad de energía que consume y la que requiere el animal, lo que provoca la movilización de sus reservas corporales generando un estado conocido como el Balance Energético Negativo (BEN) (Gómez, 2015).

Ojeda et al. (1995), estudiaron el efecto de suplementar con maíz, maíz/aceite crudo de palma, melaza, melaza/ aceite crudo de palma a bovinos en pastoreo en la región de Tucacas, Venezuela. Para realizar dicho experimento contaron con 500 novillos cruza de 414 kg promedio, pastoreando *Panicum máximum*. A los mismos se les ofreció, 1.04, 1.56, 1.11, 1.53 kg MS por animal por día de suplemento, más un testigo sin aceite de palma. Los niveles de suplementación se diseñaron para proveer cantidades iguales de lípidos (50 g/kg) en la dieta total. Los resultados arrojaron que la suplementación con aceite de palma no modifica el pH ni las concentraciones de AGV ni de nitrógeno amoniacal en el rumen, siempre y cuando el agregado no sea mayor al 5% de lípidos en el total de la ración en base seca. Tampoco se observaron efectos en el consumo voluntario ni en la fermentación del forraje. Esto permitió obtener mayores ganancias diarias (0.977 kg/animal/día promedio vs 0.756 kg/animal/día del testigo).

Anderson et al. (2015), de la Universidad del Sur de Dakota, trabajaron con 33 terneras Holstein de 133 días de edad promedio. La dieta estaba basada en 39.8% de heno de alfalfa y 24.8% de ensilado de maíz y DDGS, variando el contenido de grasa según tratamiento. En cuanto a esto último se propusieron tres tratamientos: el control; un tratamiento bajo en grasa y otro tratamiento alto en grasa. La digestibilidad de la materia seca y materia orgánica no se vieron afectadas según los tratamientos, mientras que la proteína cruda y la digestibilidad de la fibra detergente neutro se incrementaron con el tratamiento alto en grasa.

#### 2.5.3.2. Utilización de grasas protegidas

Se ha demostrado que las grasas protegidas no tienen efecto negativo sobre la digestión de la fibra en el rumen. Las mismas pasan inertes el rumen, sin interferir con la fermentación de la fibra. Luego de esto siguen al abomaso donde quedan libres y son digeridas con alta eficiencia en el intestino (Gómez, 2015).

Existen dos fuentes de grasas protegidas, las sales cálcicas o jabones cálcicos y las grasas saturadas o hidrogenadas. Ambas son inertes en rumen debido a su baja solubilidad, lo que les permite ser utilizadas en el intestino delgado como fuente de energía y ácidos grasos, aumentando su eficiencia de absorción (Gómez, 2015). Las sales cálcicas presentan muy baja disociación en el rumen a pH menores a 6, siendo estables a pH 5.5. En el intestino delgado se disocian y dan lugar a calcio y a ácidos grasos libres, teniendo una digestibilidad de 93-96% (Gómez, 2015). La mayoría de estos jabones cálcicos se fabrican a partir del aceite de palma ya que su punto de fusión es próximo a

la temperatura corporal del animal y tienen alta digestibilidad (Duque et al., 2011). Sus características nutricionales, son detalladas en el cuadro No.3.

Cuadro No. 3. Valor energético de dos fuentes de grasas protegidas

<b>Valor energético</b>	<b>Sales cálcicas de ácidos grasos</b>	<b>Ácidos grasos hidrogenados</b>
Energía bruta (Kcal/kg)	7,9	9,2
Digestibilidad %	90	79
Energía digestible (Kcal/kg)	7,2	7,2
Energía neta de lactación (Kcal/kg)	5,75	5,7

Fuente: adaptado de Gómez (2015).

Las grasas protegidas poseen además la ventaja de tener un alto grado de palatabilidad, buenas características de fluidez con los restantes componentes de la ración gracias a su presentación en forma de granos de fino tamaño y de comportarse como un aglomerante (Infocarne, s.f.). El poseer una granulometría pequeña le permite tener gran contacto con los jugos gástricos y digestivos (Fenzo, 2005).

Gagliostro et al. (2007), con el objetivo de evaluar los efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados (AG-Ca), sobre la digestión ruminal del forraje en vacas en pastoreo de alta calidad, evaluaron tres tratamientos: T0 (5 kg de maíz molido y 0.4 kg de harina de pescado), T1 (ídem T0 más 0.8 kg de AG-Ca) y T2 (3.2 kg de maíz molido, 0.4 kg de harina de pescado y 0.8 kg de AG-Ca en sustitución isoenergética del maíz). La inclusión adicional o en sustitución del maíz de AG-Ca en el concentrado no modificó significativamente la concentración total de AGV, ni la relación C2:C3. Del mismo modo, no se modificó significativamente la concentración promedio de N-NH<sub>3</sub> en rumen, ni los parámetros asociados a la desaparición de la FDN del forraje en el mismo. La degradabilidad potencial de la PB resultó muy alta en todos los tratamientos, sin observarse diferencias estadísticamente significativas entre ellos (T0 = 97%, T1 = 96.9% y T2 = 96.3%; P <0.85). Los valores de pH se mantuvieron por debajo de lo considerado como óptimo para la digestión de la fibra (pH cercanos a 7), explicado por una elevada producción de AGV en rumen. El aporte de lípidos insaturados no afectó la producción de leche ni la concentración o producción de los principales componentes de la misma. Estos resultados sugieren que los AG insaturados y

saponificados pueden constituir una fuente de energía apta para la alimentación de rumiantes sin perturbar la digestión ruminal, aún en condiciones de alimentación pastoril con bajos valores de pH. Por otro lado, la adición de los mismos no tuvo impacto en la producción y composición de leche.

Por otro lado Rodríguez et al. (2015) en un experimento realizado con vacas Holstein en pastoreo suplementados al ordeño, sostienen que la adición de grasas protegidas (Megalac E® Arm y Hammer, USA) en distintas proporciones (T1=sin grasa; T2= 200gr grasa; T3=400 gr grasa), aumentó la producción de leche en 4,5 litros y 5,8 litros para los tratamientos 2 y 3 respectivamente. El porcentaje de grasa en la leche fue de 2,1% (T1), 2,3% (T3) y 2,81% (T2). El porcentaje de proteína disminuyó en 0,2% y 0,52% para T2 y T3, mientras que para el tratamiento control el porcentaje de proteína en leche no varió. Según los autores, al incrementar la grasa en los alimentos, también se incrementan las lipoproteínas de baja densidad en el plasma que transporta a los ácidos grasos hacia la glándula mamaria, lo que hace que la grasa en la leche aumente. Otra hipótesis podría ser que la grasa sobrepasante tiene un alto contenido de ácidos grasos de cadena larga y estos ácidos grasos son absorbidos dentro del sistema linfático, dirigiéndose luego a la glándula mamaria o a los tejidos sin pasar por el hígado. Mientras que la explicación de la reducción en porcentaje de proteínas está dado por un efecto de dilución al incrementar la producción total de leche.

Nigdi et al. (1990) trabajaron en la Universidad de Ohio, sobre 108 novillos Angus y Angus-Hereford con peso promedio al inicio del experimento de 363 kg. Se probaron cuatro niveles crecientes de jabones de calcio 0, 2, 4 y 6 % de la dieta que fueron agregados en una dieta que contenía 85% de concentrado y 15% de ensilado de maíz. Como resultados principales de dicho experimento se evidenció una disminución del consumo de materia seca (MS) a medida que se aumentaba los niveles de jabones de calcio con valores desde 8.4 kg de MS por día en novillos con 0% de jabones de calcio, a 6.9 kg de MS por día en aquellos que eran alimentados con una adición de 6% de jabones de calcio. También se observó que la ganancia media promedio se redujo cuadráticamente ( $P < .04$ ) cuando los jabones de calcio se veían aumentados. El peso de la canal disminuyó linealmente con el aumento de los niveles de jabón de calcio. Así mismo, la digestibilidad de la MS, de la proteína y de la energía no fueron afectadas por la adición de jabón de calcio. En cuanto a la fibra detergente neutro (FDN), la digestibilidad de la misma aumentó con niveles mayores de adición, esto puede ser resultado del menor consumo de MS.

Otro experimento fue realizado en la estación experimental de INTA Balcarce (s.f.), con 38 terneros Aberdeen Angus de 7 meses de edad,

alimentados a corral. La dieta base de estos animales fue 22.6% de silaje de maíz, 40.6% de grano de maíz partido, 35.4% de harina de girasol, más la adición de sales cálcicas de ácidos grasos. Las mismas presentaban 65% de ácidos grasos insaturados y 31% de saturados y la dosis de lípidos representaba solo un 0.13% del peso vivo promedio. Como resultado de este experimento, al momento de la faena, los animales que habían consumido sales cálcicas fueron más pesados que aquellos que no la consumieron (296.2 kg vs. 282 kg) y fueron un 35.4% superior en la medida de espesor de grasa dorsal. También mostraron mayor rendimiento, explicado por el mayor grado de terminación y el menor contenido ruminal por consumir grasas de mayor digestión. En cuanto al consumo y a la eficiencia de conversión, no se encontraron diferencias significativas entre ambos tratamientos; contrario a lo evidenciado en el experimento anterior.

Fiorentini et al. (2014), trabajaron sobre 49 novillos Nellore de 419 kg, confinados a corral. La dieta base para todos los animales fue una mezcla de ensilado de maíz con concentrado, variando los tratamientos según la fuente de grasa: sin grasa adicional; con aceite de palma; con aceite de linaza; con grasas protegidas y con semillas enteras de soja. Los resultados obtenidos muestran que el consumo de materia seca fue reducido en los animales que fueron alimentados con aceite de linaza, aceite de palma o soja integral en comparación con los animales alimentados con dietas sin grasa. Los autores atribuyen esta respuesta al aumento de concentraciones de ácidos grasos insaturados, que activarían receptores en el centro de la saciedad del hipotálamo. Es probable también que además del perfil de ácidos grasos saturados de aceite de palma, otros factores como la baja aceptabilidad por parte de los animales y un posible efecto tóxico sobre la microflora ruminal de esta fuente de lípidos puede estar asociada con la ingesta reducida. La dieta que contenía grasas protegidas no causó una reducción en el consumo de materia seca, que puede explicarse por la presencia de sales de calcio, las que impedirían la intensa liberación de ácidos grasos insaturados en el ambiente ruminal, disminuyendo un posible impacto negativo sobre el metabolismo microbiano. Los animales que consumían aceite de palma presentaron un menor peso de la canal, una menor eficiencia de conversión y un menor rendimiento en comparación con los otros tratamientos.

Manso et al. (2006), realizaron un experimento utilizando treinta corderos destetados, peso vivo inicial de 14 kg, con 45 días de edad, asignados al azar a distintos tratamientos, teniendo como dieta base paja de cebada como forraje y uno de los cinco suplementos concentrados. Los concentrados estaban compuestos por grano de cebada, grano de maíz, grano de trigo y harina de soja, pero teniendo variaciones en el contenido de aceite de palma o de jabones

de calcio. Se manejaron dos niveles tanto de aceite de palma como de jabones de calcio, alto (41 g de ácidos grasos /kg de alimento en base seca), bajo (25 g de ácidos grasos /kg de alimento en base seca) y un testigo sin el agregado de grasas. El experimento arrojó como resultado que no había diferencia en los valores de digestibilidad de la materia orgánica y la fibra detergente neutro con dietas de bajo y altos niveles de jabones cálcicos, por lo que las alteraciones ruminales no se producen cuando la grasa está incluida en forma de jabón cálcico. Asimismo, la digestibilidad de la fibra detergente neutro fue significativamente mayor en las dietas en las que se incluyó jabones cálcicos respecto a aquellas en las cuales se usó altos niveles de aceite de palma. Corderos alimentados con bajos niveles de jabones cálcicos tuvieron mayores consumos que los alimentados con bajos niveles de aceite de palma.

Otro estudio fue realizado por Gallardo et al. (2011), en León (España), con el objetivo de evaluar la respuesta a la suplementación con distintos tipos de jabones cálcicos: jabón cálcico de aceite de palma (MAGNAPAC), jabón cálcico de aceite de oliva (OLIFAT) y jabón cálcico de aceite de palma y pescado (STATA-G). Para dicho experimento se utilizaron 36 ovejas Charrúas con sus respectivos corderos. Las ovejas fueron alimentadas con una ración totalmente mezclada más 10% de paja de cereales, mientras que los corderos sólo se alimentaron de leche materna. El tipo de jabón de calcio incorporado en las raciones de las ovejas no afectó estadísticamente el crecimiento, el rendimiento de la canal, el engrasamiento ni el color de la carne y de la grasa en los corderos.

Como conclusión de todos los experimentos citados en este ítem, se observa que la inclusión de grasas protegidas a la dieta, aumenta la concentración energética de la misma y que no interferiría con la digestión de la fibra. En cuanto a la performance animal, ya sea en ganancia diaria como en producción de leche, no hay datos coincidentes respecto a esto, lo que afirma la necesidad de investigar más sobre el uso de grasas protegidas. Por otro lado, gran parte de los experimentos citados se realizaron en categorías adultas de animales, en condiciones de confinamiento y evaluando diferentes fuentes de energía en la dieta.

## 2.6. ESTRÉS CALÓRICO

Según información proporcionada para vacas lecheras, muchos autores afirman que las condiciones predisponentes al estrés por calor a las que están expuestos los animales durante los meses de verano, determinan una disminución en su tasa productiva y reproductiva. Dichas pérdidas podrían estar

explicadas por una disminución en el consumo de materia seca y un aumento en el consumo de agua (Jahn et al., 2002).

Durante el verano, es necesario que la humedad ambiente relativa sea baja, con el objetivo de disminuir las pérdidas de energía por calor en el animal. El estrés por calor que resulta de una combinación de temperatura ambiente elevada y humedad relativa se mide como el índice de temperatura y humedad (ITH). En función del valor obtenido de ITH se han desarrollado diferentes escalas de cuantificación del riesgo potencial de estrés calórico en animales. Una de las más utilizadas es la publicada por Wiersama (2005) para ganado lechero: ITH menor a 72 sin estrés calórico, ITH entre 72 y 78 estrés medio, ITH entre 79 y 89 estrés severo, ITH entre 89 y 98 estrés muy severo, y finalmente ITH superior a 98 significa riesgo de muerte por estrés calórico (Rovira, 2012). El aumento en cada punto en el ITH por encima de los 18°C significa una disminución de 0,26 kilos de leche, disminución del consumo de 0,23 kilos de forraje por día y un incremento de 0,12°C en la temperatura corporal (González, s.f.).

Cuando los mecanismos fisiológicos tales como la sudoración y el jadeo, y los cambios de comportamiento como puede ser la búsqueda de agua o de lugares frescos, alcanzan su máximo con el objetivo de aliviar el estrés calórico, la alternativa que le queda al animal es reducir el consumo, en particular de aquellos alimentos con alto contenido en fibra ya que generan un gran calor de fermentación en el rumen. Para compensar esto, los animales buscan consumir partículas más pequeñas, que tengan mayor facilidad de digestión. Lo anterior trae aparejada la alternativa de aumentar el consumo de suplemento en el verano en detrimento del forraje, lo que puede traer problemas de acidosis y/o interferir con la digestión de la fibra de la dieta (García et al., 2007).

González (s.f.), Jahn et al. (2002), García et al. (2007) coinciden en que el animal debe mantener la temperatura corporal constante (termostasis), y para esto debe existir un balance entre la producción y disipación de calor. La zona de termo-neutralidad del ganado es aquella donde la temperatura ambiental efectiva en la que el ganado no sufre ningún tipo de estrés y donde la tasa metabólica es mínima, ya que el animal no intenta disipar ni conservar calor. Cuando la temperatura ambiente aumenta y el animal sale de la zona de termo-neutralidad, se activan los mecanismos para disipar el calor como aumento en la respiración y frecuencia cardiaca entre otros, resultando esto, en un aumento de los requerimientos de mantenimiento (García et al., 2007).

Apoyando lo anteriormente explicado, Jahn et al. (2002), señalan que vacas con una dieta baja en fibra produce más leche, tiene una menor tasa de respiración y un menor pulso en los días de verano, en comparación con aquellas que consumen dietas altas en fibra.

Algunos autores señalan que la digestibilidad del alimento se incrementa con las altas temperaturas, pero es probable que esto sea debido a la disminución del consumo, lo cual se traduce en una lenta tasa de pasaje en el rumen (Fuquay, Bernabucci et al., citados en Jahn et al., 2002). Otros autores señalan que bajo condiciones de estrés calórico, la digestibilidad de la dieta y la tasa de pasaje en el rumen no son afectadas por una reducción en el consumo de MS (Miaron, citado en Jahn et al., 2002). Estos investigadores explican esto por la menor digestibilidad de los forrajes que crecen en ambientes cálidos.

Durante el estrés por calor el incremento del porcentaje de proteína en la ración por encima de las necesidades estimadas, produce una elevación de la producción de leche (West, citado en Martínez, 2006). Por otro lado, un exceso de proteína puede ser contraproducente ya que la excreción de urea proveniente del amoníaco absorbido a nivel ruminal, disminuye la energía neta disponible para producción, al aumentar la exigencia de energía de mantenimiento para excretar la orina, por lo tanto, se aumenta la producción total de calor corporal, aumentando el estrés térmico (Cornell, citado por Martínez, 2006).

Otra de las adaptaciones de los animales al estrés calórico es citada por García et al. (2007), donde plantean que en días calurosos hay un cambio en los hábitos de pastoreo predominando la actividad al amanecer, atardecer y durante la noche.

Cuadro No. 4. Efectos en la producción ocasionados por estrés calórico

Crecimiento del ritmo respiratorio	Puede provocar acidosis por la pérdida de saliva
Reducción en el consumo de materia seca	Menor consumo, dando como consecuencia una menor disponibilidad de nutrientes
Jadeo	Aumento en el gasto de energía de mantenimiento, al tener que liberar calor
Sudoración	Pérdida de minerales
Dilatación de los vasos sanguíneos	Menor flujo de sangre que llega a las vísceras
Cambios hormonales	Baja en la productividad al intentar disminuir el ritmo metabólico

Fuente: adaptado de Mujika (2005), Martínez et al. (2010b).

#### 2.6.1. Alternativas para disminuir el estrés calórico

En el Uruguay suele darse la situación de estrés calórico, y más aún en el Norte de nuestro país donde existen altas probabilidades (65%) diarias de superar el nivel de ITH de alerta (70-78) durante el mes de enero, a través de las altas temperaturas y humedades relativas (Cruz et al., 2008). En producción de leche, el impacto negativo del stress calórico, puede reducir la producción de leche entre un 5% y un 10%, mientras que en terneros durante el verano, el impacto negativo del stress calórico fue de un 15 % en la ganancia media diaria. La velocidad normal de respiración de un vacuno es de 40 respiraciones por minuto y puede llegar en situaciones de alto stress calórico a jadear a 120 respiraciones por minuto, con jadeo y lengua afuera. Frente a esta situación, el animal reacciona tratando de disminuir el calor, bajando la cantidad de consumo de alimentos, aumentando la ingesta de agua para mantener el balance hídrico, y finalmente si estos mecanismos no fueran suficientes, aumentando de temperatura corporal entre 1 – 1,5 °C afectando la performance productiva y reproductiva para en casos muy extremos provocar la muerte del animal (Bartaburu, 2007).

Diversas alternativas han sido propuestas a efectos de disminuir el estrés por calor en ganado de carne: mejorar las instalaciones agregando más fuentes de agua y sombra, distribuir las comidas en las horas frescas del día, introducir agua en las comidas, o la manipulación nutricional a través del suministro de “dietas frías”.

Simeone et al. (2010), resumen que novillos Hereford pastoreado praderas mezclas de festuca, blanco y lotus con acceso a sombra durante el verano, obtienen ganancias de 200 gramos/ día más que aquellos que no son encerrados. Esto podría ser explicado por una reducción de los requerimientos de mantenimiento, lo que permitió mejorar el balance energético del animal.

En el departamento de Treinta y Tres también se estudió el efecto del estrés por calor. En la Unidad Experimental de Palo a Pique se cuantificó que novillos con acceso a sombra pastoreando sudangras registraron una ganancia de peso 14% superior que novillos sin acceso a sombra durante los veranos de 2002 y 2007 (Rovira et al., 2007).

En Facultad de Agronomía, EEMAC (Paysandú), se realizó un experimento con 40 novillos Hereford, con  $265 \pm 41.8$  kg y 15 meses de edad. Estos estaban alimentados con una dieta base de cebada de grano (62.4%), expeler de girasol (18.8%), fardo de alfalfa (18.8%), más un núcleo vitamínico-mineral. Se los separo en dos grupos, unos en corrales con sombra y otros con corrales a cielo abierto durante el verano de 2010. Los animales con acceso a la sombra presentaron mayores ganancias (1.402 vs. 1.173 kg/día, Simeone et al., 2010).

La estrategia de suministro de dietas frías apunta a atenuar el estrés por calor, al reducir la cantidad de fibra en el alimento se busca reducir el calor de fermentación y aumentar la eficiencia metabólica de los productos finales de la digestión, por ejemplo a través de la reducción de la cantidad de fibra en la dieta.

Otra alternativa es el uso de grasas en las dietas de los animales. Teóricamente, según Martínez (2006) la introducción de grasas en la dieta disminuiría el incremento térmico al disminuir el calor de fermentación, y permitiría aumentar la cantidad de nutrientes siendo ingeridos por el animal sin riesgo de acidosis ruminal. Chan (1992), comprobó que el principal efecto de la utilización de grasa en las raciones fue aumentar la densidad energética del alimento, lo que generó menor estrés en vacas lecheras. Por otro lado, hay autores que demostraron que el efecto de la grasa añadida en la ración para disminuir la temperatura corporal y producción de calor no es consistente, ya que vacas estabuladas en ambientes refrigerados mostraron mayor producción de leche que aquellas que consumían ración con grasa en ambientes no refrigerados (Knapp, Huber, citados por Martínez, 2006).

## 2.7. HIPÓTESIS

La suplementación con grasas protegidas mejora la performance de terneros de destete precoz, aumentando la ganancia de peso vivo y mejorando la eficiencia de conversión del suplemento. Podría existir un nivel óptimo de suplementación con GP que optimiza dicha respuesta.

La respuesta a la suplementación con GP estaría mediada por un incremento en el consumo de energía metabolizable y eventualmente una reducción en el gasto de mantenimiento debido a un menor estrés por calor, mejorando el balance energético del animal.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicada dentro del departamento de Paysandú, sobre Ruta 3 Km 363 (latitud 32° 20,9'S, longitud 58° 2.2'W).

El período experimental se encontró comprendido entre el día 14 de enero y 7 de abril de 2016, presentando 12 semanas de duración. Previo al inicio del mismo, se realizó un período pre-experimental desde el 7 hasta el 13 de enero.

Se utilizaron 14 has del potrero 6, área sombreada detallada en la figura No. 3.

Dicho potrero se encuentra sobre Unidad San Manuel, ubicada dentro de la formación geológica Fray Bentos, donde domina el grupo de suelos 11.3. En las laderas se encuentran Brunosoles Eútricos Típicos, mientras que en las zonas altas predominan Brunosoles Eútricos Lúvicos asociados a Solonetz (MGAP. PRENADER).

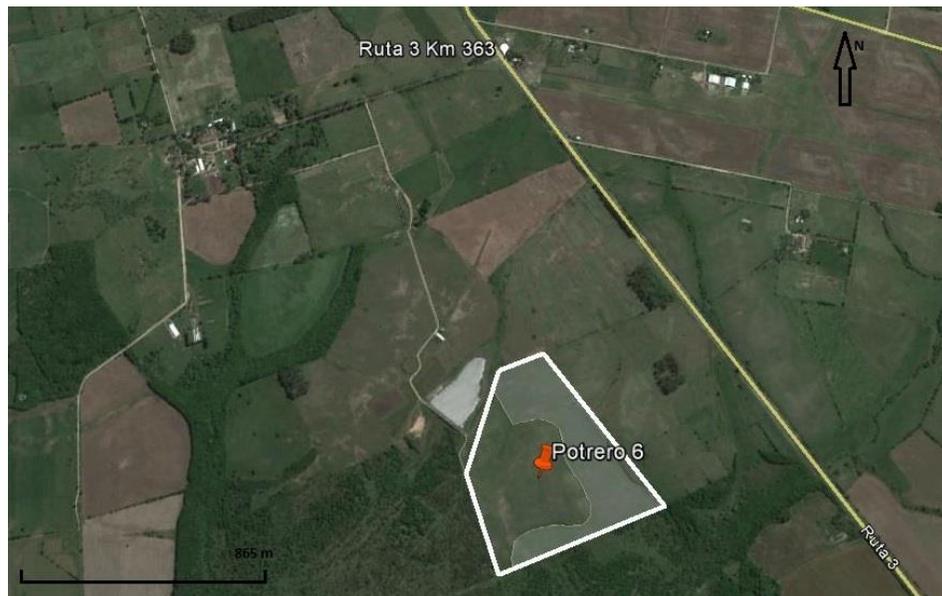


Figura No. 3. Croquis del área experimental.  
Fuente: Google Earth.

### 3.2. CLIMA

El análisis de la serie histórica de registros de temperatura y precipitaciones provenientes de la base de datos de la estación agrometeorológica ubicada en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (2007 – 2016), para los meses de enero, febrero y marzo, se presenta en la figura No. 4.

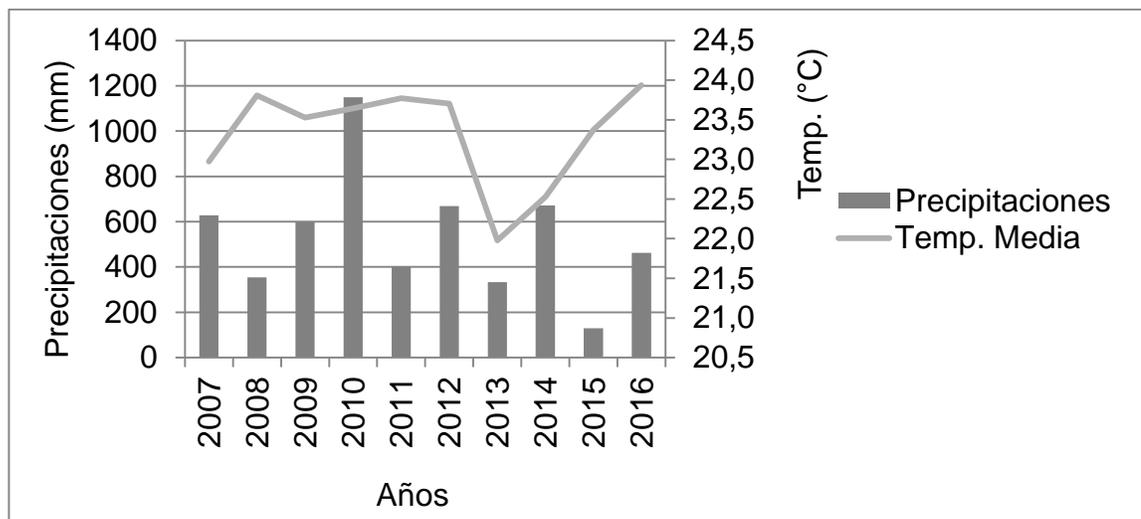


Figura No. 4. Temperatura media diaria y precipitaciones acumuladas durante los meses de enero, febrero y marzo en el periodo de 2007- 2016, en el área experimental.

Como se observa, el promedio de temperatura en dichos meses fue de  $23,3 \pm 0,64$  °C y las precipitaciones de  $540 \pm 276$  mm, en los diez años analizados. Las temperaturas en el periodo experimental fueron  $0,6$  °C superiores a la media. Mientras que las precipitaciones fueron  $78$  mm inferiores al promedio.

La evolución histórica de la humedad relativa (%) y el índice ITH se presentan en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5. Humedad relativa (%HR) e índice ITH durante los meses de enero, febrero y marzo en el período de 2007-2016.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Desvío
HR (%)	76,5	68,2	67	76	62,8	67,7	71,6	75,9	71,4	70	± 4,49
ITH	71,2	71,9	71,3	72,3	71,3	71,7	69,4	70,5	71,5	72	± 0,83

### 3.3. PASTURA Y SUPLEMENTOS

El experimento fue realizado sobre una pastura de *Festuca arundinacea*, cultivar Tacuabé. La misma fue sembrada el 15 de mayo del 2015, en línea, a razón de 10 kg/ha. Previo a la siembra se fertilizo el área con 100 kg/ ha de fosfato de amonio (18-46-0). y dos días posterior a la misma se aplicó 400 cc/ ha de Preside, un herbicida preemergente. Es de importancia destacar que en dicha pastura había cierto porcentaje de *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* nacidos espontáneamente.

El área destinada al experimento estuvo sin pastoreo un mes previo al inicio del mismo.

Se utilizó una ración comercial para terneros de destete precoz (Terneros 1 proveniente de la Cooperativa Agraria de Paysandú), producto caracterizado como suplemento energético-proteínico conteniendo un máximo de 18% de proteína cruda (N x 6.25) y 2.5 % extracto al éter. La composición química de la ración, que fue analizada en el laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos de la UdelaR. Facultad de Agronomía, se detalla en el cuadro No. 6.

Cuadro No. 6. Composición química de la ración comercial para terneros de destete precoz.

MS%	CT%	PC%	aFDNmo%	FDAmo %	EE%
91.54	7.34	20.47	26.03	7.34	3.26

Ref.: 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; EE: extracto al éter.

También fueron utilizadas grasas protegidas (GP). Éstas son jabones cálcicos de ácidos grasos destilados de aceite de palma, que se caracterizan por su alta digestibilidad y por aumentar la densidad energética de la dieta (ED= 7,053 kcal/kg). Durante el experimento se utilizó “MAGNAPAC” elaborado por Norel en España, su forma de presentación es en polvo en bolsas de 25 kg.

### 3.4. ANIMALES

Se utilizaron 32 terneros (16 machos castrados al nacimiento y 16 hembras), en su totalidad raza Hereford, nacidos en la primavera, y destetados precozmente el 21 de diciembre a los  $74 \pm 21$  días, con un peso promedio de  $81.8 \text{ kg} \pm 14.8 \text{ kg}$ .

Al comienzo del período experimental el peso promedio fue  $86.8 \text{ kg} \pm 15.18 \text{ kg}$ . Este aumento de peso desde el destete hasta el comienzo del experimento está explicado por la fase de acostumbramiento en el pasaje de una dieta líquida a una dieta sólida, basada en fardo de alfalfa y ración Terneros 1.

### 3.5. TRATAMIENTOS

Los terneros fueron bloqueados por peso vivo (bloque 1, terneros livianos, peso promedio  $75.34 \text{ kg} \pm 8.64 \text{ kg}$ ; bloque 2, terneros pesados, peso promedio  $98.31 \text{ kg} \pm 11.66 \text{ kg}$ ) y sorteados dentro de cada bloque a uno de cuatro tratamientos de suplementación, caracterizados por niveles crecientes de adición de sales cálcicas de ácidos grasos insaturados (GP) a la ración comercial de destete precoz y ofrecida a los terneros a razón de 1 kgMS/ 100 kg de peso vivo.

A continuación se detalla los tratamientos:

- Tratamiento 1 (S0): testigo sin adición de grasas protegidas.
- Tratamiento 2 (S60): suplementación con grasas protegidas a razón de 60 g/100 kg PV.
- Tratamiento 3 (S120): suplementación con grasas protegidas a razón de 120 g/100 kg.
- Tratamiento 4 (S180): suplementación con grasas protegidas a razón de 180 g/100 kg PV.

La GP fue mezclada diariamente con la ración comercial quedando el suplemento constituido por la mezcla de ambos ingredientes.

Todos los tratamientos pastorearon la misma pradera con una asignación forrajera de 8 kgMS/ 100 kg de peso vivo.

Cada repetición quedó integrado por dos machos y dos hembras, pastoreando en una parcela independiente, constituyendo ésta la unidad experimental.

### 3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.6.1. Período pre-experimental

Esta fase abarcó el período desde el 7 al 13 de enero de 2016, previo al comienzo del período experimental. El objetivo de esta etapa fue el acostumbramiento de los terneros al pastoreo en franjas semanales con la asignación a utilizar en el experimento, y la inclusión de las grasas a razón de 20 gr/día hasta llegar al umbral de cada tratamiento.

#### 3.6.2. Período experimental

El período experimental se desarrolló desde el 14 de enero hasta el 7 de abril del 2016 teniendo una duración de 85 días.

La pradera fue pastoreada en franjas semanales, ajustando la asignación de forraje variando el área de la misma de acuerdo a la disponibilidad de forraje y al último peso vivo vacío registrado para cada tratamiento. Dada la variabilidad natural de la pastura, la distribución de los tratamientos se realizó al azar para cada semana. Las franjas fueron delimitadas con hilo eléctrico y varillas plásticas. Cada parcela constó de cuatro bebederos de 100 litros cada uno; dos comederos con un frente de ataque de 45 cm por animal y un área de sombra artificial de 0.64 m<sup>2</sup> por animal.

El suministro de suplemento se realizó diariamente a primera hora en la mañana en cada parcela experimental. El ajuste en la cantidad de ración comercial ofrecida así como de la GP fue realizado cada 14 días a partir del peso en ayuno de los animales.

### 3.7. REGISTROS Y MEDICIONES

#### 3.7.1. Pastura

#### 3.7.1.1. Disponibilidad de forraje

La biomasa de forraje disponible previo al ingreso a las parcelas de pastoreo, estimada semanalmente dos días antes del cambio de franja, mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997).

Se marcaron y cortaron dos escalas con tres puntos cada una, en la cual el punto 1 es donde la densidad y altura de forraje es menor, y donde el punto 3 se corresponde con la mayor densidad y altura. Tomando las escalas como referencia el área de la futura parcela, fue muestreada arrojando 150 cuadros (20\*30 cm) y asignando el puntaje correspondiente.

Las muestras de las escalas fueron cortadas al ras del suelo utilizando como referencia el área de cuadros de 30 x 20 cm. Las mismas fueron secadas en estufa por 48 horas a 60°. El peso seco de éstas, en combinación con la frecuencia de cada punto, permite conocer la disponibilidad de materia seca por hectárea.

Para el ajuste de a asignación de forraje, al momento de armar las parcelas se estimó nuevamente la biomasa disponible arrojando 50 cuadros por parcela.

#### 3.7.1.2. Forraje rechazado

La biomasa de forraje residual fue estimada utilizando la misma técnica antes mencionada (doble muestreo), al día siguiente de retirar los animales de la franja. Esta determinación fue realizada en las semanas 2, 4, 8, 10 y 11 del experimento.

#### 3.7.1.3. Altura de forraje

La altura del forraje disponible y residual fue registrada previo al corte de las escalas, en 5 puntos de la diagonal del cuadro en cada punto de la escala. Esta se midió con regla, en el punto de la hoja viva más alta, sin extender.

#### 3.7.1.4. Calidad de forraje y suplemento

Para determinar la calidad de forraje consumido se recurrió a la técnica de "Hand-clipping" (Weir y Torell, 1959). Las mediciones fueron realizadas en las mismas semanas que se estimó consumo de forraje.

La técnica consiste en reproducir el pastoreo del animal, mediante cortes manuales de manera de simular la selección realizada durante el pastoreo. A estos efectos el muestreo se realizó en áreas adyacentes a las de pastoreo, de similares condiciones de oferta de forraje y composición botánica, a la que los animales pastorearon anteriormente.

El muestreo fue tomado en cuadros de 30 por 20 cm, en cada parcela. Las muestras fueron secadas en estufa a 60° durante 48 horas, y luego molidas en un molinillo con maya de 2mm, y acondicionadas para un análisis químico, en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía.

En cuanto a la calidad del suplemento, se tomaron tres muestras de ración comercial y GP en el correr del experimento. Se realizó una muestra compuesta de cada una para luego ser analizada en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía.

### 3.7.2. Animales

#### 3.7.2.1. Peso vivo

El registro de peso vivo individual al inicio del experimento fue tomado el día 14 de enero del 2016, y luego en el período experimental cada 14 días. Los animales fueron pesados a primera hora de la mañana con previo ayuno (12 horas), sin orden de ingreso predeterminado. Se utilizó una balanza electrónica con precisión de  $\pm 0.5$  kg.

#### 3.7.2.2. Altura de anca

Al mismo tiempo que se realizó el primer registro de peso vivo, se midió altura al anca de todos los terneros. Esto se repitió de igual manera al finalizar el experimento, el día 7 de abril del 2016.

#### 3.7.2.3. Consumo de suplemento

Se determinó el consumo de suplemento (mezcla de ración de destete precoz y GP) como la diferencia entre la cantidad de MS ofrecida por parcela y el rechazo presente en el comedero a la mañana. A efectos del reporte de resultados, el consumo fue luego expresado en una base individual para el promedio de los animales en cada parcela (kg/ día) y cada 100 kg de peso vivo.

#### 3.7.2.4. Consumo de forraje

En las semanas 2, 4, 8, 10 y 11 del período experimental se estimó consumo de forraje, a partir de forraje desaparecido, como la diferencia entre forraje ofrecido y forraje residual dentro de cada parcela. Se utilizó la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1997), antes mencionada.

#### 3.7.3. Comportamiento ingestivo e indicadores de estrés térmico

El comportamiento animal diurno fue caracterizado mediante apreciación visual en las semanas 4 y 11, en los días 2, 6, 7, y 2, 4, 6 respectivamente, de permanencia en la franja de pastoreo. Cada 15 minutos en el horario de 7:00 a 19:00 horas, se registró el tipo de actividad que realizaba el animal: pastoreo, rumia, descanso, acceso a la sombra, al bebedero o al comedero. Fueron observados la totalidad de los terneros.

Previo a la suplementación y a las 15:00 horas se registró la tasa respiratoria de cada animal por apreciación visual de los movimientos del flanco derecho del animal y se asignó un score de jadeo según el patrón respiratorio del mismo, variando entre 0 y 3 (Mader et al., 2002).

#### 3.7.4. Análisis químicos

Se realizaron 8 muestras compuestas de hand-clipping (1 por cada repetición), una muestra compuesta del ofrecido, de la ración comercial y una de GP para el promedio del período experimental. A los alimentos evaluados se les determinó el contenido de MS por secado a 105°C, cenizas (C), nitrógeno total como PC (Nx6.25) según AOAC (1990). Los contenidos de fibra de detergente neutro y ácido (FDN y FDA) fueron determinados con tecnología Ankom Fiber Analyzer 200, de forma secuencial (Van Soest et al., 1991). Para el caso de GP se analizó la concentración de EB de la muestra.

### 3.8. SANIDAD

El manejo sanitario se detalla a continuación:

Cuadro No. 7. Manejo sanitario de los animales del experimento durante y pre periodo experimental.

Fecha	Nombre comercial	Dosis (ml)
	Querato pili	3
	Clostrisan	5
24/12/2015	Carbunclo bacteriano	2
	Ivomec gold	2
11/2/2016	Paraxane	5
	Clostrisan	5
10/3/2016	Paraxane	5

### 3.9. VARIABLES CALCULADAS

#### 3.9.1. Ganancia media diaria

La GMD promedio para cada animal, se estimó a partir de la pendiente de regresión lineal e los registros individuales del peso vivo en el tiempo.

#### 3.9.2. Eficiencia de conversión del alimento

La misma fue calculada para cada repetición (parcela de pastoreo) como el cociente entre la cantidad de MS consumida total (concentrado + forraje), y la ganancia media promedio para el período experimental.

#### 3.9.3. Utilización del forraje

La utilización del forraje fue calculada en las semanas 2, 4, 8, 10 y 11 como la proporción de forraje desaparecido en relación al forraje disponible previo al pastoreo.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales considerando a cada parcela como una unidad experimental. Se utilizaron diferentes procedimientos dentro del paquete estadístico SAS (del SAS Institute).

Para el análisis de las variables de respuesta asociadas a la pastura y al consumo, con medidas repetidas en el tiempo, se utilizó el procedimiento MIXED de acuerdo al modelo general:

$$Y_{ijklm} = \mu + B_i + \zeta_j + \varepsilon_{ijk} + S_1 + (\zeta S)_{ijl} + \sigma_{ijklm}$$

Donde,

$Y_{ijklm}$ : disponibilidad y utilización del forraje, consumo total de materia seca, consumo de pastura, grasas y suplemento

$\mu$ : media general.

$B_i$ : efecto del i-ésimo bloque (1, 2)

$\zeta_j$ : efecto del j-ésimo tratamiento (0,60,120,180)

$S$ : efecto de la S-ésima semana (1,2...,10).

$\varepsilon_{ijk}$ : error experimental.

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

Las respuestas en ganancia diaria de peso vivo, peso vivo y altura final, y eficiencia de conversión del alimento consumido, fueron analizadas mediante el procedimiento REG del SAS, utilizando la regresión "stepwise" para la selección de las variables independientes y ajuste del modelo que mejor explicaba a la variación observada en cada una de las variables de respuesta. Como variables independientes se consideró: peso vivo inicial, altura inicial, disponibilidad de forraje al ingreso a la parcela, consumo de forraje, consumo de grasa.

Modelo general:  $Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \varepsilon$

Donde,

$Y$ : variable dependiente ganancia diaria de peso vivo, peso y altura final, eficiencia de conversión.

$b_1 x_1$  variables independientes

$\beta_0$ : intercepto

$\beta_1, \beta_2$ : parámetros asociados a las variables independientes.

$\varepsilon$ : término aleatorio

Las variables de comportamiento fueron analizadas utilizando el procedimiento GLIMMIX de SAS, y expresada como la probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia, acceso a comedero o bebedero, y acceso a sombra (independientemente de si rumiaba o descansaba) durante el periodo de observación.

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

Donde,

P: probabilidad de ocurrencia de la actividad.

$\mu$ : media poblacional.

$\alpha_i$ : efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=4).

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

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

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

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

Para el análisis de La tasa de bocado y la tasa respiratoria, se utilizó el procedimiento MIXED de acuerdo al modelo general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + S_j + D_k + (\alpha S)_{ij} + (\alpha D)_{ik} + \sigma_{ijkl}$$

Donde,

$Y_{ijk}$ : tasa de bocado, tasa respiratoria

$\mu$ : media poblacional.

$\alpha_i$ : efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=3).

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental del i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

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

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

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

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

$\delta_{ijkl}$ : error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

Las medias ajustadas fueron comparadas utilizando el test de Tukey, considerándose como efectos significativos  $P < 0,05$  y tendencia  $P < 0,10$ .

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CONDICIONES AMBIENTALES

En el cuadro No. 8, se presentan las precipitaciones y temperaturas registradas durante el período experimental.

Cuadro No. 8. Temperaturas mínimas, máximas y medias diarias, y precipitaciones acumuladas mensuales durante el período experimental.

Mes	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)	Temp. media (°C)	Precipitaciones (mm)
Enero	25,7	26,3	26,0	31,2
Febrero	25,0	25,5	25,2	323,3
Marzo	20,3	20,8	20,6	107,4
Promedio	23,7	24,2	23,9	

Comparando estos datos con la serie histórica 2007-2016, presentada en la figura No. 4, las temperaturas promedio mantienen la misma tendencia marcada históricamente; mientras que las precipitaciones son 12% inferiores respecto al promedio.

Las precipitaciones acumuladas durante el periodo experimental fueron de 461.9 mm, siendo 77 mm inferiores a la media. En cuanto a la temperatura, la media del periodo experimental fue 0.6°C superior a la de la serie histórica, ubicándose la misma en 23.9°C.

La variabilidad climática entre años y más aún entre meses, es muy grande, por tanto es altamente probable que las condiciones promedio nunca existan en un año dado (Giménez et al., 2004).

Como se reportó en el punto 3.2 del capítulo de materiales y métodos, el promedio de temperatura en dichos meses fue de  $23,3 \pm 0,64$  °C y las precipitaciones de  $540 \pm 276$  mm, para la serie histórica de diez años. Se podría concluir, por lo tanto que se trató de un verano normal, con días de altas temperaturas y lluvias escasas en el mes de enero.

## 4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA PASTURA

La biomasa de forraje y altura promedio de la pastura al ingreso a las parcelas de pastoreo fueron  $3717 \pm 935$  kg MS/ ha y  $16,1 \pm 3,6$  cm respectivamente. En cuanto a la calidad del forraje disponible, los valores promedio para el período experimental fueron de 32,18% de MS, 11,6% de C, 9,2% de PC, 61,99% de FDNmo, 32,8% de FDAmo y 3,21% de EE.

En el cuadro No. 9, se presentan los resultados del análisis de varianza y las medias ajustadas por tratamientos para las variables analizadas de la pastura.

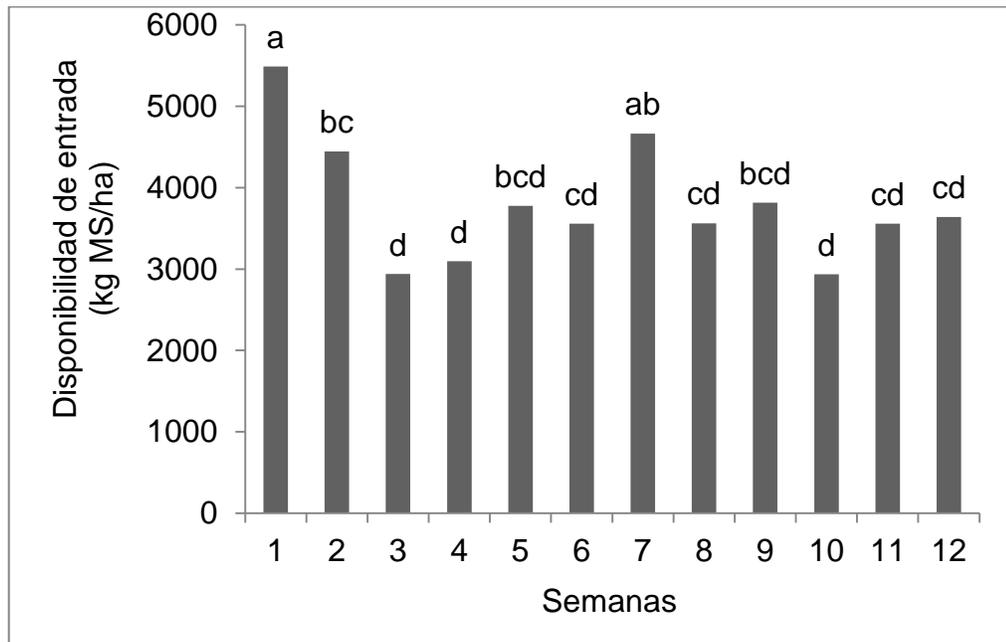
Cuadro No. 9. Efecto del nivel de suplementación con grasas protegidas sobre las variables de la pastura: biomasa de forraje y altura pre (entrada) y pos pastoreo (rechazo), y utilización (promedio período experimental).

	Tratamientos				T	P valor	
	S0	S60	S120	S180		S	T*S
B. pre-pastoreo (kg MS/ha)	3865	3911	3820	3273	1	<,0001	0,8
A. pre- pastoreo(cm)	16,6	16,1	16,3	15,6	1	<,0001	0,2
B. rechazo (kgMS/ha)	1996	2117	1997	2004	1	7E-04	0,4
A. de rechazo (cm)	8,0	8,3	8,2	8,5	1	<,0001	0
Utilización (%)	41,5	40,3	44,0	40,0	1	0,016	0,4

Ref: B: biomasa de forraje; A: altura; S0: sin adición de grasas protegidas; S60, S120, S180: 60, 120 y 180 gramos de grasa protegidas cada 100 kg de PV; T: tratamiento; S: semana; T\*S: interacción tratamiento por semana.

### 4.2.1. Biomasa y altura de la pastura disponible pre-pastoreo

La disponibilidad de forraje al entrar a las parcelas, varió con la semana de muestreo (SEM) ( $P <.0001$ , figura No. 5); independientemente del tratamiento.



a,b,c,d en distintas columnas difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

Figura No. 5. Variación semanal en la disponibilidad de forraje (kg MS/ha) al entrar a la parcela en el periodo experimental (14/1 - 1/4/2016).

La variabilidad encontrada puede ser explicada por la heterogeneidad espacial que presentaba la pastura dentro del potrero, así como, por un déficit hídrico muy marcado durante el mes de enero (registros meteorológicos históricos vs. registrado en el experimento, reportado en el cuadro inicial).

En todas las semanas del periodo experimental se observó que la disponibilidad a la entrada fue mayor a 2500 kgMS/ha. Pigurina et al. (1997), Montossi et al. (2000) sostienen que valores por encima de 1000 kg MS/ha, no son limitantes para el consumo animal.

La altura de la pastura también varió entre SEM ( $P < .0001$ ), estando esto estrechamente relacionado con la disponibilidad de forraje a la entrada de la parcela. Según Piña et al. (2012), la disponibilidad de forraje es un factor fundamental que debe considerarse en el manejo del pastoreo, y a la vez tiene estrecha relación con la altura de la pradera, por su relación con factores de comportamiento ingestivo que regulan el consumo en pastoreo (Rovira, 2012).

El valor promedio de altura de forraje obtenido al entrar a la pastura fue de 16,15 cm, por lo que no se vería limitado la expresión del potencial consumo animal. Éste valor se encuentra dentro del rango recomendado por Perrachón

(2009), siendo el mismo de 15 a 20 cm para praderas permanentes durante el verano.

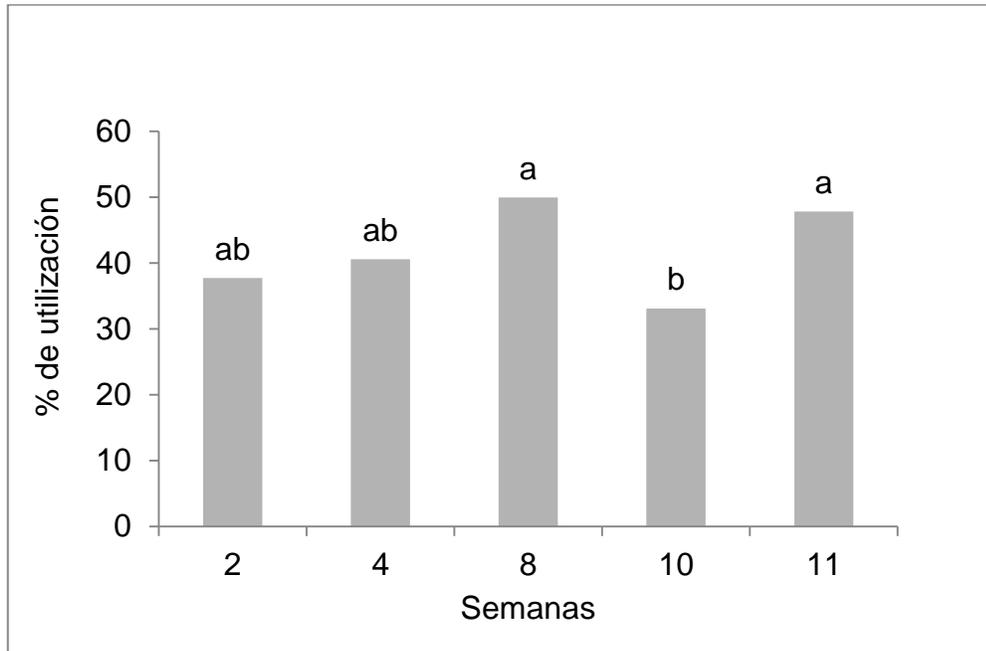
#### 4.2.2. Biomasa y altura de rechazo

Como ocurrió con la biomasa de forraje a la entrada a la parcela, el rechazo varió según la SEM ( $p= 0.0007$ ), tomando un valor promedio de  $2028,4 \pm 302,23$  kgMS/ha, siendo éste más importante en la semana 2, adjudicándose este comportamiento a la mayor cantidad de forraje disponible a la entrada de los animales. Holmes et al., citados por Parga (2009) recomiendan que para las condiciones neozelandesas en el verano, se deberían manejar residuos de 1.500 a 1.600 kg de MS/ha, cuando la biomasa pre-pastoreo es cercana a 2.500kg de MS/ha y, de 1.850 a 2000kg de MS/ha si la biomasa pre-pastoreo es próxima a 3.000kg de MS/ha. Esto contribuye a mantener una adecuada estructura de la pradera, evitando la acumulación de material viejo y favoreciendo el macollaje.

En cuanto a la altura de rechazo de forraje, se observó una diferencia entre SEM y tratamiento\*SEM (trat\*SEM) ( $p<.0001$  y  $p= 0.0308$  respectivamente). Esta respuesta estaría explicada por la altura de entrada pre-pastoreo, la cual varió durante el periodo experimental, debido fundamentalmente a las condiciones ambientales, teniendo como consecuencia directa variaciones en la altura de rechazo.

#### 4.2.3. Utilización del forraje

No se observaron diferencias en la utilización entre tratamientos, ya que la asignación de forraje fue la misma para todos los tratamientos y el forraje desaparecido no mostró diferencias significativas. Mott, citado por Gregorini et al. (2007) afirma que manejándose dentro de cierto rangos (hasta 1 animal/hectárea), al aumentar la carga animal, aumenta la utilización por una menor selectividad por parte de los animales, disminuyendo la ganancia individual pero aumentando la productividad por unidad de superficie. La utilización varió según la SEM (figura No. 6,  $p= 0.0158$ ), asociado a una diferente disponibilidad de forraje.



a,b en distintas columnas difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ )

Figura No. 6. Variación en la utilización del forraje durante el período experimental.

La utilización promedio del forraje, que fue 41,8% se encuentra dentro del valor esperado. Según Beretta et al. (2008), para una pastura mezcla en el verano, con una asignación de forraje del 8% pastoreada por novillos, se logran utilidades alrededor del 40%. Chiara et al., citados por Carámbula (2010), remiten datos de utilización entre el 50 – 70% para pasturas mezcla bajo técnicas de manejo apropiadas.

#### 4.3. VARIABLES DE RESPUESTA ANIMAL

##### 4.3.1. Consumo

En el cuadro No. 10, se presenta las medias por tratamiento para consumo total de MS, consumo de forraje y suplemento, éste último diferenciado en consumo de ración de destete precoz y grasa.

Cuadro No. 10. Efecto del nivel de suplementación con GP (T) y semana de evaluación (S) sobre el consumo total de MS, consumo de forraje y suplemento, expresado en kg/animal/día (medias ajustadas por tratamiento).

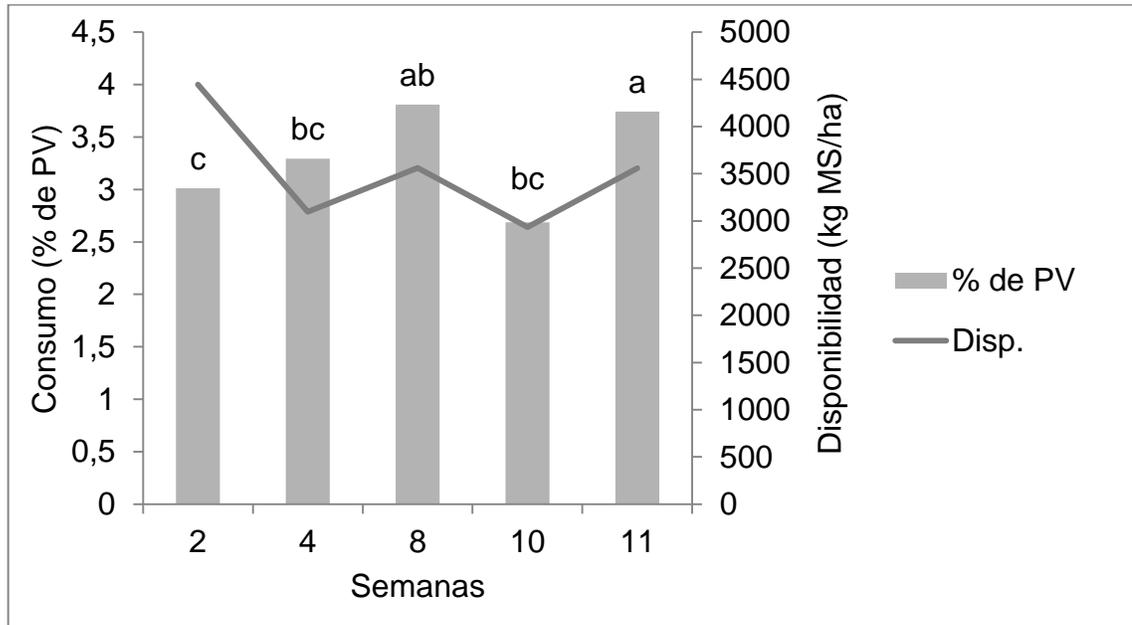
	Nivel de suplementación de grasa				Probabilidad		
	S0	S60	S120	S180	T	S	T x S
<b>Consumo (kg/día)</b>							
CMSF	3,66 a	3,63 a	3,95 a	3,54 a	ns	**	Ns
CMSS	1,10 a	1,18 a	1,24 a	1,27 a	ns	**	Ns
Ración	1,10 a	1,12 a	1,11 a	1,07 a	ns	*	Ns
Grasa	0,00 c	0,07 b	0,13 a	0,19 a	**	*	**
CMST	4,77 a	4,82 a	5,20 a	4,82 a	ns	*	Ns
<b>Consumo (kg/100 kg de peso vivo)</b>							
CMSF	3,11 a	3,00 a	3,24 a	3,03 a	ns	**	Ns
CMST	4,32 a	4,28 a	4,64 a	4,38 a	ns	**	Ns

Ref.: CMSF: consumo materia seca de forraje (kg/animal/día); CMSS: consumo materia seca del suplemento (kg/animal/día); CMST: consumo materia seca total (kg/animal/día). a,b,c en distintas filas difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ).

\* ( $P < 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ); ns ( $P > 0.1$ ).

#### 4.3.1.1. Consumo de forraje

Para la variable consumo de forraje expresado como kg/animal/día, sólo se observó un efecto significativo debido a las semanas del experimento ( $P < .0001$ ), no existiendo diferencias debidas al efecto de tratamientos ( $P > 0.10$ ) ni a la interacción T x SEM ( $P > 0.10$ ). Esta variación en el consumo de forraje entre semanas podría estar explicada por los cambios observados en la biomasa disponible al ingreso a las parcelas, como se observa en la figura No. 7.



a,b,c en distintas columnas difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ )

Ref: Semana 2: 20-26/1; Semana 4: 4-10/2; Semana 8:3-9/3; Semana 10:17-23/3; Semana 11: 24-30/3/2016.

Figura No 7. Consumo diario y disponibilidad de forraje según semanas de estimación del consumo.

Lo que se observa en la figura No. 7 es que a partir de la semana 4 el consumo de materia seca parece acompañar los cambios en la disponibilidad de forraje al ingreso de las parcelas, pudiendo estar explicado tanto por una mejor cosecha del forraje por parte de los animales, como también por mejoras en la característica de la pastura (mayor relación vaina / tallo). Coincidiendo con lo mencionado, Rovira (2012) afirma que el consumo de forraje por parte de terneros de 5 a 6 meses de edad, disminuye un 18% cuando la disponibilidad diaria de forraje disminuye de 90 a 30 g de MS/kg; adjudicando este descenso a una menor altura y digestibilidad del forraje, como sucedió en la semana 10. En la semana 2, hay otro efecto que podría explicar la relación observada entre disponibilidad y consumo y que tiene que ver con el hecho de tratarse de terneros recientemente destetados, para los cuales el bajo consumo registrado a pesar de la alta disponibilidad podría deberse a la adaptación del animal en reciente transición de una dieta líquida a una totalmente sólida. Orskov, citado por Simeone et al. (2002), afirma que en sistemas de destete convencional, el ternero logra la madurez del rumen a los 5 a 6 meses de edad. Por lo tanto terneros destetados precozmente pueden ver limitado su consumo de forraje por un escaso desarrollo ruminal.

La calidad del forraje consumido, caracterizado a partir de la composición química de muestras de hand-clipping se presenta en el cuadro No. 11.

Cuadro No. 11. Efecto del nivel de suplementación con GP sobre la calidad del forraje seleccionado por terneros pastoreando pradera mezcla (valores promedio del experimento).

	<b>S0</b>	<b>S60</b>	<b>S120</b>	<b>S180</b>	<b>P</b>
CT%	11	10,6	10,9	10,9	Ns
PC%	11,6	11,1	10,4	10,6	**
aFDNmo%	62,4	62,2	63,4	63,4	Ns
FDAmo %	33,6	33,8	33,3	33,3	Ns
EE%	3,7	3,2	3,7	3,4	Ns

Ref.: CT%: cenizas totales; PC%: proteína cruda; aFDNmo%: fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas; FDAmo %: fibra detergente ácido corregida por cenizas; EE%: extracto al éter. \*\* (P<0,01); ns: no significativo.

De todos los componentes químicos evaluados, solamente la concentración de proteína en el forraje seleccionado mostró variaciones asociadas al tratamiento ( $p < 0.0209$ ). La variación observada en concentración de proteína fue explicada en un 66% por el consumo de grasa ( $R^2p = 0,6617$   $P = 0.0140$ ) y 12.5% por la disponibilidad de entrada ( $R^2p = 0.1256$   $P = 0.1464$ ), de acuerdo al modelo  $PCHC = 16.74 - 0.0013 * DISP\_ENT - 7.61 * CMSG$  (kg/100 kg de PV);  $R^2 = 0.7873$ . Respecto a este último efecto se puede decir que, a mayor disponibilidad de entrada, menos PC contiene la pastura. Tal como lo reporta el coeficiente de regresión del modelo, el aumento en el consumo de grasa de 1 kg/100 kg de PV, disminuye 7,87% el consumo de PC. Como lo explica Agnusdei (2007), a mayor cantidad de biomasa acumulada, menos expuestas quedan las láminas de la planta, que es donde se acumula la mayor parte de proteína vegetal.

Según Dervin (2008), Martínez et al. (2011), la inclusión de lípidos suplementarios en la dieta de los rumiantes no afecta o, en la mayoría de los casos aumenta la digestibilidad total de la proteína. Coincidiendo con esto, se observa que el tratamiento S0 presentó mayor selección de la fracción proteica, esto es contrastante al compararlo con el tratamiento S120 (11,58 vs. 10,44 %PC), en donde la selección fue menor. El motivo de esta variación podría estar explicado por el hecho de que los tratamientos que tuvieron el agregado de lípidos presentarían mayor digestibilidad de la proteína y a igual requerimiento, cubrirían antes su demanda de proteína.

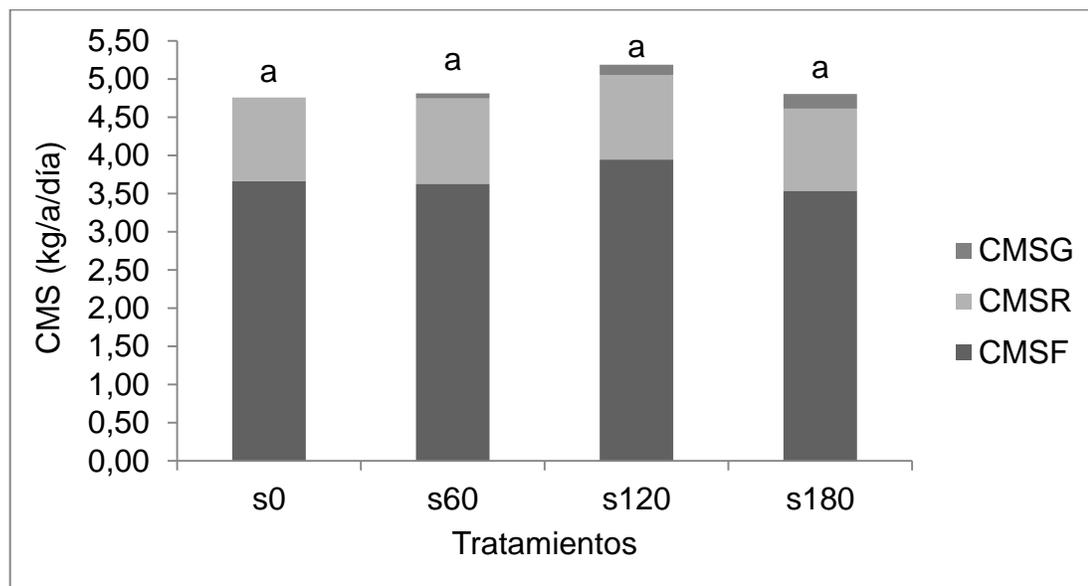
#### 4.3.1.2. Consumo de suplemento

Cuando se hace referencia al suplemento, se tiene en cuenta el consumo de ración más el consumo de grasa de cada tratamiento. Tanto para el consumo de suplemento expresado en kg/día, como para los consumo de ración y grasa si se las toma por separado, solo se encuentran diferencias significativas debidas a efecto de las semanas ( $P < .0001$ ), en parte explicadas por el hecho de que la grasa y la ración fueron corregidas por peso vivo de los animales en cada pesada.

Es por esto que no se encuentran diferencias entre tratamientos para suplemento, ya que la ración que se le suministro en % de PV fue siempre el 1% para todos los tratamientos. Distinto a esto ocurre con el suministro de grasa, donde si se observan diferencias entre tratamientos ( $p = 0.0026$ ) explicados no solo por el aumento de peso sino porque a cada tratamiento se le adjudico niveles crecientes de grasa según la hipótesis del experimento.

#### 4.3.1.3. Consumo total de materia seca

El consumo total de materia seca no fue afectado por el consumo de grasa (figura No. 8).



a en distintas columnas no difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ )

Ref: CMSG: consumo de materia seca de grasa; CMSR: consumo de materia seca de ración; CMSF: consumo de materia seca de forraje.

Figura No. 8. Consumo materia seca total promedio del experimento según tratamientos.

Esta respuesta coincide con Fiorentini et al. (2014) y con el experimento realizado en INTA Balcarce (s.f.) donde el consumo no se vio afectado por el suministro de grasas protegidas, aun con diferentes niveles de inclusión, siendo atribuido a que las sales de calcio previenen la liberación intensa de ácidos grasos insaturados en el ambiente ruminal y reduciendo el impacto negativo en el metabolismo microbiano, y consecuentemente no manifestándose modificaciones en el consumo.

Si bien no se detectaron diferencias significativas en el consumo, no es de descartar la posibilidad de que ante un aumento en los niveles de energía de la dieta por el agregado de GP, el CMSF disminuyan, como se observa en la figura No 7. Nigdi et al. (1990), encontraron una disminución del consumo de materia seca a medida que se aumentaban los niveles de jabones de calcio en la dieta, manifestado esto, por una disminución en la tasa de pasaje y una menor concentración de microorganismos fermentables en rumen, más aún cuando se agregaban altas cantidades de grasa en la dieta.

En cuanto al efecto semana, se encontraron diferencias significativas ( $P < .0001$ ) explicadas por el ajuste según peso vivo, anteriormente mencionado.

#### 4.3.2. Crecimiento animal

A modo de analizar las variables correspondientes al crecimiento animal, se presenta el cuadro No. 12, donde se observa la ganancia media diaria (GMD), peso vivo (PV) inicial y final en el correr del experimento.

Cuadro No. 12. Ganancia diaria, peso vivo y altura de anca, al final del periodo experimental en terneros suplementados con diferente nivel de GP (14/1-7/4/2016).

	Nivel de suplementación con GP (g/100 kg de PV)			
	0	60	120	180
Peso vivo inicial (kg)	87,1	89,4	89,6	84,7
Peso vivo final (kg)	147	152	154,1	147,5
GMD (kg/día)	0,690	0,710	0,725	0,744
Altura al anca inicial (cm)	88,6	88,9	86,0	87,8
Altura al anca final (cm)	96,7	98,1	96,1	99,1

Ref.: GMD: ganancia media diaria.

La variación observada en GMD fue explicada por el PV inicial ( $R^2_p=0.85$   $P=0.0011$ ) y por el consumo de materia seca de grasa (CMSG,  $R^2_p=0.0925$   $P=0.0355$ ), de acuerdo al modelo  $GMD \text{ (kg/día)} = 0.09366 + 0.00685 \cdot PV_{\text{inicial}} \text{ (kg)} + 0.00035631 \cdot CMSG \text{ (g/día)}$ ;  $R^2 = 0.9434$ . Según el mismo, se estima un incremento en la ganancia de peso vivo de 18g/día por cada 60 gramos de aumento en el consumo diario de grasa, suponiendo un peso inicial fijo (figura No.9).

Cabe destacar, que las ganancias diarias reportada por autores antes mencionados (De León et al. 1998, Beretta et al. 2014) en condiciones similares a la presentada en el experimento, para el tratamiento sin agregado de grasa (S0), se encuentra dentro de valores esperados (689 vs. 517 y 631 gramos/día respectivamente).

Si bien se observaron aumentos en la GMD, era de esperar ganancias más elevadas dado el mayor consumo de energía. Si bien el CMST no difirió entre tratamientos, la elevada concentración energética de la GP (EM=7.8 Mcal/kg MS) permite inferir que el consumo de energía habría aumentado al incrementar el nivel de GP en la dieta. Sobre esta base, y tratándose de terneros de destete precoz con 117,5 kg promedio, se esperaría obtener

ganancias de 107 gramos cada 60 gramos de inclusión de grasa en la dieta. Esta estimación surge de la estimación de requerimientos de mantenimiento y ganancia para terneros en base a ecuaciones de AFRC (1993). La diferencia predicha entre la respuesta esperada y la observada en el experimento (107 vs. 18 gramos/día) podría ser atribuible a diferentes causas. Por un lado, podría haberse registrado un menor consumo de forraje, debido a un efecto de sustitución de forraje por suplemento. Si bien esta respuesta estadísticamente no fue observada en el presente trabajo se observa que el CMST tiende a disminuir al aumentar los niveles de grasa en la dieta, coincidiendo con Nigdi et al. (1990). La primera de ellas puede haber sido un error en la precisión del método de estimación del consumo de forraje que podría no ser suficiente para detectar pequeñas variaciones (método de forraje desaparecido), teniendo como consecuencia un menor consumo del previsto y por tanto una menor ganancia. Por otra parte, se asumió que la totalidad de la grasa adicionada se digiere en el intestino delgado, cuando en realidad pudo haber cierta disociación en rumen, explicado por la sensibilidad de los jabones de calcio a la disociación frente a pH ácidos. En caso de animales en pastoreo el pH ruminal se encuentra cercano al pKa de las sales cálcicas de ácidos grasos insaturados (Gagliostro et al., 2007). Por último, se podría pensar que la GMD pudo haber estado limitada por el consumo de PM.

Esto contradice lo estudiado por Nigdi et al. (1990), quienes evaluaron cuatro niveles crecientes de jabones de calcio, incorporados en una dieta 85% concentrada y 15% ensilaje de maíz. Los mismos sostienen que a medida que aumenta el consumo de jabones de calcio, la ganancia media diaria disminuye ( $P < .04$ ). Por otro lado, el experimento realizado con terneros de 7 meses de edad en el INTA Balcarce (s.f.) reportó que aquellos animales que habían consumido sales cálcicas fueron más pesados al momento de la faena, que aquellos que no la consumieron (296.2 kg vs. 282 kg).

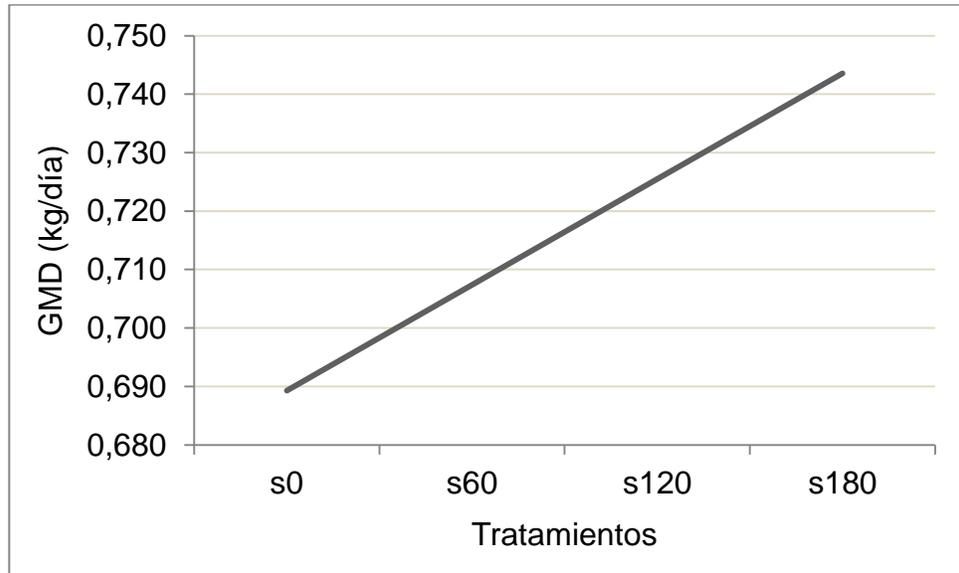


Figura No. 9. Ganancia de peso vivo predicha para terneros de destete precoz (86,8 kg PV) suplementados con niveles crecientes de grasas protegidas.

Al igual que la GMD, el PV final, estuvo explicado por PV inicial ( $R^2p=0.979$   $P<.0001$ ) y CMSG ( $R^2p=0.12$   $P=0.0511$ ), de acuerdo al modelo  $PV\ final=7.80249+1.59919*PV\ inicial+0.02799*CMSG$ . Los resultados obtenidos, coinciden con lo reportado en INTA Balcarce (s.f.) al experimentar con terneros de 7 meses de edad alimentados a corral, donde se observó que al momento de la faena, los animales que habían consumido sales cálcicas fueron más pesados y obtuvieron mayor rendimiento en comparación con aquellos que no la consumieron.

Lo mismo ocurrió con altura de anca, siendo ésta explicada por la altura de anca inicial ( $R^2p=0,7521$   $P=0,0053$ ) y por CMSG ( $R^2p=0,1049$   $P=0,1136$ ).

#### 4.3.3. Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión de terneros en pastoreo no fue afectada por el consumo de grasa ( $P>0.10$ ), registrándose valores medios por tratamiento que se presentan en el cuadro No. 13.

Cuadro No. 13. Valores medios para eficiencia de conversión de terneros en pastoreo por tratamiento

	<b>S0</b>	<b>S60</b>	<b>S120</b>	<b>S180</b>
CMST (kg)	4,77	4,82	5,20	4,82
GMD (kg/día)	0,689	0,707	0,725	0,744
EC	6,92	6,81	7,17	6,47

Ref.: CMST: consumo materia seca total ; GMD: ganancia media diaria; EC: eficiencia de conversión.

Henderson et al. (2015), experimentando con terneros de destete precoz en el verano sobre pradera de *Cichorium intybus* y *Triforium pratense* y suplementando al 1% de PV con ración de las mismas características que la utilizada en este experimento, logran eficiencias de conversión global de 9,8:1.

Si bien no se observaron diferencias en el consumo, sí existieron diferencias en ganancia media diaria, lo que no se reflejó en mejoras en la eficiencia de conversión. Lo mismo reportó el experimento antes mencionado, realizado en INTA Balcarce (s.f.) donde no existieron diferencias significativas en eficiencias de conversión cuando se le suministro jabones de calcio a terneros. Se hubiera esperado encontrar diferencias en eficiencias de conversión, por un aumento en la concentración energética de la dieta, y más aun siendo grasas protegidas, donde se esperaría encontrar un mejor aprovechamiento. Por tanto, esto refutaría una de las hipótesis del trabajo, donde se esperaba que la eficiencia de conversión aumentara a medida que se incrementaba el nivel de grasa adicional.

#### 4.4. COMPORTAMIENTO

En el cuadro No. 14 se presenta, la probabilidad de ocurrencia de las diferentes actividades de comportamiento de los animales, seguido de la significancia estadística de los efectos incluidos en el modelo.

Cuadro No. 14. Efecto del nivel de suplementación con grasa (T), semana (S), día dentro de semana (DS) y sus interacciones sobre la probabilidad de ocurrencia de las actividades de comportamiento animal.

	S0	S60	S120	S180	T	S	DS	T*DS
Pastoreo	0,424 ab	0,361 b	0,450 a	0,406 ab	*	**	**	*
Rumia	0,177 a	0,189 a	0,159 a	0,180 a	ns	ns	**	**
Descanso	0,292 a	0,338 a	0,287a	0,314 a	ns	**	**	Ns
Agua	0,036 a	0,045 a	0,033 a	0,036 a	ns	+	**	*
CMSS	0,048 a	0,036 b	0,055 a	0,051 a	**	**	**	*
Sombra (1)	0,157 b	0,167 ab	0,201 ab	0,235 a	+	**	**	Ns

a y b, medias seguidas de letras distintas en la misma fila difieren estadísticamente debido al tratamiento. + (P<0,10); \* (P<0,05); \*\* (P<0,01); ns: p >0,10. (1): Cuando se observó un animal a la sombra.

La probabilidad de encontrar a un animal del tratamiento s180 bajo la sombra fue mayor que el tratamiento sin consumo de grasa protegida (p=0.0649). Esto no fue lo que se esperaba, ya que unos de los beneficios del agregado de grasa a la dieta es bajar el calor de fermentación y con esto disminuir el estrés por calor. Sin embargo no quiere decir que, por estar más tiempo a la sombra no haya tenido un efecto positivo sobre el gasto de energía para termorregulación, ya que fue quién obtuvo mayor ganancia diaria, por lo que estaría destinando mayor energía a producción que a mantenimiento, en comparación con el resto de los tratamientos. Lo antes mencionado coincide con datos de Knapp y Huber, citados por Martínez (2006), que demostraron que el efecto de la grasa añadida en la ración para disminuir la temperatura corporal y producción de calor no es consistente.

Como se observa en el cuadro No. 14, las actividades de pastoreo y CMSS, difirieron entre tratamientos, sin embargo no se observa una relación clara con relación al nivel de inclusión, dichas diferencias no se manifiestan en un mayor o menor consumo, ya que el mismo no muestra diferencias significativas entre tratamientos. Se puede decir que, aquellos tratamientos que manifestaron mayor actividad de pastoreo, pueden haber aumentado el gasto de energía de mantenimiento en procura de un mayor tiempo de pastoreo.

#### 4.4.1. Efecto semana sobre las principales variables

La semana experimental afecto de forma muy significativa a las actividades de pastoreo, descanso, CMSS y permanencia en la sombra, probablemente explicado por la existencia de condiciones ambientales predisponentes al estrés calórico.

En la semana 4 (5 – 10/2/2016), la temperatura promedio fue de 30°C y 64 % de humedad relativa (HR). En la figura No. 10, se ve reflejado como las condiciones ambientales de ésta semana, afectaron el comportamiento animal.

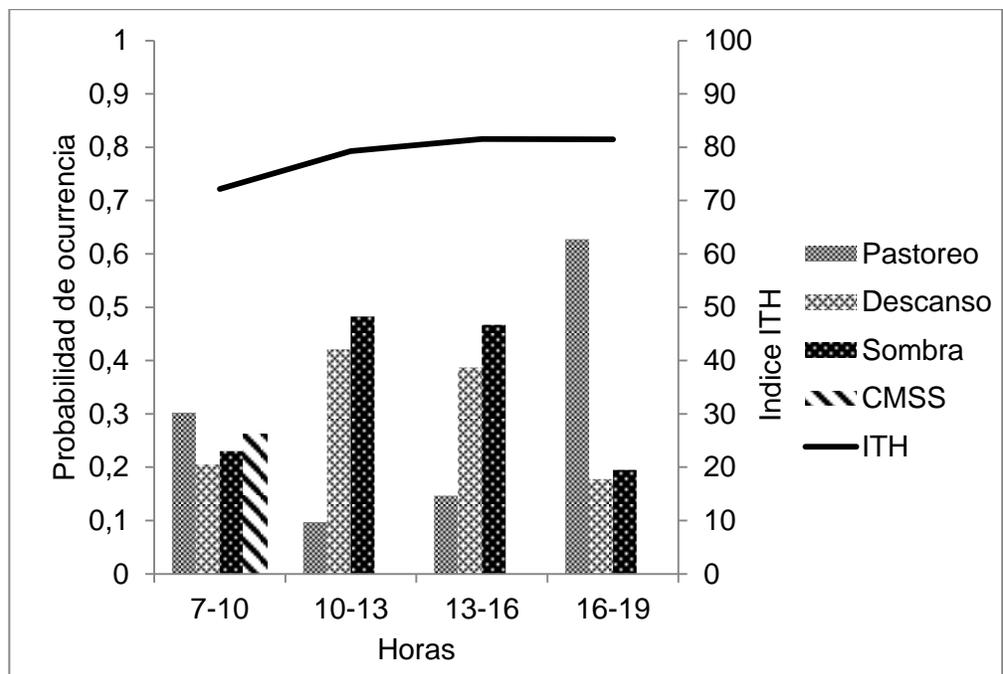


Figura No. 10. Probabilidad de ocurrencia de las actividades en la semana 4 (5-10/02/016), según la hora y variaciones del índice ITH.

En la semana 11 (25 – 29/3/2016), la temperatura promedio fue de 20,4°C y 76 % de HR. En la figura No. 11, se ve reflejado como las condiciones ambientales de ésta semana, afectaron el comportamiento animal.

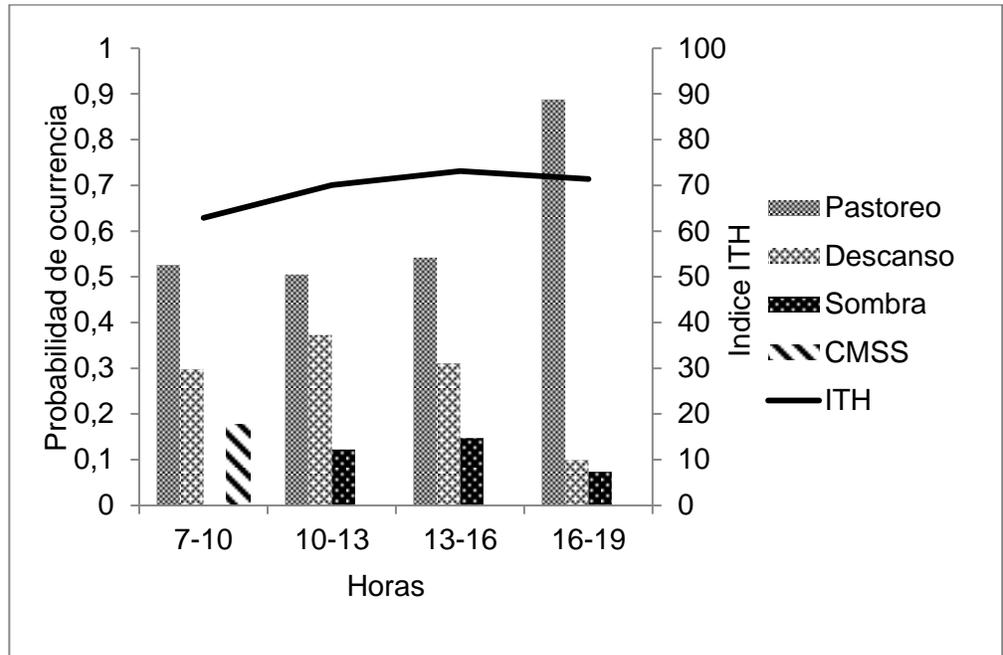


Figura No.11. Probabilidad de ocurrencia de las actividades en la semana 11 (25-29/03//016), según la hora y variaciones del índice ITH.

Como reporta Rovira (2012), el pastoreo se produce en su mayoría en dos grandes momentos: el amanecer que comienza un poco antes de la salida del sol y dura unas dos o tres horas; y el atardecer que se inicia al final de la tarde y continúa hasta entrada la noche. También se pueden ver pastoreos más cortos durante el día. Se comparte la afirmación de García et al. (2007), de que las adaptaciones de los animales al estrés calórico causan un cambio en los hábitos de pastoreo predominando la actividad al amanecer, atardecer y durante la noche en la semana 4 en comparación con la semana 11.

En cuanto al descanso, se observa que la semana 4, tiene en general mayores horas destinadas a esta actividad, asociado esto a las altas temperaturas. Este comportamiento puede ser explicado porque las horas que normalmente un animal destina a consumir forraje, las ocupa descansando por ver disminuido su consumo, tal como lo citan Jahn et al. (2002), Mujika (2005), Martínez et al. (2010b), que afirman que a mayores temperaturas aumenta la digestibilidad del forraje, explicado por un menor consumo por parte de los animales.

Parecido ocurre con el factor sombra, que debido al estrés por calor, hace que los animales permanezcan gran parte del día bajo la misma.

Anteriormente ya se vio que animales con sombra aumentan su performance en 200 gramos/día (Simeone et al., 2010).

La diferencia en el tiempo destinado al CMSS entre semanas podría estar explicado por un efecto de acostumbramiento de los animales al consumo de suplemento. A primera hora de la mañana, cuando se suministró el concentrado los animales no se encontraban bajo estrés calórico, por ser el índice ITH 69 y 61 en la semana 4 y 11 respectivamente, lo que no indica estrés por calor.

En cuanto al efecto semana, vale la pena aclarar que el mismo fue igual independientemente del tratamiento, es decir, los tratamientos se comportaron igual durante las distintas semanas, lo que deja como conclusión que las grasas no tienen un efecto marcado en la disminución del estrés por calor y su valor como dieta fría.

En el cuadro No. 15, se presenta el efecto de los tratamientos, semana del experimento y día dentro de semana sobre la tasa respiratoria registrada en la mañana y en la tarde, como indicador de estrés calórico en los animales.

Cuadro No. 15. Efecto de la suplementación con grasa (T), semana (S) y día dentro de semana (DS) sobre la tasa respiratoria animal.

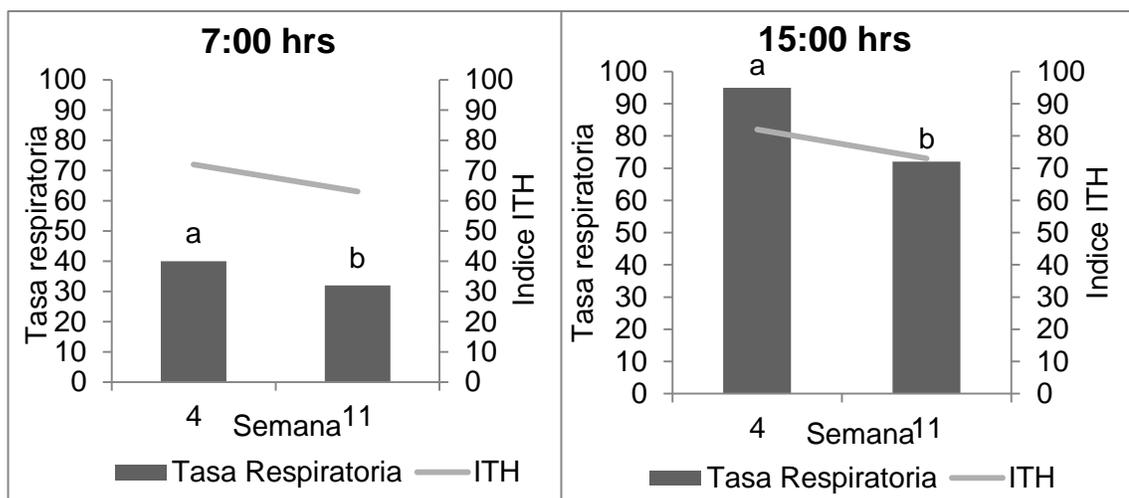
	s0	s60	s120	s180	T	S	DS
7:00 hrs	36,43 a	32,91 b	37,17 a	38,15 a	**	**	+
15:00 hrs	86,71 a	84,36 a	83,25 a	79,59 a		**	**

a y b, letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ )  
+ ( $P > 0,05$ ); \*\* ( $P < 0,01$ ).

Sobre el estrés calórico, evaluado a las 15:00 hrs no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo que podemos concluir que las grasas no ejercen ningún efecto sobre el estrés por calor.

En días dentro de la semana se nota una tendencia ( $p = 0.0960$ ) para las 7:00 horas, en que la tasa respiratoria va disminuyendo a medida que pasan los días del comportamiento (del día 2 al 6). Esto estaría explicado por un menor consumo los últimos días de la semana que los primeros, lo que hace que el animal no aumente su temperatura interna por la fermentación y por tanto se encuentre en un ambiente termo-neutral para el mismo, comparado con el día dos de entrada en la franja. A las 15:00 se aprecia una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) explicada por el aumento del ITH en los días 4 y 6 respecto al día 2.

Para tener una noción y una correlación de las altas temperaturas con la tasa respiratoria se presenta una figura que compara ambas variables de forma de relativizar el efecto semana.



a y b, letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

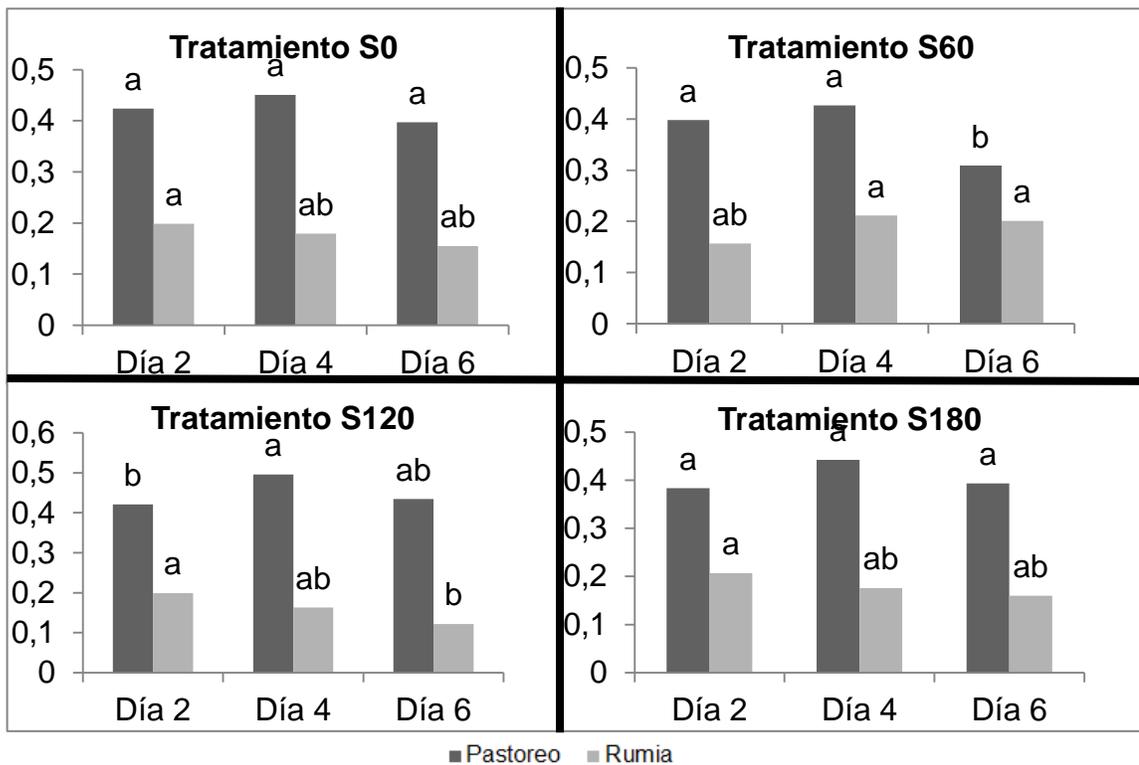
Figura No. 12. Variación en tasa respiratoria e ITH según las semanas de comportamiento ingestivo animal a las horas en que fueron registrados (7 y 15 hrs).

En referencia al ITH, las medidas estimadas a las 7 de la mañana, independientes de la semana, no llegan a valores de alerta de estrés, debido a que se encuentran por debajo de 72 de índice ITH. En cuanto a las medias de las 15hrs. en la semana 4 se está frente a peligro de calor, esperable por las altas temperaturas del mes de enero ( $ITH > 80$ ) y en la semana 11 se está frente a una situación de alerta de estrés ( $ITH > 72$ ). El aumento en la tasa respiratoria a ambas horas en la semana 4, en comparación con la semana 11, se debe exclusivamente a un efecto de temperatura y a un ITH elevado. Como se puede apreciar en la figura No. 12, cuando los animales se someten a ITH mayores a 72, los mismos padecen un estrés calórico medio, según Rovira (2012), lo que se relaciona con las altas tasas respiratorias de los mismos. Resultados semejantes obtuvieron Simeone et al. (2011) en un experimento sobre terneros destetados precozmente a corral, con y sin sombra, donde en el periodo experimental, las condiciones ambientales fueron similares en cuanto a temperatura y humedad relativa a este experimento ( $23.8^{\circ}\text{C}$  y  $62.8\%HR$  vs.  $23.5^{\circ}\text{C}$  y  $71\%HR$  respectivamente). Finalmente se registraron tasas respiratorias de 80 para el experimento en comparación y 83.5 para el

experimento en estudio con mediciones a las 15 horas, mayores a aquellas registradas para las 7 horas. Según Bartaburu (2007), en novillos en terminación la tasa respiratoria de un animal bajo condiciones normales son 40 respiraciones por minuto y en estos experimentos se está muy por encima, pudiendo entonces aseverar el estrés calórico que sufrieron los animales en ese tiempo.

#### 4.4.2. Efecto día dentro de semana

En la figura No. 13, se muestra como variaron las actividades con significancia dentro de los días de semana de comportamiento ingestivo (05/02 – 10/02 y 25/03 – 29/03/2016).



a,b,c,d y e: medias seguidas por distintas letras dentro de la misma actividad difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

Figura No. 13. Variación de las actividades con significancia dentro de los días de la semana

En cuanto al pastoreo, se puede ver que en los tratamientos s0 y s180 no hay diferencias significativas en el patrón de pastoreo durante los días de la

semana, pero si las hay en el tratamiento s60 y s120 ( $p= 0.0352$ ), en ambos puede estar explicado meramente por el comportamiento animal. Dicho comportamiento podría explicarse por la mayor tasa de defoliación que presentan los tratamientos en el primer día de ocupación y por el efecto que tiene la altura del forraje sobre el peso de los bocados, determinando una mayor actividad de pastoreo a medida que transcurren los días, ya que necesitarían una mayor cantidad de bocados (TB) para lograr un CMS similar.

Si se analiza la rumia, la misma disminuye a medida que pasan los días ( $p= 0.0005$ ), efecto que puede ser explicado por un cambio en el patrón de pastoreo en el transcurso de la semana. Al comienzo existe un equilibrio entre el tiempo que el animal dedica a pastorear y lo que dedica a rumia, esto se ve modificado a medida que avanzan los días en la parcela, explicado por una disminución en el forraje disponible, ocasionando como ya se mencionó anteriormente un cambio en el patrón de pastoreo. Rovira (2002) reporta que la mayor parte de la rumia se realiza en horas de la noche y más aún si se trata del verano.

Para la variable agua y CMSS, se observan diferencias significativas explicadas por un efecto día dentro de la semana ( $p=0.0385$  y  $p= 0.0193$  respectivamente), el día 2 al pastorear más tiene un menor consumo de agua, asociada a la cantidad de agua en el forraje. En cuanto a la actividad de CMSS esta explicada por una diferencia en horario de suministro, con un  $\pm 15$  minutos.

#### 4.4.3. Discusión general

La adición de grasas protegidas a la dieta, busca como principal objetivo aumentar la ganancia media diaria de los animales, por el hecho de aumentar la concentración energética de la dieta. En este experimento se vio un incremento en la ganancia de peso vivo de 18 gramos/día por cada 60 gramos de aumento en el consumo diario de grasa, en terneros de 61 a 120,5 kg de peso vivo al momento del destete precoz. Esto es coincidente con lo reportado en INTA Balcarce (s.f.) al experimentar con terneros de 7 meses de edad alimentados a corral, donde al momento de la faena aquellos animales que habían consumido sales cálcicas fueron más pesados. Sin embargo, Nigdi et al. (1990), sostienen que a medida que aumenta el consumo de jabones de calcio, la ganancia media diaria disminuye ( $P < .04$ ). Con el presente experimento dentro del rango de suplementación evaluado no se identificó un nivel donde se optimice la respuesta en ganancia.

En cuanto a la hipótesis de que el agregado de grasa protegida a la dieta podría disminuir el consumo de materia seca por tratarse de un alimento

de alta digestibilidad y alto contenido energético, en éste experimento no se encontraron diferencias significativas en consumo diario total de MS. Esto coincide con Fiorentini et al. (2014) donde el consumo no se vio afectado por el suministro de grasas protegidas, aun con diferentes niveles de inclusión, explicado porque las sales de calcio previenen la liberación intensa de ácidos grasos insaturados en el ambiente ruminal y el impacto negativo sobre el metabolismo microbiano, no manifestándose modificaciones en el consumo. Sí se observaron diferencias significativas en el consumo de grasa explicado por la definición de cada tratamiento.

Si bien no se observaron diferencias en el consumo de MS, si existieron diferencias en el consumo de energía, pudiendo explicar las diferencias en ganancia media diaria, lo que no se reflejó en mejoras en la eficiencia de conversión. Lo mismo reportó el experimento antes mencionado, realizado en INTA Balcarce (s.f.) donde no existieron diferencias significativas en eficiencias de conversión cuando se le suministro jabones de calcio a terneros. Se hubiera esperado encontrar diferencias en eficiencias de conversión, por un aumento en la concentración energética de la dieta, y más aun siendo grasas protegidas, donde se esperaría encontrar un mejor aprovechamiento. Por tanto, esto refutaría una de las hipótesis del trabajo, donde se esperaba que la eficiencia de conversión mejorara a medida que se incrementaba el nivel de grasa adicional.

Evaluando el comportamiento de los animales en pastoreo, rumia, descanso, sombra y consumo de agua no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos por el hecho de haber consumido diferentes niveles de grasa. Es por esto que inferimos que los requerimientos de energía para mantenimiento fueron similares entre sí, aunque no contamos con herramientas suficientes para poder aseverar esto.

En cuanto al efecto de las grasas sobre la dieta fría, reduciendo el calor de fermentación y por tanto el estrés por calor de los animales, no se constató diferencias entre tratamientos, aun cuando existió estrés por calor (principalmente a las 15 horas) para los cuatro tratamientos. Esto es coincidente con estudios realizados por Knapp, Huber, citados en Martínez et al. (2011), donde aseguran que el efecto de la grasa añadida en la ración para disminuir la temperatura corporal y producción de calor no es consistente. Por otro lado, Chan (1992), comprobó que el principal efecto de la utilización de grasa en las raciones fue aumentar la densidad energética del alimento, lo que generó menor estrés en vacas lecheras.

## 5. CONCLUSIONES

- La suplementación con GP en mezclas con ración comercial para DP, permitió incrementar la ganancia de peso vivo 18 gramos/día por cada 60 gr de aumento en el consumo diario de grasa.
- El consumo total de materia seca (forraje + suplemento) no se vio modificado por la adición de grasas protegidas a la dieta, sin afectarse la eficiencia de conversión del alimento.
- La mejora en la ganancia media diaria debida a la suplementación con GP estaría más asociada a un aumento en el consumo de energía, más que una disminución en el estrés por calor debido a un menor requerimiento de mantenimiento por parte de los animales, ya que no existieron diferencias significativas en el mismo.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, perteneciente a la Facultad de Agronomía, ubicada dentro del departamento de Paysandú. El período experimental se encontró comprendido entre el día 14 de enero y 7 de abril de 2016, presentando 12 semanas de duración. El objetivo de dicho trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con grasas protegidas a niveles crecientes sobre la performance animal en terneros de destete precoz pastoreando praderas, suplementados con ración comercial al 1% de PV. Se utilizaron 32 terneros (16 machos castrados al nacimiento y 16 hembras), en su totalidad raza Hereford, nacidos el 8 de octubre del 2015  $\pm$  21 días, y destetados precozmente el 21 de diciembre, con un peso promedio de 81.8 kg  $\pm$  14.8 kg. Los terneros fueron bloqueados por peso vivo y sorteados dentro de cada bloque a uno de los cuatro tratamientos, caracterizados por los niveles crecientes de inclusión de sales cálcicas de ácidos grasos insaturados (grasas protegidas) a razón de 0,60,120 y 180 gramos cada 100 kg de PV. La performance animal, medida como ganancia media diaria de peso, fue afectada por el peso vivo inicial ( $p=0.0011$ ) y por el consumo de materia seca de grasa ( $p= 0.0355$ ), determinando que cada aumento en 0.006 kg de grasa incorporada a la dieta determinaron un aumento de 18 gramos por día en la ganancia de los animales; por lo que aquellos animales suplementados con mayor cantidad de grasa protegida (S180) obtuvieron mayor peso vivo final que aquellos a los que no se les suministro grasa. En cuanto al consumo total de materia seca, no se observaron diferencias en el consumo entre tratamientos ( $p>0.05$ ). La eficiencia de conversión del alimento no presentó diferencias significativas entre tratamientos, rechazando una de las hipótesis planteadas. En cuanto al comportamiento en pastoreo se observaron diferencias significativas entre tratamientos ( $p<0,05$ ), pero las mismas no repercutieron en un mayor o menor consumo. Se observó también diferencias entre tratamientos según el día de la semana ( $p<0.01$ ), pudiendo explicarse por la mayor tasa de defoliación que presentan los tratamientos en el primer día de ocupación y por el efecto que tiene la altura del forraje sobre el peso de los bocados, determinando una mayor actividad de pastoreo a medida que transcurren los días, ya que necesitarían una mayor cantidad de bocados (TB) para lograr un CMS similar. No se encontraron diferencias significativas en la probabilidad de encontrar a un animal rumeando, descansando o tomando agua entre tratamientos. Sobre el estrés calórico, evaluado a las 15:00 hrs no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, lo que podemos concluir que las grasas no ejercen ningún efecto sobre el estrés por calor y que todos los animales se encontraron bajo estrés por calor cuando se los sometía a altas temperaturas.

Palabras clave: Terneros de destete precoz; Grasas protegidas; Suplementación; Asignación de forraje; Praderas.

## 7. SUMMARY

This study was conducted in the Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC, intensive meat production unit), of the Estación Experimental (experimental post) Mario A. Cassinoni, a dependency of Facultad de Agronomía (school of agronomy), located in the department of Paysandú. The experimental period lasted 12 weeks, between January 14<sup>th</sup>. and April 7<sup>th</sup>., 2016. The purpose of this study was to evaluate supplementation, by means of increasing the levels of protected fats, and its effects on the performance of grassland pasturing precociously weaned calves, all of which were fed with a commercial brand compound feed at 1% liveweight (LW). A total amount of 32 Hereford calves (16 males castrated at birth and 16 females) were considered for this study, all born approximately on October 8<sup>th</sup>. 2015 (+/- 21 days), precociously weaned on December 21<sup>st</sup>., at an average weight of 81,8 kg (180 lbs.) +/- 14,8kg (33 lbs.). The calves were divided into blocks according to liveweight, and consequently, assigned randomly to one of four treatments, all of which included an increase in the amount of unsaturated fatty acid calcium salts (protected fats), in the ratio of 0 to 180 (0,60,120,180) grams for every 100 kg (220 lbs.) of liveweight. Animal performance, measured in average daily weight gain, was affected by the initial liveweight (probability=0,0011) and by fat dry matter (probability=0,0355). Taking this into consideration, the 0,006-kg fat increase on the diet caused an 18-gram per day increase in gain weight. Animals fed with the most amount of protected fat (S180) experienced the biggest final liveweight increase when compared to those who didn't receive any extra fat. No differences were noted in consumption between treatments ( $p > 0,05$ ) when compared to the total consumption of dry matter. Moreover, no significant differences were noted in the food conversion efficiency between treatments ( $p < 0,05$ ), which led to disproving one of the stipulated hypothesis. There were significant differences in relation to pasturing behavior ( $p < 0,05$ ), but these did not affect the consumption rate. Differences were also noted in treatments according to the day of the week ( $p < 0,01$ ), which might be due to the increasing defoliation rate treatments had during the first day of activity, and due to the effects of fodder height over the weight of each mouthful. This indicates that with the passing of days there is an increase in pasturing, since calves require a bigger number of mouthfuls to amount to a similar dry matter consumption rate (CMS). In regards to the odds of finding an animal chewing the cud, resting or drinking water in between treatments, no significant differences were worth noting. Caloric stress, evaluated at 3 p.m., suggested no significant differences between treatments, which led to the conclusion that fats have no effect whatsoever on heat stress, and that all animals that suffered heat stress was a result of exposure to high temperatures.

Keywords: Precociously weaned calves; Protected fats; Supplementation; Forage assignment, Grasslands.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. AFOA (American Fats and Oils Association, US). 1999. Trading and arbitration rules. New York. pp. 34-36.
2. Agnusdei, M. G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. (en línea). Agromercado Temático. 136: 11-17. Consultado 22 dic. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/64-calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/64-calidad.pdf)
3. Álvarez, F. s.f. Destete en terneros de carne. Distintas técnicas e impacto en el sistema de producción. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 20 p. Consultado 21 may. 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/destete/118-Destete\\_tecnicas\\_impacto.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/destete/118-Destete_tecnicas_impacto.pdf)
4. Álvarez, G.; Ruiz, C.; Urrutia, M. 1999. Efecto del destete precoz sobre la performance reproductiva de vacas cruza de parición otoñal y el desempeño de sus terneros. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 73 p.
5. Anderson, J. L.; Kalscheur, K. F.; García, A. D.; Schingoethe, D. J. 2015. Feeding fat from distillers dried grains with solubles to dairy heifers; effects on growth performance and total tract digestibility of nutrients. (en línea). Journal of Dairy Science. 98 (8): 5699-5708. Consultado 25 feb. 2016. Disponible en [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(15\)00399-9/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(15)00399-9/pdf)
6. Arias, A. A.; Revidatti, M. A.; Capellari, A.; Slobodzian, A. 1996. Técnicas para la intensificación de la ganadería de cría en el NO de Corrientes. Manejo del destete precoz. Revista Argentina de Producción Animal. 18: 240-241.
7. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1998. Diferencias en la ganancia de peso atribuibles al destete precoz en terneros cruza en el N.O. de Corrientes (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 22 oct. 2016. Disponible en

[http://www.agrobit.com/Documentos/E\\_2\\_Cr%C3%ADa/825\\_destete%20precoz%20dif%20de%20.pdf](http://www.agrobit.com/Documentos/E_2_Cr%C3%ADa/825_destete%20precoz%20dif%20de%20.pdf)

8. Ávila, R.; Ferrando, C.; Tessi, J.; Namur, P. 2013. Efecto del biotipo en la ganancia de peso de terneros destetados precozmente. *Revista Argentina de Producción Animal*. 33 (supl. 1): 1-74.
9. Baldi, F.; Mieres, J.; Banchemo, G. 2008. Suplementación en internada intensiva; la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. *In: Jornada de Producción Animal (2008, La Estanzuela, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 39-52 (Actividades de Difusión no. 532).*
10. Bargo, F. s.f. Suplementación en pastoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. (en línea). Buenos Aires, s.e. 21 p. Consultado 30 may. 2016. Disponible en <http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/bargo.pdf>
11. Bartaburu, D. 2007. Stress calórico; un tema de bienestar animal...y productivo. *Revista Plan Agropecuario*. no. 121: 46- 49.
12. Bauzá, R. 2012. Bioenergética. *In: Curso de Nutrición Animal 3er. año. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 1-14.*
13. Beretta, V.; Simeone, A. 2008. Producción de carne a pasto, asignación de forraje, respuesta animal y utilización del forraje. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, UY). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 20-23.*
14. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Elizalde, J. C.; Caorsi, C. J.; Lamarca, M. 2012. Destete precoz a corral; una nueva herramienta para una nueva cría. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (14ª., 2012, Paysandú, UY). Una nueva cría...Un nuevo engorde...Una nueva ganadería. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 18-27.*
15. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Henderson, A.; Iribarne, R.; Silveira, M. 2014. El autoconsumo aplicado a la suplementación de terneros de destete precoz. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (16ª., 2014, Paysandú, UY). Propuestas tecnológicas en*

ganadería para un país ganadero, agrícola y forestal. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 40-47.

16. Blanco, M. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 10 p. Consultado 5 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/70-alimentos\\_rumen.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf)
17. Callejas, S.; Hidalgo, L.; Cauhepé, M. ; Otero, M. J. 1997. Efecto del destete precoz sobre la performance reproductiva de vacas de cría pluríparas. Revista Argentina de Producción Animal. 17 (supl. 1): 1 - 10.
18. Cangiano, C. A. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
19. Carámbula, M. 2010. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
20. Cargill. s.f. Destete precoz. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 12 p. Consultado 24 may. 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/destete/09-destete\\_precoz.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/destete/09-destete_precoz.pdf)
21. Cerdótes, L.; Restle, J.; Alvez, D. C.; Santana, P.; Missio, R. L.; Garagorry, F. 2004. Desempenho de bezerros de corte filhos de vacas submetidas a diferentes manejos alimentares, desmamados aos 42 ou 63 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia. 33 (supl. 3): 597-609.
22. Chan, S. C.; Huber, J. T.; Wu, Z. J.; Chen, K. H.; Simas, J. 1992. Effect of fat supplementation and protein source on performance of dairy cows in hot enviromental temperatures. Journal Dairy Science. 75 (supl. 1): 1172- 1178.
23. Church, D. C.1993. El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, España, Acribia. 82 p.

24. Cruz, G.; Saravia, C. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. *Agrociencia* (Montevideo). 12 (supl. 1): 56-60.
25. Dean, D. B. 2008. Uso de lípidos en dietas para rumiantes. (en línea). In: González Staganro, C.; Madrid Bury, N.; Soto Belloso, E. eds. *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Maracaibo, Venezuela, GIRARZ. cap. 37, pp. 454-462. Consultado 28 feb. 2016. Disponible en [http://www.avpa.ula.ve/libro\\_desarrollosost/pdf/capitulo\\_37.pdf](http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_37.pdf)
26. De León, M.; Silvera, E.; Torres, S. 1998. Efecto del nivel de suplementación en pasturas sobre la ganancia de peso de terneros destetados precozmente. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 62 p.
27. \_\_\_\_\_. 2007. Interacciones “pastura-animal”. (en línea). INTA Manfredi. *Agromercado. Cuadernillo clásico de forrajeras* no. 135. 2 p. Consultado 25 may. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/128-interacciones\\_19.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/128-interacciones_19.pdf)
28. Doreau, M.; Ferlay, A. 1994 Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Animal Feed Science Technology*. 45: 379-396.
29. Duque, M.; Olivera, M.; Rosero, R. 2011. Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. (en línea). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24 (1):74-82. Consultado 12 ago. 2016. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/2950/295022380010.pdf>
30. Durrieu, M.; Camps, D. 2002. Destete precoz; técnica y evaluación económica dentro del sistema. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 15-18. Consultado 24 may. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/destete/16-destete\\_precoz.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/16-destete_precoz.pdf)
31. Elizalde, J. C.; Santini, F. 1992. Algunos factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el periodo otoño-invierno. INTA EEA Balcarce. *Boletín Técnico* no. 104. 27 p.

32. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2001. Suplementación con grano en la producción de carne en pastoreo. In: Curso de Suplementación y Engorde a Corral Integrados a Sistemas Pastoriles (2001, Balcarce). Textos. Balcarce, UNMP/INTA EEA Balcarce. pp. 26-35.
33. \_\_\_\_\_. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1a., 2003, Balcarce, AR). Resúmenes. Balcarce, s.e. pp. 17-28. Consultado 7 ago. 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/56-suplementacion\\_campo.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/56-suplementacion_campo.pdf)
34. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, ES). s.f. Grasas elaboradas, técnicas o industriales (en línea). s.l. s.p. Consultado 25 set. 2016. Disponible en [http://fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/grasas-elaboradas-t%C3%A9cnicas-o-industriales](http://fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/grasas-elaboradas-t%C3%A9cnicas-o-industriales)
35. Fenzo, R. 2005. Grasas de efecto BY-PASS en rumiantes; primera parte. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 30 may. 2016. Disponible en <http://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/grasas-efecto-pass-rumiantes-t26239.htm>
36. Fiorentini, G.; Carvalho, P. C.; Messana, J. D.; Castagnino, P. S.; Berndt, A.; Canesin, R. C.; Frighetto, R. T. S.; Berchielli, T. T. 2014. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. (en línea). Journal of Animal Science. 92: 1613-1620. Consultado 26 feb. 2016. Disponible en <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/pdfs/92/4/1613>
37. Flores, J.; Bendersky, D. 2010. Suplementación sobre verdeos. (en línea). INTA. Noticias y comentarios. no. 461: 1-4. Consultado 8 ago. 2016. Disponible en [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n\\_461.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-n_461.pdf)
38. Gagliostro, G. A.; Schroeder, G. F. 2007. Efectos de la suplementación con sales cálcicas de ácidos grasos insaturados sobre la digestión ruminal en vacas lecheras en pastoreo. (en línea). Revista

Latinoamericana de Producción Animal. 15 (3): 85-97. Consultado 25 feb. 2016. Disponible en <http://www.alpa.org.ve/PDF/Arch%2015-3/gagagliostro.pdf>

39. Gallardo, B.; Guerra, C.; Sánchez, S.; Bodas, R.; Mantecón, A. R.; Manso, T. 2011. Utilización de jabones cálcicos en raciones de ovejas de raza churra; crecimiento y características de la canal de los lechazos. In: Congreso de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia (46º., 2011, León, España.) Resúmenes. Donostia, Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. pp.193-196.
40. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Revista Argentina de Producción Animal. 16 (supl. 2): 119-142.
41. Garcia, A.; Wright, C. 2007. Efecto del medio ambiente sobre los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. (en línea). South Dakota State University Extension. Paper no. 540. 5 p. Consultado 8 ago. 2016. Disponible en [http://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1539&context=extension\\_extra](http://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1539&context=extension_extra)
42. Giménez, A.; Castaño, J. P.; Olivera, L.; Furest, J.; Baethgen, W. 2004. Algunas consideraciones sobre el clima, la producción agropecuaria y la toma de decisiones. (en línea).Montevideo, INIA. 9 p. Consultado 20 oct. 2016. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/396/1/112761060612161741.pdf>
43. Godio, L.; Miazzi R.; Maffioli R.; Echevarría, A.; Provencal, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas. In: Curso de Producción Animal (30º., 2001, Río Cuarto). Resúmenes. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. pp. 1-32.
44. Gómez, L. 2015. Efecto de dos suplementos energéticos sobre el control del balance energético negativo en vacas de producción de leche. Tesis MSc. Ciencias Agrarias. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. 69 p.

45. González, J. M. s.f. El estrés calórico en bovinos (en línea). Río Cuarto, Sitio de Producción Animal. pp. 68-74. Consultado 1 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/bienestar\\_en\\_bovinos/14-stres.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/14-stres.pdf)
46. Gregorini, P.; Agnelli, L.; Masino, C. 2007. Producción animal en pastoreo; definiciones que clarifican significados y facilitan la comprensión y utilización de términos usados comúnmente. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado 2 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/61-produccion\\_en\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/61-produccion_en_pastoreo.pdf)
47. Henderson, A.; Iribarne, R.; Silveira, M. 2015. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
48. Hodgson, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. Proceedings of the Nutrition Society. 44: 339- 346.
49. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
50. Infocarne. s.f. Grasas protegidas (rumen by-pass). (en línea). Málaga. s.p. Consultado 27 ago. 2016. Disponible en <http://www.infocarne.com/bovino/grasas.asp>
51. INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). s.f. Suplementación con lípidos a novillos en engorde a corral. (en línea). San José de Balcarce. 11 p. Consultado 9 jul. 2016. Disponible en <http://es.slideshare.net/elceibopc/lipidos-dietas-para-terminacion-feedlot>
52. \_\_\_\_\_. 1999. Suplementación con lípidos a novillos en engorde a corral. (en línea). Buenos Aires. 22 p. Consultado 29 may. 2016. Disponible en <https://es.slideshare.net/elceibopc/lipidos-dietas-para-terminacion-feedlot>
53. Jahn, E.; Arredondo, S.; Bonilla, W.; Del Pozo, A. 2002. Efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción

de leche en vacas lecheras a pastoreo. (en línea). Revista Agricultura Técnica. 62 (2): s.p. Consultado 14 jun. 2016. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072002000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000200007&lng=en&nrm=iso&tlng=es)

54. Lombardo, S. 2012. Asignacion de forraje ¿Cuánto pasto hay que ofrecer a los animales?. Revista Plan Agropecuario. no. 143: 32-35.
55. Manso, T.; Castro, T.; Mantecón, A. R.; Jimeno, V. 2006. Effects of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. (en línea). Journal of Animal Feed Science and Technology. 127: 175-186. Consultado 25 feb. 2016. Disponible en [http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401\(05\)00358-5/fulltext](http://www.animalfeedscience.com/article/S0377-8401(05)00358-5/fulltext)
56. Marichal, M. J.; Trujillo, A. I. 2000. Valoración energética de los alimentos. In: Curso de Nutrición Animal ; teórico-práctico 2000. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 23-39.
57. Martínez, A. 2006. Efectos climáticos sobre la producción del vacuno lechero; estrés por calor. (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria. 7 (10): 1- 22. Consultado 15 jun. 2016. Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>
58. \_\_\_\_\_.; Pérez, M.; Pérez, L.; Gómez, G. 2010a. Digestión de los lípidos en los rumiantes; una revisión. Revista Interciencia. 35 (supl. 4): 240-246.
59. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Carrión,D. 2010b. Metabolismo de los lípidos en los rumiantes. Revista Electrónica de Veterinaria. 11 (supl. 8): 1-21.
60. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2011. Efecto de las fuentes de grasa sobre la digestión de la fibra en los rumiantes. Revista Electrónica de Veterinaria. 12 (supl. 7): 1-22.
61. Mendoza, A. 2014. Manejo de la recría en los tambos; aportes desde INIA. (en línea).Revista INIA. no. 37: 32-35. Consultado 15 jun. 2016. Disponible en

[http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Re vista%20INIA\\_37.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/Re vista%20INIA_37.pdf)

62. Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos; teoría y práctica. Montevideo, INIA. pp. 1-13 (Serie Técnica no. 113)
63. Mujika, I. 2005. El estrés calórico, efecto en las vacas lecheras. (en línea). Navarra Agraria. no. 150: 36-44. Consultado 15 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/clima\\_y\\_ambientacion/76-estrescalorico.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/76-estrescalorico.pdf)
64. Nava, C.; Díaz, A. 2001. Introducción a la digestión ruminal. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 13 p. Consultado 5 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/79-introduccion\\_a\\_la\\_digestion\\_ruminal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/79-introduccion_a_la_digestion_ruminal.pdf)
65. Nigdi, M. E.; Loerch, S. C.; Fluharty, F. L.; Palquist, D. L. 1990. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. Journal of Animal Science. 68: 2555-2565.
66. Ojeda, A.; Escobar, A. 1995. Suplementación con aceite crudo de palma africana de bovinos para ceba en pastoreo. (en línea). Maracay, Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 25 set. 2016. Disponible en <http://lrrd.org/lrrd7/1/9.htm>
67. Osorio, J. H.; Vinazco, J. 2010. El metabolismo lipídico bovino y su relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. Revista Biosalud. 9 (supl. 2): 56 – 66.
68. Parga, J. 2009. Manejo del pastoreo con vacas lecheras. INIA Remehue Chile. Boletín Informativo no. 75. 12 p.
69. Parsi, J.; Godio, L.; Miazzi, R.; Maffioli, R.; Echevarría, A.; Provencal, P. 2001. Valoración nutritiva de los alimentos y formulación de dietas (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 32 p. Consultado 22 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/16-valoracion\\_nutritiva\\_de\\_los\\_alimentos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/16-valoracion_nutritiva_de_los_alimentos.pdf)

70. Pereyra, H.; Leiras, M. A. 1991. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 3 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/etologia\\_y\\_bienestar/etologia\\_bovinos/04-comportamiento\\_bovino\\_de\\_alimentacion\\_rumia\\_y\\_bebida.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/04-comportamiento_bovino_de_alimentacion_rumia_y_bebida.pdf)
71. Perrachón, J. 2009. Manejo del pasto. Revista Plan Agropecuario. no. 130: 42-45.
72. Peruchena, C. O. 1999. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales. Aspectos nutricionales, productivos y económicos. In: Congreso Anual de la Sociedad Brasileira de Zootecnia (36<sup>a</sup>., 1999, Porto Alegre, Brasil). Trabajos presentados. Porto Alegre, s.e. pp. 1-10. Consultado 26 may. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/32-suplementacion\\_sobre\\_pasturas\\_tropicales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/32-suplementacion_sobre_pasturas_tropicales.pdf)
73. \_\_\_\_\_. 2003. Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 10 p. Consultado 1 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/107-en\\_sistemas\\_pastoriles.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/107-en_sistemas_pastoriles.pdf)
74. Pigurina, G. 1997. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 195- 200 (Serie Técnica no. 13).
75. Piña, L.; Olivares, A. 2012. Oferta y disponibilidad de forraje como factores en la selectividad y consumo de la pradera. (en línea). Circular de Extensión. Publicación Técnico Ganadera. no. 37: 16-22. Consultado 2 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccionpecuaria.uchile.cl/downloads/Circular/2012/articulo\\_3.pdf](http://www.produccionpecuaria.uchile.cl/downloads/Circular/2012/articulo_3.pdf)
76. Plascenia, A.; Mendoza, G. D.; Vásquez, C.; Avery, R. 2005. Factores que influyen en el valor nutricional de las grasas utilizadas en las dietas para bovinos de engorda en confinamiento; revisión. (en

línea). Revista Interciencia. 30 (3): 134-142. Consultado 12 ago. 2016. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/286654858\\_Factors\\_that\\_influence\\_the\\_feed\\_value\\_of\\_supplemental\\_fats\\_used\\_in\\_feedlot\\_cattle\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/286654858_Factors_that_influence_the_feed_value_of_supplemental_fats_used_in_feedlot_cattle_A_review)

77. Pordomingo, A. J. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado 25 may. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/67-suplementacion\\_con\\_granos\\_en\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf)
78. Quintans, G. 2014. La suplementación dentro del rodeo de cría (en línea). Treinta y Tres, INIA. 43 diapositivas. Consultado 6 abr. 2017. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3210/1/Presentacion-es-Quintans-2014-1.pdf>
79. Regueiro, M.; Van Lier, E. 2008. Digestión en retículo-rumen. In: Curso de Anatomía y Producción Animal 2do. año. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 23-27.
80. Relling, A.; Mattioli, G. s.f. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. (en línea). La Plata, Universidad de la Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias. 13 p. Consultado 2 jun. 2016. Disponible en <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>
81. Rodríguez, C. E.; Gómez, D. F. 2015. Effect of supplementation with different doses of protected fat on growth performance and compositional bovine milk. Zootecnia Tropical. 31 (supl. 4): 299-309.
82. Rovira, J. 2002. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo; requerimientos nutritivos. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
83. Rovira, P.; Velazco, J. I. 2007. Sombra; buena para el ganado, mejor para el productor. Engorde de novillos durante el verano. Revista INIA. no. 13: 2-5.

84. \_\_\_\_\_. 2012. Riesgo de estrés calórico en la Región Este del Uruguay. (en línea). In: Jornada Anual Unidad Experimental Palo a Pique (2012, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 17-21 (Actividades de Difusión no. 695). Consultado 8 ago. 2016. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/14445210313153853.pdf>
85. \_\_\_\_\_. 2014. Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. Revista INIA. no. 36: 7-11.
86. Saldanha, S. 2011. Atributos de la pastura que afectan el comportamiento animal. In: Curso de Pasturas 4º. año. Salto, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEFAS. 77 diapositivas.
87. Scheneiter, J. O.; Maddaloni, J. 1995. Efecto de distintas dosis de un regulador de crecimiento (Mefluidide) sobre la producción y el valor nutritivo del forraje de festuca alta (*Festuca arundinacea Schreb.*). INTA Pergamino Argentina. Informe técnico no. 309. 11 p.
88. Secco Duarte, C. A. 1975. Dotación animal en relación a productividad (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 2 jun. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/79-dotacion\\_en\\_relacion\\_a\\_productividad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/79-dotacion_en_relacion_a_productividad.pdf)
89. Simeone, A.; Beretta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 118 p.
90. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (6ª., 2004, Paysandú, UY). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 10-17.
91. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cortazzo, D. 2005. Manejo nutricional de terneros de parición otoñal destetados precozmente. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (7ª., 2005, Paysandú, UY). Manejo nutricional en ganado de carne;

suplementación y engorde a corral, cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 6-7.

92. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2008. Destete precoz; eficiencia y eficacia en cría vacuna. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10<sup>a</sup>., 2008, Paysandú, UY). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 12-32.
93. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Elizalde, J. C.; Cortazzo, D.; Viera, G. 2010. La problemática del verano en la recría y engorde de ganado de carne en condiciones de pastoreo y de corral. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (12<sup>a</sup>., 2010, Paysandú, UY). Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica; ¿es posible una integración de tipo “ganar-ganar” en la cadena de la carne? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 53-66.
94. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Caorsi, J. 2011. Cuantificando la importancia de la sombra en un corral de terneros destetados precozmente. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13<sup>a</sup>., 2011, Paysandú, UY). Alimentación a corral en sistemas ganaderos, ¿Cuándo y cómo? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 14-20.
95. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cortazzo, D.; Bentancur, O. 2013. Recría en pastoreo de terneros destetados precozmente en invierno en la R.O.U. Revista Argentina de Producción Animal. 33 (supl. 1): 1-9.
96. Stobbs, T. H. 1970. Automatic measurement of grazing time by dairy cows on tropical grass and legume pastures. Tropical Grasslands. 4 (3): 237-244.
97. Tarazona, A. M.; Ceballos, M. C.; Naranjo, J. F.; Cuartas, C. A. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 25(supl. 3): 473-487.
98. Ustarroz, E.; De León, M. s.f. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). INTA EEA Manfredi. Proyecto Ganadero Regional. Informe Técnico no. 7. 31 p. Consultado 5

ago. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/77-pasturas\\_y\\_suplementacion\\_en\\_invernada.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf)

99. Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in p. relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. 74: 3583-3597.

## 9. ANEXOS

### 9.1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS

#### Anexo 1. Disponibilidad de forraje

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	47	2,19	0,1564
Trat.	3	47	1,82	0,1564
SEMANA	11	47	14,25	<,0001
Trat.*SEMANA	33	47	0,75	0,8034

#### Anexo 2. Biomasa post-pastoreo

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	18	0,97	0,3368
Trat.	3	18	0,56	0,6505
SEMANA	4	18	8,01	0,0007
Trat.*SEMANA	12	18	1,07	0,4345
DISP._ENT.	1	18	8,43	0,0095

#### Anexo 3. Utilización de forraje

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	19	0,31	0,5859
Trat.	3	19	0,39	0,7637
SEMANA	4	19	4,02	0,0158
Trat.*SEMANA	12	19	1,06	0,4400

#### Anexo 4. Altura de entrada del forraje

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	47	3,01	0,0894
Trat.	3	47	0,76	0,5200
SEMANA	11	47	19,57	<,0001
Trat.*SEMANA	33	47	1,31	0,1924

#### Anexo 5. Altura de rechazo de forraje

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	3	0,97	0,3977
Trat.	3	3	0,36	0,7863
SEMANA	4	16	59,65	<,0001
Trat.*SEMANA	12	16	2,75	0,0308

#### Anexo 6. Composición de la pastura (Hand-clipping)

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: CenHC\_pp

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Procedimiento REG.

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: PCHC\_pp

Selección escalonada: Paso 2

Variable DISP\_ENT introducida: R-cuadrado = 0.7873 y C(p) = 2.1478

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	1.43760	0.71880	9.25	0.0209
Error	5	0.38838	0.07768		
Total corregido	7	1.82599			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Tipo II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	16.74612	3.07808	2.29911	29.60	0.0028
DISP_ENT	-0.00133	0.00077544	0.22936	2.95	0.1464
CMSG_KG	-7.61885	1.91230	1.23298	15.87	0.0105

Límites en el número de la condición: 2.0506, 8.2025

-----  
 All variables left in the model are significant at the 0.1500 level.

No other variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: FDNHC\_pp

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: FDAHC\_pp

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: EEHCpp

No variable met the 0.1500 significance level for entry into the model.

Anexo 7. Altura de anca final

Selección escalonada: Paso 2

Variable CMSG\_pp introducida: R-cuadrado = 0.8570 y C(p) = 3.0000

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	89.72322	44.86161	14.98	0.0077
Error	5	14.97178	2.99436		
Total corregido	7	104.69500			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Tipo II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	1.97017	17.59553	0.03754	0.01	0.9152
ALT_INI	1.07009	0.19827	87.22322	29.13	0.0029
CMSG_pp	17.78582	9.28676	10.98304	3.67	0.1136

Límites en el número de la condición: 1.0369, 4.1475

Anexo 8. Consumo de materia seca del forraje expresado en kgMS/día

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	19	6,55	0,0192
Trat.	3	19	0,41	0,7480
SEMANA	4	19	9,77	0,0002
Trat.*SEMANA	12	19	1,21	0,3464

Anexo 9. Consumo de materia seca del suplemento expresado en kgMS/día

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	3	56,8	0,0048
Trat.	3	3	3,72	0,1546
SEMANA	11	44	270,74	<,0001
Trat.*SEMANA	33	44	0,92	0,5915

Anexo 10. Consumo de materia seca de ración expresado en kgMS/día

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	3	55,07	0,0051
Trat.	3	3	0,23	0,8678
SEMANA	11	44	277,55	<,0001
Trat.*SEMANA	33	44	0,22	1,0000

Anexo 11. Consumo de materia seca de grasa expresado en kgMS/día

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	3	6,68	0,0814
Trat.	3	3	74,57	0,0026
SEMANA	11	44	102,38	<,0001
Trat.*SEMANA	33	44	19,72	<,0001

Anexo 12. Consumo de materia seca total expresado en kgMS/día

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	19	13,08	0,0018
Trat.	3	19	0,51	0,6788
SEMANA	4	19	13,53	<,0001
Trat.*SEMANA	12	19	1,2	0,3486

Anexo 13. Consumo de materia seca del forraje expresado en % de PV

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	19	18,22	0,0004
Trat.	3	19	0,30	0,8257
SEMANA	4	19	7,33	0,0010
Trat.*SEMANA	12	19	1,03	0,4590

Anexo 14. Consumo de materia seca total expresado en % de PV

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
Bloque	1	19	0,30	0,5890
Trat.	3	19	0,48	0,6969
SEMANA	4	19	4,02	0,0157
Trat.*SEMANA	12	19	1,06	0,4419

Anexo 15. Ganancia media diaria expresada en kg/día.

Selección escalonada: Paso 2

Variable CMSG\_KG introducida: R-cuadrado = 0.9434 y C(p) = 1.0750

Análisis de la varianza

Suma de Cuadrado

Fuente	DF	cuadrados	de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.05599	0.02799	41.65	0.0008
Error	5	0.00336	0.00067213		
Total corregido	7	0.05935			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Tipo II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	0.09366	0.07194	0.00114	1.70	0.2497
PVINI	0.00685	0.00081632	0.04734	70.44	0.0004
CMSG_KG	0.00035631	0.00012467	0.00549	8.17	0.0355

Límites en el número de la condición: 1.0073, 4.0293

Anexo 16. Ganancia media diaria expresada en proporción

Selección escalonada: Paso 2

Variable CMSG\_pp introducida: R-cuadrado = 0.9402 y C(p) = 1.9163

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.05580	0.02790	39.30	0.0009
Error	5	0.00355	0.000709		
Total corregido	7	0.05935			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Tipo II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	0.06413	0.07566	0.00050996	0.72	0.4354
PVINI	0.00720	0.00083765	0.05242	73.84	0.0004
CMSG_pp	0.30142	0.11031	0.00530	7.47	0.0412

Límites en el número de la condición: 1.0042, 4.0167

## Anexo 17. Peso final de los animales

Selección escalonada: Paso 2

Variable CMSG\_pp introducida: R-cuadrado = 0.9908 y C(p) = 4.6398

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	2681.79826	1340.89913	269.73	<.0001
Error	5	24.85674	4.97135		
Total corregido	7	2706.65500			

Variable	Estimador del parámetro	Error estándar	Tipo II SS	F-Valor	Pr > F
Intercept	5.50082	6.33142	3.75255	0.75	0.4247
PVINI	1.62637	0.07010	2676.24784	538.33	<.0001
CMSG_pp	23.55760	9.23084	32.37829	6.51	0.0511

Límites en el número de la condición: 1.0042, 4.0167

## Anexo 18. Eficiencia de conversión del alimento

Análisis de la varianza

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	0.09960	0.04980	0.25	0.7852
Error	5	0.98095	0.19619		
Total corregido	7	1.08055			

Raíz MSE	0.44293	R-cuadrado	0.0922
Media dependiente	6.81750	Adj R-Sq	-0.2710
Coeff Var	6.49701		

Estimadores de parámetros

Estimador del	Error
---------------	-------

Variable	DF	parámetro	estándar	Valor t	Pr >  t
Intercept	1	6.93881	1.22910	5.65	0.0024
PVINI	1	0.00031781	0.01395	0.02	0.9827
CMSG_KG	1	-0.00152	0.00213	-0.71	0.5086

#### Anexo 19. Actividad de pastoreo

##### Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	3,20	0,0384
SEMANA	1	28	222,24	<,0001
Dia_dentrosem.	2	56	24,31	<,0001
Trat.*SEMANA	3	28	2,39	0,0900
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	2,46	0,0352

#### Anexo 20. Actividad de rumia

##### Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	2,04	0,1313
SEMANA	1	28	0,08	0,7809
Dia_dentrosem.	2	56	6,67	0,0025
Trat.*SEMANA	3	28	2,23	0,1062
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	4,83	0,0005

#### Anexo 21. Actividad de descanso

##### Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	1,51	0,2332
SEMANA	1	28	141,67	<,0001
Dia_dentrosem.	2	56	24,43	<,0001
Trat.*SEMANA	3	28	1,49	0,2381
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	1,49	0,1995

## Anexo 22. Consumo de agua

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	1,96	0,1424
SEMANA	1	28	3,05	0,0915
Dia_dentrosem.	2	56	14,02	<,0001
Trat.*SEMANA	3	28	4,58	0,0099
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	2,41	0,0385

## Anexo 23. Consumo de suplemento

Tests de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	10,97	<,0001
SEMANA	1	28	133,92	<,0001
Dia_dentrosem.	2	56	42,78	<,0001
Trat.*SEMANA	3	28	2,94	0,0504
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	2,78	0,0193

## Anexo 24. Acceso a la sombra

Test de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	2,70	0,0649
SEMANA	1	28	343,94	<,0001
Dia_dentrosem.	2	56	43,46	<,0001
Trat.*SEMANA	3	28	1,47	0,2431
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	0,44	0,8469

Anexo 25. Acceso a la sombra

Test de tipo 3 de efectos fijos

Efecto	Num. DF	Den. DF	F valor	Pr>F
TRAT.	3	28	6,37	0,0020
SEMANA	1	28	75,29	<,0001
Dia_dentrosem.	2	56	2,44	0,0960
Trat.*SEMANA	3	28	1,57	0,2180
Trat.*Dia_dentrosem.	6	56	1,61	0,1625