

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL TIPO DE FIBRA Y FORMA DE
SUMINISTRO SOBRE LA PERFORMANCE DE TERNEROS DESTETADOS
PRECOZMENTE Y MANEJADOS A CORRAL**

por

**Esteban MANASLISKI GIORDANO
Francisco RODRÍGUEZ PARENTINI**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Álvaro Simeone

Ing. Agr. Virginia Beretta

Med. Vet. Juan Franco

Fecha: 10 de diciembre de 2013

Autor: -----
Esteban Manasliski Giordano

Francisco Rodríguez Parentini

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y parejas por el apoyo constante a lo largo de nuestra carrera.

A los directores de tesis Álvaro Simeone y Virginia Beretta

Al Ing. Agr. Javier Caorsi por su apoyo en las tareas de campo y registro de datos.

A Diego Mosqueira quien tuvo un invaluable aporte en las tareas de campo.

A los funcionarios de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni por su gran ayuda durante toda la fase experimental.

A nuestros compañeros Diego Gamba y Alberto Terzian por la colaboración en el trabajo de campo.

Al profesor Oscar Bentancur por su asesoramiento en el análisis estadístico.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. ALTERNATIVAS NUTRICIONALES PARA TERNEROS DE DESTETE PRECOZ.....	3
2.1.1. <u>Características de terneros de destete precoz</u>	3
2.1.2. <u>Sistemas de alimentación postdestete</u>	7
2.1.2.1. Confinamiento de terneros de destete precoz.....	10
2.2. ASPECTOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LA FIBRA EN DIETAS DE CONFINAMIENTO.....	11
2.2.1. <u>Concepto y forma de cuantificación de la fibra</u>	11
2.2.2. <u>Peso relativo de la fibra en la dieta</u>	11
2.2.3. <u>Degradabilidad de la fibra</u>	12
2.2.3.1. Fibra físicamente efectiva.....	13
2.2.3.2. Niveles de fibra requeridos por los bovinos en confinamiento.....	14
2.3. FUENTES DE FIBRA EN DIETAS DE CONFINAMIENTO.....	15
2.3.1. <u>Ensilaje planta entera sorgo</u>	16
2.3.2. <u>Retornable fino</u>	17
2.3.3. <u>Fuentes de fibra y respuesta animal</u>	18
2.4. FORMA DE SUMINISTRO DEL ALIMENTO.....	22
2.4.1. <u>Autoconsumo</u>	23
2.5 HIPÓTESIS.....	25
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	26
3.1. LOCALIZACIÓN.....	26
3.2. CLIMA.....	26
3.3. PERÍODO EXPERIMENTAL.....	26
3.4. ANIMALES.....	26
3.5. INFRAESTRUCTURA.....	27

3.6. ALIMENTOS.....	28
3.7. TRATAMIENTOS.....	29
3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	29
3.8.1. <u>Período pre-experimental</u>	29
3.8.2. <u>Período experimental de aplicación de los tratamientos</u>	30
3.9. MANEJO SANITARIO.....	31
3.10. DETERMINACIONES.....	31
3.10.1. <u>Registros climáticos</u>	31
3.10.2. <u>Peso vivo</u>	31
3.10.3. <u>Consumo de alimento</u>	31
3.10.4. <u>Patrón de consumo y comportamiento animal</u>	32
3.11. MUESTREOS Y ANÁLISIS QUÍMICO.....	32
3.12. VARIABLES CALCULADAS.....	33
3.12.1. <u>Eficiencia de conversión</u>	33
3.12.2. <u>Composición química del alimento consumido</u>	33
3.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
4. <u>RESULTADOS</u>	35
4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	35
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA.....	35
4.3. PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA.....	37
4.3. CONSUMO.....	38
4.3.1 <u>Consumo por semana</u>	38
4.3.2. <u>Consumo entre días</u>	39
4.3.3. <u>Consumo horario</u>	40
4.3.4. <u>Consumo de agua</u>	41
4.4. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.....	42
5. <u>DISCUSIÓN</u>	43
5.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	43
5.2. EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE PERFORMANCE... ..	43
5.3. EFECTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO SOBRE LA PERFORMANCE.....	46
5.4. COMPORTAMIENTO: SELECCIÓN Y PATRÓN DE CONSUMO..	47
6. <u>CONCLUSIONES</u>	50

7. <u>RESUMEN</u>	51
8. <u>SUMMARY</u>	52
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	53
10. <u>ANEXOS</u>	61

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Ganancia media diaria (GMD) y eficiencia de conversión (EC) de terneros al pie de la vaca o destetados (DP) y sometidos a diferentes manejos alimenticios en pastoreo, provenientes de pariciones de primavera u otoño. Síntesis de resultados de experimentos.....	9
2. Contenido de fibra (FDN), factor de efectividad física de la fibra (fef) y fibra físicamente efectiva (FDNef) para diferentes alimentos y forma de procesamiento.....	14
3. Valores nutricionales de ensilaje de sorgo planta entera (valor en %MS).....	17
4. Performance de rumiantes consumiendo raciones totalmente mezcladas difiriendo en la cantidad y fuente de fibra.....	19
5. Temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR) medias mensuales históricas para Paysandú.....	26
6. Composición química de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas.....	27
7. Composición de las dietas experimentales.....	27
8. Condiciones climáticas del periodo experimental (17/01/11 al 19/04/11).....	35
9. Composición de las raciones ofrecidas.....	35
10. Composición química del alimento consumido y de los rechazos para cada tratamiento (medias ajustadas por tratamiento y sus contrastes)	36

11. Peso vivo inicial, ganancia media diaria, consumo de materia seca y eficiencia de conversión de terneros de destete precoz consumiendo dietas altamente concentradas difiriendo en la fuente de fibra y forma de suministro (medias ajustadas por tratamiento y sus contrastes)	38
---	----

Figura No.

1. Sistemas de manejos para realizar destete precoz.....	7
2. Croquis.....	28
3. Evolución de peso vivo en terneros de destete precoz consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento difiriendo en la forma de suministro, diario (D) o autoconsumo (A) y en la fuente de fibra: retornable fino (R) y ensilaje planta entera de sorgo (E).....	37
4. Evolución del consumo medio diario de materia seca para cada tratamiento (promedio semanal expresado en % de peso vivo).....	39
5. Evolución del consumo de materia seca en kg de MS/animal/día para cada tratamiento entre días para la semanas 2 y 9 del periodo experimental.....	40
6. Porcentaje del consumo diario de materia seca en distintos horarios del día, para ensilaje diario y retornable diario.....	41
7. Consumo de agua diario por animal, para cada tratamiento.....	41

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente en Uruguay la cría se ha realizado en zonas de menor potencial productivo, donde el campo natural es el principal soporte forrajero, dejando los de mayor potencial para la internada. Esto es debido a que la eficiencia biológica de producción de carne es menor en la cría que la internada (se considera que un kilogramo de ternero destetado requiere el doble de nutrientes que un kilogramo de ganancia de peso en la internada). 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 a demostrado aumentar significativamente el porcentaje de procreo.

El destete precoz, sin embargo, plantea el desafío del manejo nutricional del ternero, el cual debería asegurar lograr una ganancia igual o mayor a la que obtendría al pie de la madre. Durante la última década se ha demostrado la viabilidad de la técnica cuando los terneros destetados precozmente han sido manejados tanto sobre campo natural con suplementación, como sobre pasturas sembradas con o sin suplementación. A nivel nacional, no obstante, son escasos los antecedentes evaluando el destete precoz cuando los terneros son alimentados a corral.

La posibilidad de destetar y alimentar a corral con dietas más concentradas con relación a la alimentación con pasto con suplemento, ofrece la posibilidad de incrementar la ganancia de peso y lograr mayores pesos en terneros a los seis meses de edad. Siendo el ternero de destete precoz la categoría con la mejor eficiencia de conversión, esta estrategia ofrecería además la posibilidad de generar kilos “baratos” y trasladarlos para cuando se finalice el engorde en otra etapa a corral, siendo esta última de menor tiempo y así utilizar menor cantidad de recursos.

El manejo de la fibra es un aspecto fundamental de la alimentación a corral, en tanto asegura el adecuado funcionamiento del rumen, el consumo y la eficiencia de conversión. En los sistemas criadores, la disponibilidad de fibra larga, proveniente de reservas forrajeras (henos o ensilajes) o residuos de cosecha, puede constituirse en una limitante. En tal sentido fuentes alternativas de fibra proveniente de subproductos como la cáscara de arroz o el retornable fino derivado del procesamiento de la madera para la obtención de celulosa, de bajo valor nutricional pero elevado aporte de fibra, han demostrado ser una fuente de fibra efectiva viable en alimentación de terneros de más de 150 kg.

No existe información sobre su uso en terneros de destete precoz. Dado el escaso desarrollo del rumen en esta categoría, la respuesta podría no ser la misma.

El retornable fino, al ser una fuente de fibra de bajo contenido de humedad se adaptaría a ser suministrado en comederos de autoconsumo. La posibilidad de sustituir al ensilaje por retornable fino y sustituir al suministro diario del alimento por un sistema de autoconsumo, podría contribuir de forma significativa a la adopción del manejo de ternero de destete precoz a corral. Es importante cuantificar la respuesta animal frente al cambio en la fuente de fibra y forma de suministro a los efectos de disponer coeficientes técnicos para la toma de la decisión.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la fuente de fibra (ensilaje vs. retornable fino) y de la forma de suministro del alimento (diario vs. autoconsumo) sobre la ganancia de peso vivo y eficiencia de conversión del alimento en terneros de destete precoz alimentados a corral con raciones totalmente mezcladas, altamente concentradas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La presente revisión bibliográfica tuvo como objetivo desarrollar los antecedentes referidos a la viabilidad de incluir distintas fuentes de fibra a dietas altamente concentradas energéticamente y a la forma de suministro de las mismas, en terneros de destete precoz bajo la modalidad de encierre a corral.

2.1. ALTERNATIVAS NUTRICIONALES PARA TERNEROS DE DESTETE PRECOZ

2.1.1. Características de terneros de destete precoz

El criterio más importante para decidir el destete precoz de terneros es la edad y peso. Edades de 60 días y pesos de 70 Kg son sugeridos por Simeone y Beretta (2002). En caso de obtener una parición dispersa tomar un peso crítico mínimo de 70 Kg. Sciotti, citado por Coppo (2007) señala que el destete precoz se efectúa a los 60-75 días, cuando el ternero ha alcanzado pesos de 65 ± 10 kg. El destete a partir 55 días de vida no afectaría el crecimiento del ternero. Su performance sería igual a la de terneros destetados normalmente sobre pasturas, siempre y cuando se obtengan tasas de crecimiento iguales o mayores a las que hubiesen registrado al pie de la vaca (Pordomingo, 2002). Gutiérrez y Sancristóbal (2007) evaluando terneros destetados a los 30 y 60 días concluyen que durante el periodo de transición de la dieta líquida a sólida, no presenta diferencias en la performance; pero sí afecta el potencial de ganancia media diaria postdestete siendo éste mayor para terneros de más edad.

Al nacimiento el ternero depende solamente de la alimentación de leche materna. La misma pasa directamente al abomaso gracias al reflejo de cierre de la gotera esofágica. Los preestómagos no son funcionales y como consecuencia están poco desarrollados; el peso vacío del rumen y el retículo no representa más que el 12% del peso del aparato digestivo total. Pero, muy rápidamente, desde que el ternero consume alimentos sólidos, el rumen se convierte en el lugar de fermentaciones que van a condicionar su desarrollo histo-anatómico. Esto es debido a los productos de la fermentación (ácidos grasos volátiles, amoniaco) y a la acción mecánica de las partículas alimenticias sobre la mucosa y el tejido muscular del rumen (Jarrige, 1981).

Según Renner (1989) en el desarrollo del sistema digestivo se diferencian tres períodos, los cuales no son exactamente definidos, sino que el paso de uno a otro se da en forma progresiva. El primer período es denominado de lactancia, con una duración de 7 a 15 días, durante el cual se implanta la fauna y flora de los preestómagos e intestinos. El siguiente período, de transición, se concreta la colonización por parte de bacterias y protozoarios, los cuales iniciaran la digestión preestomacal, incrementando el tamaño de los mismos gradualmente, pasando así un período de 4 a 5 meses según la alimentación recibida, ya que la ingestión de materiales sólidos capaces de fermentar como forraje o granos, aumentan el desarrollo ruminal. El último período llamado de recria, es cuando el animal se comporta como rumiante pleno.

Coppo (2007) indica que la etapa de transición de lactante a rumiante (desarrollo de pre-estómagos) comenzará a las 6 semanas de edad, aunque el aprovechamiento del pasto será escaso. A las 12 semanas de vida la leche ya no alcanza a cubrir las necesidades del ternero, intensificándose el pastoreo pero continuando el aporte lácteo; en los animales precozmente destetados es fundamental remplazar la leche por otro alimento equivalente porque la pastura no es suficiente para cubrir sus requerimientos nutricionales.

Orskov, citado por Simeone y Beretta (2002) menciona que a medida que el ternero comienza a ingerir alimentos sólidos, inclusive cuando aún se encuentra al pie de la madre, la fermentación de los mismos y la producción de ácidos estimulan el desarrollo del rumen, habilitando a consumir más cantidad de alimentos sólidos, lo cual nos indicaría la posibilidad de suministrar una ración altamente concentrada energéticamente en esta categoría siempre y cuando no provoque acidosis. Sin embargo si el ternero no consume dietas con algún componente fibroso hasta las 13 semanas de vida el abomaso representara el 30% de la capacidad gástrica total (Relling y Mattioli, 2002). De ahí la importancia de la dieta en el desarrollo ruminal.

Las exigencias nutricionales para mantener una ganancia de 0,600 Kg/día de un ternero de destete precoz, la cual obtendría al pie de la madre, son: 2,60 Mcal/Kg MS Energía Metabolizable, 16,0% Proteína Cruda/Kg MS, 0,64% Calcio/Kg MS y 0,32% Fósforo/Kg MS (Simeone y Beretta, 2002). Además de los niveles necesarios de proteína en la dieta, también es importante la fuente de la misma. Según Leibholz (1980) se requiere un alto

nivel de proteína de sobrepaso, dado que no sería suficiente la cantidad de proteína microbiana sintetizada en el rumen para satisfacer los requerimientos. Simeone y Beretta (2002) reafirman este concepto de que el consumo de proteína metabolizable por terneros destetados precozmente se verá beneficiado si parte de la proteína de la dieta es de baja degradabilidad ruminal y sea digerido directamente en el intestino delgado.

Pordomingo (2002) evaluando dietas con 75, 50 y 25 % de fibra en la dieta, concluyó que, la dieta pos-destete del ternero de 60 a 80 días debería contener al menos 2,45 Mcal/kg de EM y no más de 30% de FDN para no comprometer el crecimiento. Dietas energéticas (2,66 Mcal/kg MS), con 20% de FDN, permiten alcanzar una buena tasas de crecimiento del ternero (0,700 kg/día o superior) en alimentación a corral. Estos valores de energía metabolizable, FDN y ganancia respaldan la hipótesis planteada. Mas adelante en la revisión se volverá sobre estos temas discutiendo distintos trabajos.

Por otro lado, para Pordomingo (2005) el primer factor y el más directamente asociado al crecimiento y al aumento de peso es el consumo. En categorías jóvenes el consumo será equivalente a 2,8 a 3,2 % de peso vivo. Diferentes teorías intentan explicar los factores que afectan ó regulan el consumo voluntario de materia seca de los rumiantes. Algunas teorías, lo explican a través de llenado físico del retículo ruminal (Mertens 1994, Allen 1996); otras, por factores metabólicos de retroalimentación, regulación fisiológica del consumo, (Mertens 1994, Illius y Jessop 1996) y por el consumo de oxígeno. Sin embargo, estas teorías pueden explicar el consumo bajo determinadas condiciones, pero en realidad, la ingesta del alimento está condicionada a un gran número de factores y a la interacción de estos.

Para McDonald et al. (2006) los mecanismos que controlan la ingestión voluntaria de alimentos operan a tres niveles: a nivel metabólico, donde las concentraciones de nutrientes, metabolitos u hormonas estimulan al sistema nervioso al comienzo o finalización de la ingesta; a nivel de sistema digestivo, las cantidades de los productos de la digestión pueden determinar que los animales consuman o no mas alimento; y las influencias externas como variables climáticas o facilidad con que puedan ser ingeridos los alimentos, determinando el consumo o no de los mismos.

El control de la ingesta de alimento requiere la integración de muchas señales, incluidas las necesidades energéticas de corto y largo plazo, así como

los factores ambientales. La mayoría de los animales consumen más alimento después de un período de ayuno, que en condiciones ad libitum (Baile y McLaughlin, 1987).

Cangiano (1997) describe para animales en pastoreo que el consumo está regulado por factores no nutricionales asociados a la capacidad de cosecha del animal, como tiempo de pastoreo, tasa de bocado y peso de bocado, y por factores nutricionales como la digestibilidad, tiempo de distensión del rumen y la concentración de productos metabólicos.

En rumiantes el consumo de alimentos con raciones de alta energía está controlado metabólicamente, en tanto, cuando son alimentados con forrajes éste está limitado por el ritmo a que los alimentos pueden digerirse en el rumen. Dietas con alto contenido de paredes celulares (o FDN) se digieren lentamente, tienen una baja digestibilidad y determinan una baja ingestión, por tanto la destrucción de las paredes celulares por tratamientos mecánicos o químicos incrementan notablemente el consumo (McDonald et al., 2006).

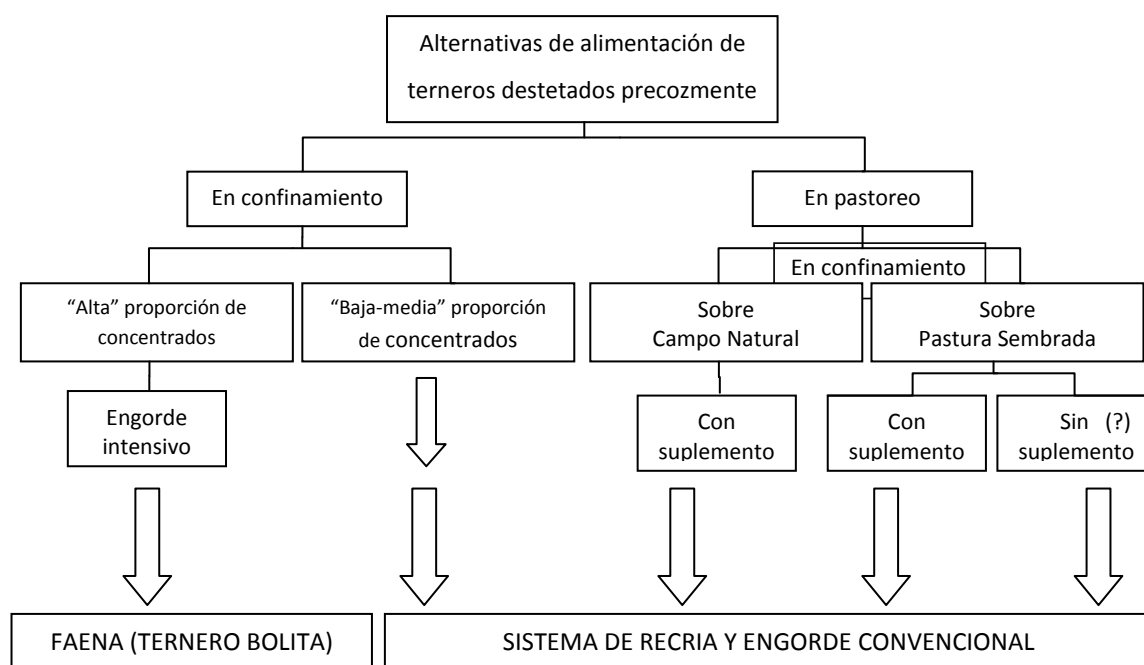
Mertens (1997) asegura que alimentos de baja digestibilidad provocan restricciones sobre la ingesta, que surgen de su lenta eliminación del rumen y del tracto gastrointestinal. Alimentos altamente digestibles pueden ser ingeridos en mayores cantidades antes de las limitaciones físicas y entonces el consumo voluntario esté determinado por restricciones metabólicas relacionadas con la capacidad del animal para utilizar los nutrientes absorbidos.

El ternero, es la categoría de mayor eficiencia de conversión debido a que no solo los requerimientos para mantenimiento son menores (NRC, 1996), pudiendo destinar mayor cantidad de energía consumida al crecimiento y deposición de grasa (Pordomingo, 2005), sino que la composición de la ganancia es de mayor proporción de músculo, hueso y agua que de grasa, comparados con animales de mayor edad y peso, lo que guarda relación con la eficiencia de uso de la energía consumida (Di Marco, 2006). El ternero de entre los 150 y los 300 kg de peso vivo, convierte en un rango de 4,5 a 5,5 kg de alimento de alta proporción de grano (base seca) por kg de aumento de peso (Pordomingo 2005, Di Marco 2006).

2.1.2. Sistemas de alimentación postdestete

Según las características de los sistemas de producción del Uruguay, sean tanto criadores como ciclo completo, y las particularidades de cada zona, se establecen diferentes alternativas para llevar a cabo el manejo nutricional de los terneros destetados precozmente.

Simeone y Beretta (2002) realizan una caracterización de los posibles sistemas de alimentación post destete, según la base forrajera utilizada y la incorporación o no de suplementos (figura 1).



Fuente: Simeone y Beretta (2002).

Figura 1. Sistemas de manejo para realizar destete precoz.

Rovira (1996) confirma que terneros destetados precozmente alimentados en campo natural tuvieron una performance de 0,150 Kg/día. Aun estos terneros siendo suplementados al 1,4% del peso vivo no superaron los 0,250 Kg/día. El lote testigo del experimento que permaneció al pie de sus madres hasta los 6 meses de edad tuvo una ganancia de 0,631 Kg/día en el mismo período que los anteriores (3 meses).

A nivel nacional se ha investigado sobre la performance de terneros destetados precozmente en diferentes situaciones de producción, variando el tipo de pastura, el nivel de suplementación y la asignación de forraje, tanto para pariciones de primavera como de otoño. A continuación, se presenta una síntesis de los principales trabajos realizados en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la EEMAC (cuadro 1).

Cuadro 1: Ganancia Media Diaria (GMD) y Eficiencia de Conversión (EC) de terneros al pie de la vaca o destetados (DP) y sometidos a diferentes manejos alimenticios en pastoreo, provenientes de pariciones de primavera u otoño. Síntesis de resultados de experimentos.

Descripción de la situación de producción	GMD Esperada (kg.p/día)	EC de la ración	Referencias
Pariciones de primavera			
Terneros destetados a los 6 meses*	0.590		Simeone et al. (1997a)
Terneros de DP sobre praderas sin ración**	0.201-0.249		Simeone et al. (1997a)
Terneros de DP sobre praderas con ración (0.5% del PV)**	0.390	2.2:1	Simeone et al. (1997b)
Terneros de DP sobre praderas con ración (1.0% del PV)**	0.517	2.8:1	Simeone et al. (1997b)
Terneros de DP sobre praderas con ración (1.5% del PV)**	0.580	3.7:1	Simeone et al. (1997b)
Pariciones de otoño			
Terneros destetados a los 6 meses*	0.450		Simeone et al. (1997b)
Terneros de DP sobre praderas sin ración (AF=8%)***	0.631		Simeone et al. (2005) Simeone et al. ¹
Terneros de DP sobre praderas con ración (AF=8%, Supl. 1% del PV)***	0.700		Simeone et al. (2000) Simeone et al. (2005)
Terneros de DP sobre praderas con ración (AF=4%)***	0.409		Simeone et al. ¹ Simeone et al. (2005)
Terneros de DP sobre praderas con ración (AF=4%, Supl.0.5%del PV)***	0.744	1.7:1	Simeone et al. ¹ Simeone et al. (2005)
Terneros de DP sobre praderas con ración (AF=4%, Supl.1.0%del PV)***	0.854	2.7:1	Simeone et al. ¹

Fuente: Simeone y Beretta (2008).

*Permanecen al pie de la madre en campo natural.

**Manejados sobre pradera de Lotus con una asignación de forraje (AF) de 8 kg de materia seca (MS)/100 kg de PV.

***Manejados sobre pradera mezcla de gramíneas y leguminosas a una AF de 4 kg de MS/100kg PV.

Tanto en verano como en invierno la pastura debe presentar una buena disponibilidad de forraje (> a 2 tt/ha), de forma que esta no limite la capacidad de cosecha del ternero.

1: Sin publicar.

Simeone y Beretta (2008) definen estrategias de manejos para diferentes épocas de destete y diferentes situaciones de producción. En verano el mejor

desempeño citado es el de terneros manejados en praderas con una asignación de forraje del 8 % del peso vivo y suplementados con un concentrado energético-proteico, y en invierno la asignación de forraje adecuada sería del 4 % del peso vivo, disminuye debido a la mejor calidad de la pastura, y un nivel de suplementación de 0,5% del peso vivo, registrándose performances superiores, que si los terneros permanecieran al pie de la madre.

2.1.2.1. Confinamiento de terneros de destete precoz

Debido a las características propias de los sistemas de producción del Uruguay, sean estos, netamente criadores o de ciclo completo, sumado a las particularidades de cada zona, los trabajos de investigación han tenido a las pasturas, tanto campo natural (Rovira, 1996) o sembradas (Simeone y Beretta 2002, Gutiérrez y Sancristóbal 2007, Coppo 2007, Simeone y Beretta 2008), como su principal componente en la dieta, acompañado por diversos tipos de suplementos (Simeone y Beretta 2002, Gutiérrez y Sancristóbal 2007, Coppo 2007, Simeone y Beretta 2008), cubriendo los requerimientos de la categoría en cuanto a proteína y energía.

El encierre de terneros tiene varias implicancias a nivel del sistema productivo como liberar área para otras categorías o para otras actividades, acortar el ciclo de la invernada, permite obtener ganancias de peso moderadas en los terneros en épocas de forraje limitado y aumento de la carga general. Desde el punto de vista económico, permite realizar un menor gasto de concentrado y una conversión más eficiente del mismo en comparación con su utilización en la etapa final (Baldi et al., 2011).

A nivel regional en la última década se ha incrementado la utilización de encierres de terneros a corral en empresas agropecuarias. Tradicionalmente en Argentina los encierres a corral se utilizaron en la terminación de novillos y terneras que no lograban terminarse a campo, o que ya no tenían espacio a pasto en los sistemas de invernada corta. Surge la necesidad de llevar los terneros de destete precoz hasta el peso de destete tradicional como estrategia productiva para aumentar la eficiencia y los márgenes económicos de la producción de carne (Elizalde y Ceconi, 2006).

Simeone y Beretta (2002) mencionan la existencia de alimentación a corral en terneros de destete precoz (INTA Concepción del Uruguay, Argentina), utilizando dietas concentradas, con miras a la producción del “ternero bolita”,

basado en características particulares del mercado en ese país. El “ternero bolita”, es una categoría conformada por terneros que a la faena no superan los 8 meses de edad y una media res de 74 kg, atributos que aseguran terneza y tamaño de cortes demandados por el consumidor. Con esta nueva manera de producción, en ese país, el sector criador que ya había adoptado la práctica de destete precoz, podía implementar el feedlot de esta categoría en su campo o directamente vender los terneros post destete, dada la fuerte demanda por este insumo y altos precios ofrecidos (Monje, 2002).

Monje (2002) caracterizó la producción de ternero bolita, ingresando al corral como ternero de destete precoz (60 días de edad y 70 kg de peso). Una dieta estándar presenta 50 % de ración comercial, 28% de grano (maíz y sorgo), 20% de heno molido y 2% de una mezcla de minerales. Según distintos biotipos de razas, con un consumo promedio de 3,5 kg/a/día se alcanzan valores de 1 kg/a/día de ganancia de peso con una eficiencia de conversión promedio de 5 kg alimento consumido por cada kilo de ternero producido.

2.2. ASPECTOS ASOCIADOS AL MANEJO DE LA FIBRA EN DIETAS DE CONFINAMIENTO

2.2.1. Concepto y forma de cuantificación de la fibra

La fibra es un conjunto de hidratos de carbono estructurales o fibrosos, compuesta por celulosa, hemicelulosa, pectinas, β -glucanos, ácidos fenólicos y lignina, que forman parte de la pared celular de los vegetales (Bach y Calsamiglia, 2006). La cuantificación de la misma se realiza a través del método desarrollado por Van Soest (1994), el cual consiste en medir el nivel de fibra detergente neutro (FDN), como la cantidad de alimento que es insoluble en detergente neutro. La FDN incluye celulosa hemicelulosa y lignina (además de residuos de nitrógeno y minerales) y se correlaciona inversamente con el consumo voluntario de materia seca (Gaggiotti, 1996). La fibra detergente ácido (FDA) es el residuo que se obtiene tras un lavado de la FDN, usando una solución ácido detergente, en esta fracción se separa la hemicelulosa, quedando la celulosa y la lignina (además de residuos de nitrógeno y minerales) (Bach y Calsamiglia, 2006).

2.2.2. Peso relativo de la fibra en la dieta

Los requerimientos y recomendaciones de exigencias mínimas de fibra en la ración son consecuencia de la capacidad de la misma para prevenir la acidosis ruminal. Se define como acidosis sub aguda a la aparición de varios episodios durante los cuales el PH ruminal se encuentra entre 5,2 y 5,6 (Bach y Calsamiglia, 2006). Simeone y Beretta (2010) mencionan que en dietas altamente concentradas, el rol de la fibra es funcional, contribuyendo al mantenimiento de un rumen sano a través de promover la masticación y rumia, la motilidad ruminal, y la secreción de saliva cuyo efecto buffer contribuye al mantenimiento del pH. Calsamiglia (1997) sugiere que la fibra contribuye al mantenimiento del funcionamiento ruminal (llenado ruminal y estímulo de las contracciones ruminales) y de las condiciones ruminales (pH, a través de la secreción salivar dependiente de la masticación y la rumia). Estas dos funciones dependen de la composición, la degradabilidad y la forma de presentación de la fibra. Por otro lado, la fibra supone un inconveniente, en el sentido que limita el contenido energético de las raciones (baja digestibilidad) y el potencial de ingestión. La formulación correcta de raciones debe buscar el equilibrio entre la ingestión máxima de materia seca (niveles bajos de FDN) y el mantenimiento de las funciones y condiciones normales del rumen (aportando unos niveles mínimos de FDN y FAD)

2.2.3. Degradabilidad de la fibra

Para degradar el alimento, los rumiantes tienen poblaciones de microorganismos en el rumen (bacterias, protozoos y hongos); según Van Soest (1994) esta población es modificada y se adapta según el tipo de dieta que ingiera el animal, por lo tanto, se promoverán como productos finales de la degradación, cierto tipo de ácidos según los microorganismos predominantes, ácidos con los que se verán favorecidos, pero que perjudican la sobrevivencia de otros microorganismos, los cuales no sobreviven en el ambiente ruminal. Los microorganismos celulolíticos tienen un crecimiento óptimo en un pH 6,7 y su funcionamiento es normal en pH 6,2 – 7,2; las condiciones dentro del rumen deben ser mantenidas en estos rangos para mantener un correcto crecimiento de los microorganismos y una correcta función ruminal. El ambiente ruminal se mantiene en estos valores por la producción de saliva y su efecto buffer.

Calsamiglia (1997) menciona que la fibra se fermenta en el rumen lentamente por la acción de las bacterias fibrolíticas. El proceso de degradación

de la fibra se inicia con la adhesión de las bacterias a la pared vegetal, proceso que se realiza a una velocidad inversamente proporcional al grado de lignificación de dicha pared. Una vez adheridas, la degradación de los componentes de la pared celular progresa por la acción de las celulasas y hemicelulasas, y varía en función de la composición, el entramado tridimensional de los componentes y el grado de lignificación. Las bacterias fibrolíticas producen glucosa o pentosas como productos intermedios, y utilizan mayoritariamente vías fermentativas que conducen a la producción de acetato como producto final.

Bach y Calsamiglia (2006) consideran que la actividad de las bacterias degradadoras de la fibra se ven afectada negativamente cuando el pH es menor a 6,2. Disminuciones de pH pueden darse a causa de un aumento en la cantidad de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen, por altas proporciones de almidón en la dieta, niveles de fibra efectiva muy bajos o baja digestibilidad de la misma. La acción de las bacterias fibrolíticas produce la fermentación lentamente de la fibra en el rumen. La degradación de la fibra se inicia con la adhesión de las bacterias a la pared vegetal, proceso que se realiza a una velocidad inversamente proporcional al grado de lignificación de dicha pared. Una vez adheridas, la degradación de los componentes de la pared celular progresa por la acción de las celulasas y hemicelulasas, y varía en función de la composición, el entramado tridimensional de los componentes y el grado de lignificación. La degradabilidad efectiva en el rumen de la fibra potencialmente degradable depende de la velocidad de tránsito ruminal y de su velocidad de degradación.

2.2.3.1. Fibra físicamente efectiva

La Fibra Detergente Neutra físicamente efectiva (FDNef) se relaciona con la concentración de fibras, tamaño de partícula, y la reducción de tamaño de las mismas. La FDNef influye con la formación de la estera ruminal, que puede ser un factor crítico para retener selectivamente la fibra en el rumen, la determinación de la dinámica del rumen, la fermentación, el paso, y estímulo de la rumia (Mertens 1997, Calsamiglia 1997). Mertens (1997) diferencia la FDNef de la Fibra Detergente Neutra efectiva (FDNe). La primera está relacionada con las características físicas de la fibra antes mencionadas, mientras que la FDNe está referida a la capacidad de reemplazar forraje o fibra en una ración de manera que el porcentaje de grasa en la leche producida por vacas que comen

la ración, se mantenga eficazmente, lo que estaría dado por la capacidad de la fibra de la dieta en estimular la masticación y la rumia.

Mertens (1997) definió a la FDNef de un alimento como el producto de su concentración de FDN y su factor de eficacia física (PEF). Por definición, PEF varía de 0, cuando la FDN no es eficaz en la estimulación de la masticación, a 1 cuando la FDN es plenamente eficaz en la promoción de la masticación. Cada alimento dependiendo de su forma física presenta una FDN efectiva diferente (cuadro 2).

Cuadro 2: Contenido de fibra (FDN), factor de efectividad física de la fibra (fef) y fibra físicamente efectiva (FDNef) para diferentes alimentos y forma de procesamiento.

Alimento	Forma física	FDN (%MS)	Fef	FDNef (%MS)
Heno gramíneas	Largo	73	1	73
Heno alfalfa 10% floración	Largo	42	1	39,9
Heno alfalfa 10% floración	Picado grueso	42	0,9	35,7
Ensilaje de maíz	Picado grueso	40	0,9	36
Ensilaje de maíz	Picado fino	40	0,8	32
Ensilaje sorgo planta entera	Picado grueso	65	1	61,8
Maíz grano	Entero	10	1	10
Maíz grano	Molido grueso	10	0,4	4
Harina soja (44% PC)	Peleteado	15	0,4	6
Cáscara de soja	Peleteado	67	0,4	26,8

Fuente: modificado de Mertens por Ayçaguer et al. (2011).

Según Calsamiglia (1997) se encuentran diferencias de FDNef entre gramíneas y leguminosas, en las primeras varía de 98% a 73%, y en leguminosas entre 92% a 67% de la FDN respectivamente. Los valores más altos corresponden a forraje ofrecido largo, y los mínimos a partículas de forraje ofrecido a menos de 0,63 cm.

2.2.3.2. Niveles de fibra requeridos por los bovinos en confinamiento

Para dietas de corral altamente concentradas valores de FDNef entre 7 y 10% de la materia seca son recomendados por Fox y Tedeschi (2002), para mantener el pH del rumen por encima de 5,7 valores a partir del cual

comenzaría a afectarse el consumo de materia seca. Para Mertens (1997) un valor de FDNef de 15% sería el óptimo, obteniéndose muy poca variación en ganancia de peso vivo cuando ésta varía de 12 a 18% de la materia seca.

Calsamiglia (1997) menciona que la FDN se utiliza como índice de volumen de la ración y supone un límite a la capacidad de ingestión de la misma, teniendo un valor estimado de 1,2 % del peso vivo como mínimo en forma de FDN. Por encima de éste nivel, la FDN puede limitar la ingestión de alimentos, y en ningún caso debe superar el 1.4-1.5 % del peso vivo.

Según Pordomingo (2005) la cantidad mínima del recurso fibroso a incorporar en la dieta de feedlot, se ubica comúnmente entre el 5 y el 10% de la dieta (base seca), dependiendo del contenido de fracciones fibrosas en los otros componentes de la dieta. El contenido mínimo de fibra detergente ácido (FDA), de los elementos fibrosos sería de un 10%, para desarrollar una actividad fermentativa adecuada y al menos la mitad de ese aporte provenga de una fuente de fibra efectiva o larga tal como los henos o ensilajes.

2.3. FUENTES DE FIBRA EN DIETAS DE CONFINAMIENTO

Simeone et al. (1996), concluyen luego de un relevamiento de los principales confinamientos de Uruguay que las fuentes de fibra más utilizadas son silo de maíz, heno de pradera, paja de arroz y paja de trigo, siendo la primera usada en más del 55% de los animales confinados. Los residuos de cosecha presentan baja digestibilidad asociado al alto contenido de Fibra Detergente Acida (FDA) además del alto contenido de lignina en el caso de paja de trigo y elevado tenor de sílice en la paja de arroz.

Las fuentes de fibras más comúnmente utilizadas en los sistemas de alimentación a corral o feedlot es el heno, suministrado como picado o molidos grueso y de calidad intermedia o baja. Otras oferentes de fibra son los ensilajes de planta entera, algunos con buen contenido energético por la presencia de grano como son los de maíz, sorgo y avena o cebada, o silos de pasturas como raigrás que presentan alta digestibilidad. En un nivel intermedio se encuentran aquellas fuentes sin fibra larga, provenientes de la industria de los alimentos como afrechillo de trigo, raicilla de malta y las cáscaras (de girasol, de semilla de algodón o maní) (Pordomingo, 2005).

Si bien la cantidad de fibra necesaria en la dieta de feedlot es baja, su suministro es una limitante operativa y económica. El heno cosechado en rollos y luego procesado para su mezclado en dietas se convierte en uno de los insumos más caros por unidad de energía digestible. A su vez en la mayoría de los feedlot de escala pequeña no se dispone de herramientas para molienda de henos (Pordomingo, 2005).

Simeone y Beretta (2008) menciona que la sustitución de fibras larga por otras como las cascara de semillas o la contenida en subproductos de la industria alimentaria, facilita la operativa del manejo al mismo tiempo que se mantiene una dieta altamente concentrada.

Se han evaluado alternativas en cuanto a sustitución de fibra larga en dietas altamente concentradas por subproductos de la industria, generando resultados interesantes, ya que la inclusión de este tipo de fibra sería del entorno al 10% de la dieta, trayendo ventajas desde el punto de vista operativo, ya que se descarta el uso de fardo o ensilaje de planta entera, que necesitan maquinaria más compleja para su procesamiento. La desventaja de incluir estos alimentos primeramente mencionados, es que utilizados en estas proporciones, pueden contribuir a trastornos digestivos no deseados (Simeone y Beretta, 2010).

2.3.1. Ensilaje planta entera sorgo

Ribeiro (2007) menciona que el uso de sorgo para ensilaje es favorecido por presentar este cultivo niveles de carbohidratos solubles, capacidad tampón relativamente baja, contenido de materia seca superior al 20% y estructura física que beneficia la compactación durante el llenado del silo. El ensilaje de sorgo presenta ventajas en comparación con el de maíz, como ser menores costos de producción, mayor tolerancia a la sequía y mayor producción de materia seca bajo estas condiciones.

Para que un ensilaje sea considerado de buena calidad es necesario que preserve al máximo posible las características nutricionales del material original. Valores entre 30 y 35 % de materia seca, 3,6 a 3,8 de pH, tenores de ácido láctico superiores al 5%, ácido acético y butírico inferiores a 2,5% y 0,1% respectivamente, relación N-NH₃/NT menor al 10%, son índices aceptables para un buen ensilaje. El ensilaje de sorgo presenta valores nutricionales de muy buena calidad (Ribeiro, 2007).

Cuadro 3: Valores nutricionales de ensilaje de sorgo planta entera (valor en %MS).

Materia seca	PB	FB	FND	FAD	LAD	NH4	EE
<20	11.26	32.39	60.28	36.84	4.17	0.09	3.41
25-30	9.87	30.13	56.88	33.94	5.67	0.02	3.38
>35	9.63	29.72	55.78	33.78	4.67	0.02	3.51

Fuente: Calsamiglia et al. (2004)

Esta fuente de fibra presenta una concentración de energía metabolizable semejante a la que puede proveer un verdeo de invierno o una pastura en primavera. Su proporción en las dietas depende de las ganancias objetivo (Pordomingo, 2005).

Adewakun (1989) experimentando con terneros destetados de 159 kg, de las razas Angus y Hereford, fueron alimentados a corral con raciones en base a ensilaje de planta entera de maíz, ensilaje planta entera de sorgo dulce (dos cultivares) y heno de festuca. Concluyo que alimentar a terneros con silo planta entera de sorgo dulce, especialmente la variedad Brandes, no presento diferencias en ganancia de peso respecto a ensilaje planta entera de maíz (0,79 kg/ día), siendo adecuado la sustitución de estos materiales en terneros en pleno crecimiento. Tampoco se encontraron diferencias en cuanto a eficiencia de conversión en los ensilajes (7 Kg MS consumida por 1 Kg ganancia de peso vivo).

Simeone y Beretta (2011) realizaron un experimento donde evaluaron dos niveles de inclusión de ensilaje de planta entera de sorgo (10% vs 30%) y dos largo de picado (largo vs corto) en dietas para novillos en engorde a corral. En cuanto al nivel de inclusión se encontraron diferencias en performance productiva, mejorando en un 15% la eficiencia de conversión cuando la participación del silo pasa del 30% al 10%, mientras que no se encontraron diferencias significativas en el largo de picado del ensilaje.

2.3.2. Retornable fino

“El subproducto llamado retornable fino es obtenido luego que la madera que llega a la planta de celulosa, es chipeada, e introducida en la caldera de acopio. El sobrante de ese proceso, que es clasificado según su tamaño de

partícula como grueso o fino, es a su vez acopiado y luego devuelto a las plantaciones (...). En algunas plantas de celulosa ese sub producto es usado como fuente de energía a través del proceso de combustión” (Simeone y Beretta, 2010).

Slyter y Kamstra (1974) realizaron un experimento en el cual incluían en la dieta de vaquillonas Hereford, aserrín de pino, concluyendo que al incluir hasta 15% del mismo en la dieta el consumo de alimento no disminuyó; sin embargo con niveles mayores se reducía éste y la eficiencia de conversión en los animales.

González y González (1999) señalan que residuos de árboles como hojas, ramas, tallos corteza, y también los subproductos de la industria (virutas, aserrines, líquidos de la industria de pasta y papeleras), han sido y son una fuente de alimentos para los animales, sobre todo en épocas de escasez de pasturas y de raciones concentrados.

2.3.3. Fuentes de fibra y respuesta animal

Existen antecedentes de experimentos que evalúan la performance de animales alimentados a corral con diferentes fuentes de fibra y cantidades así como otros que varían las características de la dieta base (cuadro 4).

Cuadro 4: Performance de rumiantes consumiendo raciones totalmente mezcladas difiriendo en la cantidad y fuente de fibra.

ANIMAL			DIETA					PERFORMANCE			Ref.*
Cat.	Peso inicial	Raza	Dieta base	% Conc.	% FDN	%PC	Fuentes de fibra	Ganancia (Kg/d)	Consumo Kg/d (%PV)	EC	
Ter(DP)	71	Angus	CONC	75	20	16,1	ALF	0,721a	3,18(3,16)a	4,41a	1
			CONC	50	30	16,2	ALF	0,560b	3,10(3,24)b	5,55b	
			CONC	25	40	16,3	ALF	0,383c	2,64(2,94)c	6,90c	
Ter(DP)	96	Braford	CONC	35	47,97	15,6	ET	0,270	2,24(1,97)	9,17	2
			CONC	45	42,91	15,72	ET	0,536	3,01(2,36)	6,41	
			CONC	55	37,32	15,93	ET	0,728	3,49(2,59)	4,90	
			CONC	65	32,97	15,95	ET	0,784	3,87(2,83)	5,22	
Vaq	275		SFM	87,5	12,31	15,39	ALF	1,09a	6,61a	6,06a	3
			SFM	87,5	17,93	15,04	CA	1,22a	6,99a	5,7a	
			SFM	87,5	16,65	14,14	ES	1,20a	6,70a	5,6a	
Vaq	250	Nelore	MZ + FC	49,9	43	15,4	ESG	1,04a	5,81a	5,71a	4
			MZ + FS	50,05	38,6	17	ESG	1,1a	5,91a	5,63a	
Ter	179	Holando y Jersey	MZ	40,6	32	14,6	ESG	1,21a	6,176a	5,13a	5
			MZ +Urea	41,2	33	14,9	ESG	1,249a	6,575a	5,27a	
			MZM	40,6	32	14,6	ESG	1,289a	7,065a	5,64a	
Nov	186	Angus	GSM	60	...	12,4	PA 20%	1,23a	8,09a	6,57	6
			GSM	37	...	12,6	PA 40%	1,09b	9,40a	8,62	
			GSM	47,5	...	13,4	ALF 40%	0,98bcd	7,40b	7,55	
			GSM	59	...	12,3	CAR 20%	1,02bc	7,00b	6,86	
			GSM	58	...	12,1	PP 20%	0,89d	7,40b	8,31	
Nov	155 y 268	Angus	MZ	72	18,2	14,3	ALF+HG	1,288a	6,95(2,92)a	4,85a	7
			MZ	73,7	17,2	14,3	HG	1,354a	7,07(2,92)a	4,62a	
			MZ	60	20	14	HG	1,375a	7,01(2,90)a	4,56a	
Vaq	365	NxAA y NxS	FS+MZ	53,6	31,8	12,1	EM	1,7a	11,5(2,7)a	6,9a	8
			FS+MZ+CM	60	38,6	11,8	EM	1,6a	10,2(2,5)ab	5,9a	
			FS+BH	60	28,3	11,5	EM	1,5a	8,3(2,1)c	7,3a	
			FS+RMA	61	31,2	11,3	EM	1,6a	9,1(2,2)bc	6,3a	
Ter	130	Hereford	GSM	90	17,6	14,6	HM	1,152a	5,47 (3,03)a	5,47a	9
			GSM	93,6	17,3	14,6	CAR	1,146a	5,46 (2,98)a	5,46a	
			GSM	94	17,8	15,1	RF	1,118a	5,26 (3,10)a	5,40a	
Nov	283	Hereford	GSM	87	18,3	13,2	HM	1,773b	11,49 (2,98)a	6,09a	
			GSM	94,5	17,6	12,8	CAR	1,514c	10,43 (2,91)b	6,54a	
			GSM	92	18,2	13,2	RF	2,025a	11,21 (2,92)a	4,97b	
Borrego	24		MZM	42	40,78	16,61	AP	0,246	1,642	6,67a	10
			MZM	45	32,26	16,13	RM	0,203	1,683	8,29b	
Corderos	30	SI Y B	MZ	66,4	30,95	15,01	AVE	0,199a	68,4 (g/kg ^{0,75})a	5,4a	11
			MZ	52,8	30,85	15,41	AVE	0,162b	65,0 (g/kg ^{0,75})a	6,2ab	
			MZ	44	43,05	14,75	AVE	0,158b	64,5 (g/kg ^{0,75})a	6,6a	

Letras diferentes en la misma columna difieren significativamente dentro del mismo experimento.

*Referencias: 1. Pordomingo (2002a), 2. Da Costa Eifert et al. (2004), 3. Defoor et al. (2002), 4. D'Oliveira et al. (1997), 5. Miranda de Vargas et al. (2008), 6. White y Reynolds (1969), 7. Pordomingo et al. (2002b), 8. De Araujo Marques et al. (2000), 9. Ayçaguer et al. (2011), 10. Guerra-Medina et al. (2010), 11. Morais de Oliveira et al. (2003).

Abreviaturas:

AP: Aserrín de pino	EM: Ensilaje Maíz	MZ: Maíz	MZ +U: Maíz + Urea
ALF: Heno de alfalfa	ES: Ensilaje de sudan	MZM: Maíz molido	PA: Paja de Arroz
AVE: Heno de Avena	ET: Ensilaje Triticale	PP: Pellets Polietileno	
BH: Barrido de Harina	FC: Farelo de Canola	RF: Retornable Fino de celulosa	
CA: Cáscara de algodón	FS: Farelo de Soja	RM: Rastrojo de maíz	
CAR: Cascara de Arroz	GSM: Grano Sorgo Molido	RMA: Raspa de Mandioca	
CM: Cascara de Mandioca	HG: Harina Girasol	SGP: Sudangrass Pellets	
CONC: Concentrado	HM: Heno de Moha molido	SFM: Steam-Fkeake de maíz	

Pordomingo (2002) evaluó la performance de terneros destetados entre los 60 a 80 días de edad alimentados a corral durante 64 días con 75, 50 y 25 % de fibra en la dieta, donde el incremento del nivel de fibra redujo la ganancia diaria promedio del ensayo en forma lineal ($p < 0,05$). Los terneros con 20% de FDN fueron 13,1 y 25,4 kg más pesados que los de 30% de FDN y 40% de FDN respectivamente. A su vez los terneros alimentados con 40% de FDN tuvieron una ganancia diaria de PV inferior ($p < 0,01$) y resultaron 10,3 kg más livianos que el promedio de los otros dos tratamientos. Varias experiencias de destete precoz sobre pastoreo exclusivamente o con suplementación (Lusby y Wettemann 1980, Baccino y Umpierrez 1999, Simeone y Beretta 2002) han expuesto la fragilidad del ternero de destete precoz a dietas de alto contenido de fibra y baja en concentrados.

Por otro lado Defoor et al. (2002), alimentando vaquillonas con tres dietas altamente concentradas (87,5 %) utilizando como fuente de fibra heno de alfalfa, cáscara de algodón y ensilaje de sudan respectivamente, no obtuvieron diferencias en cuanto a consumo de MS, ganancia media y eficiencia de conversión, sobre una base igual de FDN, ratificando de esta manera la importancia del concentrado.

Da Costa Eifert et al. (2004) evaluando terneros de destete precoz con distintos niveles de concentrado (35, 45, 55 y 65%), utilizando ensilaje de triticale como fuente de fibra, concluyen que utilizando niveles por encima de 45 % de concentrado se obtienen ganancias similares a terneros destetados a los 210 días de edad, equivalente a suplementar estos animales con un 1% del peso vivo. La eficiencia de conversión mostro una distribución cuadrática, obteniendo un máximo de 4,85 kg MS/kg peso vivo, para un nivel de 58,7 % de concentrado.

Miranda de Vargas et al. (2008) suministrando dietas con una relación voluminoso/concentrado de 40:60, siendo el voluminoso ensilaje de sorgo y el concentrado maíz, entero tratado con urea o molido no encontraron diferencias en consumo de MS, ganancia media diaria y eficiencia de conversión. Resultados similares obtuvo Pordomingo (2002b) también con dietas basadas en grano entero de maíz como concentrado a un nivel de ente 60 y 70 %, utilizando como fuente de fibra, heno de alfalfa y harina de girasol, en un caso, en otro solo harina de girasol y en otro grano de avena entero donde no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo aunque

sin diferencias significativas al nivel de $P=0,05$ los autores destacan una tendencia ($P= 0,062$) en los promedios hacia un mayor ritmo de engorde para los tratamientos sin heno de alfalfa. Estos resultados indican que la posible deficiencia de fibra efectiva en dietas de feedlot sin henos, podría ser contrarrestada con la utilización de granos enteros de maíz ó maíz y avena, complementados con harina de girasol, indicando de esta forma la utilización de una dieta más concentrada.

White y Reynolds (1969) realizaron un ensayo para estudiar el comportamiento de novillos alimentados con raciones que contenían 20 y 40% de paja de arroz, 20 y 40% heno de alfalfa, 20% de cáscara de arroz, 20% de gránulos de polietileno, 40% pasto sudán deshidratado y solo concentrado. Novillos que recibieron la ración con 20% paja de arroz consumían más concentrado y obtuvieron mejores ganancias de peso que los novillos alimentados con las otras raciones siendo el consumo de heno de alfalfa menor que la paja de arroz. En el tratamiento de pellet de polietileno obtenido como residuo de la industria textil que fue utilizado como fuente de fibra, no se obtuvieron buenos resultados siendo la peor performance, para el cual se encontraron residuos de este alimento en el rumen de los animales luego de sacrificado.

Guerra-Medina et al. (2010) alimentando borregos con dietas con 30 % de fibra (aserrín de pino (AP) vs rastrojo de maíz (RM)) y 70 % de concentrado (maíz molido como principal componente) observaron que los borregos alimentados con AP ganaron un 21% más de peso, respectos al tratamiento RM, el consumo fue similar, pudiendo agregarse AP en dietas con ese nivel de fibra sin tener trastornos digestivos. La diferencia en ganancia de peso se atribuye a la mejor eficiencia alimenticia que tuvieron los borregos del tratamiento AP, indicando que hubo mejor utilización del alimento consumido para ganancia de peso.

Como último antecedente Ayçaguer et al. (2011) evaluaron fuentes alternativas de fibra efectiva derivadas de subproductos agroindustriales de baja calidad nutricional como sustitución a la fibra larga aportada por reservas forrajeras en novillos y terneros alimentados con dietas de corral altamente concentradas. Suministraron tres dietas iso energéticas, iso proteicas e iso FDN, para cada categoría utilizando como fuente de fibra cáscara de arroz (CA), retornable fino de la industria de la celulosa (RF) y heno de moha (HM)

como testigo. El efecto de la fibra sobre la ganancia media diaria fue dependiente de la categoría animal, no hallándose diferencias entre fuentes en terneros; en tanto en novillos los alimentados con CA mostraron menor ganancia que RF y HM, 1,514, 2,025 y 1,773 kg/día respectivamente. En cuanto al consumo de materia seca, éste no estuvo afectado significativamente por la categoría, la fuente de fibra ni la interacción entre ambos. Respecto a la eficiencia de conversión dentro de los terneros la fibra no causó efectos significativo, pero en novillos el RF mostro una mejor eficiencia que CA y HM. Estos resultados demuestran la viabilidad de la utilización de este tipo de residuos como fuente de fibra en dietas altamente concentradas a corral, reforzando nuestra hipótesis.

2.4. FORMA DE SUMINISTRO DEL ALIMENTO

Se caracterizan dos formas principales de suministro de alimento a animales en confinamiento, pudiendo ser restringido o ad libitum, diario una o más veces al día, o bien ofrecido en comederos de autoconsumo. A su vez los componentes de la dieta (voluminoso y concentrado), pueden presentarse por separado, en diferentes comederos, o totalmente mezclados en un mismo comedero.

Simeone et al. (2007) mencionan que la forma de suministro del concentrado, ya sea bajo autoconsumo o suministro diario, así como también la forma de inclusión de la fuente de fibra cuando esta es un heno de baja calidad (mezclada con el concentrado o el fardo ad libitum), perturbarían la performance animal, variando el consumo total de materia seca, la relación voluminoso: concentrado en el alimento consumido, el aprovechamiento de los nutrientes ingeridos y la eficiencia de conversión del alimento en el corral. El racionamiento del concentrado en comederos de autoconsumo respecto al suministro diario podría afectar a la estabilidad en el consumo diario, el ambiente ruminal y la performance animal.

Este mismo autor, experimentando con terneros Hereford de 150 kg, probó que no existen diferencias en cuanto a ganancias de peso vivo, en lo que refiere a suministrar el alimento bajo forma de autoconsumo o suministrado diario (Simeone y Beretta, 2011).

La alimentación restringida al 85 o 90% del consumo voluntario del animal es una estrategia que algunos feedlots incorporan para mejorar la

eficiencia de conversión y regular los sobreconsumos. En la mayoría de las dietas de alta energía (a base de 70 a 90% de grano), la restricción de la oferta diaria de alimento en un 10 a 15% con respecto al consumo voluntario esperable resulta en aumentos de peso similares a los alcanzables en consumo ad libitum, particularmente en etapas tempranas del engorde (Pordomingo, 2005).

Para obtener buenos resultados en un encierre con dietas ad libitum, es clave que la dieta sea suministrada no menos de tres veces al día, esto permite estabilizar el pH ruminal en niveles superiores a 6 y eliminar los efectos nocivos de la caída del pH por consumo de gran cantidad de alimento en ofertas menos frecuentes (Pordomingo, 2005).

2.4.1. Autoconsumo

La tecnología de suplementación en autoconsumo consiste en permitir el acceso libre de los animales a un comedero especialmente diseñado para proveer alimento a medida que éste es requerido por los animales (Rovira y Velazco, 2012). La utilización de esta tecnología data de la década del 40 en los Estados Unidos, en los años 80 se comienza a difundir y adoptar en nuestro país, en los sistemas de arroz-ganadería del este cuya limitante principal era el acceso diario a los potreros. Posteriormente en la década del 2000 se adoptó masivamente en todo el país debido a la intensificación de los sistemas de producción ganaderos.

Simeone y Beretta (2008), sostienen que la práctica del autoconsumo se adecua a condiciones de campo natural de nuestro país, donde terneros destetados y alimentados con esta pastura pierden peso (150/200 g/día). Esta tecnología “soluciona” dificultades operativas y en este sentido contribuye a aplicar de manera más adecuada la técnica de suplementación energético-proteica de terneros. Estos autores sugieren tomar medidas en cuanto a la tasa de ingestión y consumo total diario del suplemento, mediante la utilización de granos de baja degradabilidad ruminal, subproductos con mayor contenido fibroso o reguladores del consumo como sal (10% de la dieta). Rovira y Velazco (2012) mencionan que se considera adecuado un nivel de consumo de sal en ganado bovino de alrededor del 0,10-0,15% del peso vivo cuando la sal forma parte de raciones de autoconsumo.

Simeone y Beretta (2010) publicaron resultados obtenidos en el invierno-primavera 2009, donde utilizaron 90 terneras de razas británicas de 150 kg, comparando suministro diario de concentrado energético-proteico, frente a autoconsumo (con NaCl al 12%), en campo natural, el nivel de suplementación fue del 1% del peso vivo. Los resultados obtenidos concluyen que en el período invernal se encontraron diferencias significativas, en ganancia media diaria a favor de la suplementación con autoconsumo (0,348 kg GMD), con suministro diario bajo la performance (0,260 kg GMD) y el testigo registro pérdida de peso (-0,237 kg GMD). Las eficiencias de conversión del suplemento para el caso del autoconsumo fueron de 3,6:1 (kg de suplemento/kg de peso vivo obtenido) y para la suplementación diaria fue de 3,2:1. Rovira y Velazco (2012) con terneros de 190 kg pastoreando campo natural, realizaron suplementación comparando suministro diario y dos niveles de sal en autoconsumo (9% vs 15%), lograron eficiencias de 3,1, 4,4 y 5,4 kg de suplemento para depositar 1 kg de peso vivo respectivamente.

En cuanto a comportamiento animal se constató que las terneras suplementadas dedicaron menor tiempo al pastoreo que las terneras sin suplementación, este efecto fue más pronunciado con el autoconsumo (Simeone y Beretta, 2010). Resultados similares obtuvieron Rovira y Velazco (2012), terneros dedicaban menor tiempo al pastoreo cuando fueron suplementados bajo régimen de autoconsumo.

Respecto a la utilización de comederos autoconsumo en corrales con dietas altamente concentradas con bajo nivel de fibra (15%), Simeone et al. (2007) comprobaron que no hay diferencias en performance animal, en cuanto a la forma de suministro de la dieta, ración totalmente mezclada (RTM) vs ración en autoconsumo con una fuente de fibra (heno) ad libitum en el corral.

Simeone et al. (2011) llevaron a cabo un experimento con terneros Hereford de 148 kg evaluando el sistema autoconsumo en corrales con dietas altamente concentradas sin fibra larga, utilizando cascara de arroz (6,27% en base fresca). La performance de los terneros manejados bajo la forma de autoconsumo fue menor que los alimentados diariamente (1,362 kg GMD vs 1,562 kg GMD respectivamente), los primeros tuvieron una mejor eficiencia de conversión, debido a un menor consumo de MS. El comportamiento de los terneros en el corral tiende a ser similar a lo largo del día en los dos tratamientos, no hay diferencias importantes en tasas de consumo, pero hay

una diferencia notoria a favor del suministro diario a dedicar más tiempo al consumo en horas de la mañana, luego de depositado el primer suministro de la dieta diaria, lo que explica el mayor consumo de MS.

Lagreca et al. (2008), evaluaron dos estrategias de suministro del concentrado, diario vs autoconsumo, en terneros Hereford de 150 kg en confinamiento invernal de terneros. El autoconsumo presentó una mayor eficiencia frente al suministro diario (6,52 vs 7,41 kg MS/kg PV).

2.5 HIPÓTESIS

En dietas altamente concentradas suministradas a terneros de destete precoz alimentados a corral, es posible sustituir la fibra larga por retornable fino de celulosa, sin afectar la performance ni la eficiencia de conversión.

El retornable fino, dado su bajo contenido de humedad se adaptaría para ser suministrado en comederos de autoconsumo como fuente de fibra de raciones altamente concentradas ofrecidas a terneros de destete precoz a corral. Esta forma de suministro no afectaría el consumo ni la performance, con relación al suministro diario de la misma ración.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía, ubicada en el litoral norte del Uruguay en el departamento de Paysandú; a 32°20’9” de latitud sur, y 58°2’9” de longitud oeste, a 61 metros sobre el nivel del mar.

3.2. CLIMA

El departamento de Paysandú cuenta con un régimen de precipitaciones de 1200 milímetros anuales, una humedad relativa de 75% y una temperatura media anual de 17,5°C, variando entre un máximo promedio de 23,3°C y un mínimo promedio de 12,2°C (URUGUAY. MDN. DNM, 2011). Se presentan a continuación los valores de temperatura media, humedad relativa, y precipitaciones medias mensuales históricas para Paysandú (cuadro 5).

Cuadro 5: Temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR) medias mensuales históricas para Paysandú.

Parámetro	Enero	Febrero	Marzo	Abril
T (°C)	24,8	23,7	21,6	18
HR (%)	65	69	72	75
RR (mm)	100	131	147	103

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM (2011).

3.3. PERÍODO EXPERIMENTAL

El período de encierre de animales en régimen de confinamiento durante el cual se realizó la evaluación abarcó un periodo de 68 días, llevándose a cabo entre el 19 de febrero y el 27 de abril del año 2011, constando de una fase inicial de acostumbamiento a las dietas experimentales de 32 días (17/01/2011 al 18/02/2011).

3.4. ANIMALES

Fueron utilizados 27 terneros cruce de las razas Hereford y Bonsmara, 27 terneros, 14 machos y 13 hembras, nacidos en la primavera 2010 (peso

promedio a la entrada de encierro $88 \pm 20,5$ kg y 3 meses de edad). Todos los animales provienen del rodeo experimental de la EEMAC, fueron destetados precozmente (70 kg de peso y 60 días de edad) y siguieron con el acostumbramiento a la dieta del experimento.

3.5. INFRAESTRUCTURA

Se utilizaron 9 corrales a cielo abierto, todos ellos ubicados sobre un terreno con una pendiente próxima a 2,5% y delimitados perimetralmente por hilos electrificados (figura 2).

Tres corrales tenían medidas de 7 x 15 m (105 m^2), estando provistos por un comedero autoconsumo con capacidad para 2,5 toneladas de ración y 3m de frente de acceso. Los restantes corrales tenían dimensiones de 3,5 x 15 m ($52,5 \text{ m}^2$), estando provistos de un comedero que consistió en dos medio tanque cortados longitudinalmente unidos por maderas ubicados sobre el lado oeste del corral, donde accedían los animales y un bebedero del mismo tanque pero cortado transversalmente, de 58 cm de diámetro y 45 cm de altura.

Los 9 corrales contaban con un área de sombra, consistente en una malla sombrite al 80%, colocada a 3 metros de altura para favorecer la circulación de aire. Los corrales de autoconsumo contaban con 9 m^2 de sombrite por ternero, y los demás corrales tuvieron $4,5 \text{ m}^2$ de sombra por animal.

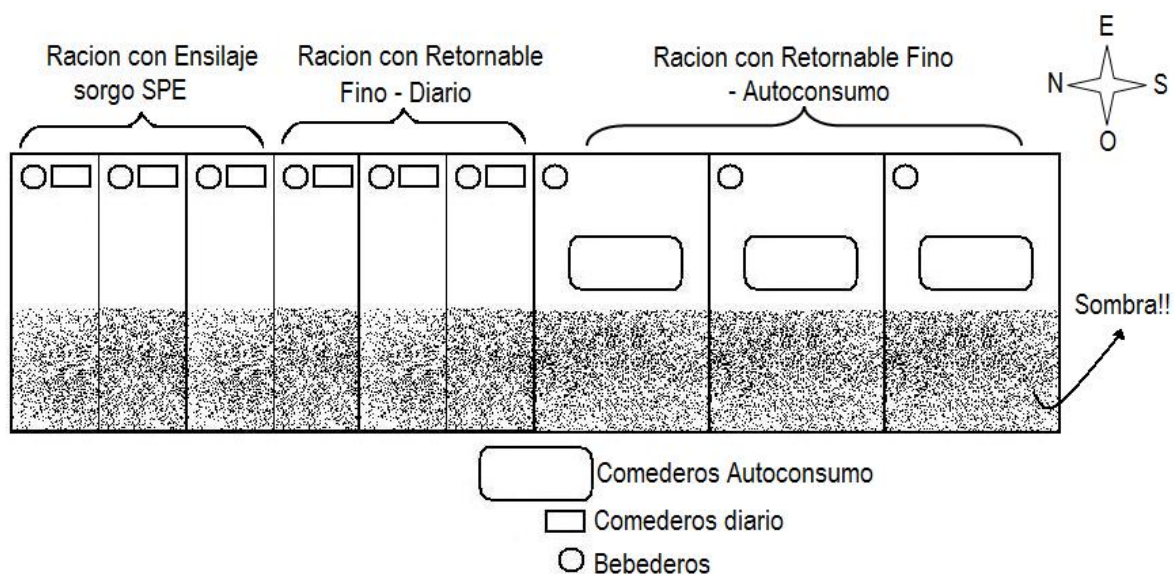


Figura 2: Croquis

3.6. ALIMENTOS

Fueron utilizados los siguientes ingredientes en la formulación de las dietas experimentales, cuya composición química se presenta más adelante (cuadro 6):

- Retornable fino (RF), subproducto derivado del procesamiento de la madera para la extracción de celulosa.
- Ensilaje planta entera de Sorgo (EPES) picado fino.
- Ración comercial peleteada para terneros de destete precoz, elaborada a base de los siguientes ingredientes probables: cebada, trigo, maíz, sorgo, avena, harina o expeller de soja o girasol, afrechillo de trigo o arroz, melaza, brotes de cebada, carbonato de calcio, fosfato bicálcico, sal.

Se formularon dos raciones totalmente mezcladas a base de ración comercial, variando la fuente de fibra, procurando que las mismas fueran similares en su aporte de energía, proteína y FDN por kg de materia seca (cuadro 7).

Cuadro 6: Composición química de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas.

Parámetros	Retornable	Ración	EPES
MATERIA SECA (%)	75,9	87,8	26
FDA (%)	72	5	31
FDN (%)	88	17	50
PROTEÍNA (%)	2	22,1	10,2
CENIZAS (%)	1	6,5	8,4
ADIN (%)	1,1	0,7	1

EPES: Ensilaje planta entera de sorgo

FDN: Fibra detergente neutro

FDA: Fibra detergente ácido

ADIN: Nitrógeno asociado a la fibra

Cuadro 7: Composición de las dietas experimentales.

Ingredientes (% MS)	Ración con retornable	Ración con
	fino	ensilaje
Retornable fino	8	0
Ensilaje planta entera sorgo	0	16
Ración comercial	92	84
Composición química (%MS)		
Materia seca (% base fresca)	86,8	77,9
Proteína cruda (%)	19,9	19
Fibra detergente neutro (%)	29,9	28,9
Fibra detergente ácido (%)	13	11
Cenizas (%)	6,4	7,1

3.7. TRATAMIENTOS

Se evaluaron dos dietas difiriendo en la fuente de fibra: ensilaje de planta entera de sorgo o retornable fino, ofrecidas a terneros de destete precoz manejados en régimen de confinamiento. Adicionalmente para la dieta a base de retornable fino se evaluó el efecto de la forma de suministro (diario o en comederos de autoconsumo). Tres tratamientos ortogonales:

- 1) Fuente de fibra: ensilaje de planta entera de sorgo; suministro de la RTM diario (ED)
- 2) Fuente de fibra: retornable fino, suministro de la RTM diario (RD)
- 3) Fuente de fibra: retornable fino, suministro de la RTM en comederos de autoconsumo (RA)

Los animales fueron sorteados en 9 grupos, y distribuidos al azar a los tratamientos. Cada grupo de animales, representando una unidad experimental ($n= 3/$ tratamiento), fue manejado en un corral independiente. Anteriormente se presentó la distribución de los tratamientos y unidades experimentales en los corrales utilizados (figura 2).

3.8. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se pueden diferenciar dos etapas bien marcadas dentro del procedimiento experimental:

- Período pre-experimental, destete precoz, dieta de transición y acostumbramiento a las dietas experimentales.
- Período experimental de aplicación de los tratamientos.

3.8.1. Período pre-experimental

Los animales fueron separados de sus madres en instalaciones de la EEMAC en el campo y transportados en camión a los corrales del casco el 17 de enero del 2011. Ese mismo día y el siguiente no se les suministro alimento a los terneros, pero si agua en bebederos. Pasado esos dos días se comienza a suministrar fardo de alfalfa de buena calidad a razón de 2% del peso vivo (500 g/ animal/día BF), lo más desagregado posible, colocando por encima de este la ración, a razón de 200 g/animal/día. En adelante se siguió suministrando la misma cantidad de fardo y aumentando la ración 200 g/animal/día, hasta alcanzar 1 kg el día 23 de enero de 2011. El 24 de enero se comenzó a introducir a razón de 200 g/animal/día base fresca (BF) de ensilaje planta entera de sorgo (EPES) hasta alcanzar 1 kg del mismo en la dieta.

El 29 de enero se comienza a aumentar la ración en 200 g/animal/día, hasta alcanzar los 2 kg/animal/día de la misma en la dieta, conjuntamente se

fue aumentando la cantidad de EPES en 250 g/animal/día, hasta alcanzar los 2,300 kg/día/animal (todo en base fresca).

El 1º de febrero se empieza a retirar el fardo a razón de 100 g/animal/día, luego de este período, la dieta pasó a ser 2,300 kg de EPES y 2,000 kg de ración durante una semana.

Hasta este momento la rutina de alimentación fue de una vez al día, temprano en la mañana (7:30 hs).

El 11 de febrero se separan los terneros en dos lotes para realizar el acostumbramiento al retornable fino (RF), por un lado, 18 terneros del tratamiento de esta fuente de fibra y por otro, 9 terneros del testigo. Al lote de 18 terneros se le fue disminuyendo 500 g/animal/día de EPES hasta llegar a 700 g/animal/día, luego en dos comidas al día se fue sustituyendo 150 g de silo por 150 g/animal/día de retornable fino, para llegar al comienzo del período experimental con este lote de terneros consumiendo solamente retornable fino de celulosa y ración, siendo el día 19 de febrero de 2011.

3.8.2. Período experimental de aplicación de los tratamientos

En el día 1 del periodo experimental los terneros fueron pesados, constituyendo este registro la co-variable de peso de inicio.

El alimento en los tratamientos con suministro diario fue ofrecido ad libitum distribuido en 2 comidas diarias, regulándose la cantidad diaria ofrecida de forma que el rechazo de alimento oscile en torno al 10% del ofrecido. El comedero de autoconsumo fue llenado con alimento suficiente para 10 días y rellenado cada 7 días, de forma de asegurar el suministro a voluntad.

El agua estaba disponible en los corrales a voluntad.

3.9. MANEJO SANITARIO

El día del destete los terneros fueron vacunados contra queratoconjuntivitis, clostridiosis y rinotraqueitis infecciosa bovina (IBR). El tratamiento fue repetido a los 21 días, previo a ser llevado los terneros a los encierros del experimento.

3.10. DETERMINACIONES

3.10.1. Registros climáticos

Se recogieron registros climáticos en cuanto a temperatura, humedad relativa y precipitaciones, para los meses correspondientes al periodo experimental, tomados de la estación meteorológica de la EEMAC.

3.10.2. Peso vivo

Los animales se pesaron cada 14 días sin ayuno, siempre por la mañana sin orden predeterminado de ingreso, mezclados todos los tratamientos.

3.10.3. Consumo de alimento

El consumo diario de alimento se estimó como la diferencia entre la cantidad de MS de alimento total ofrecido (kg/corral) y la cantidad de MS rechazada (kg/corral).

En los tratamientos con suministro diario, en tres días consecutivos en la semana, se registraba el peso total del alimento a ser ofrecido, y previo al suministro de la primer comida, se pesaba en fresco el rechazo presente en el comedero del día anterior en cada corral y sin retornarlo al comedero.

En el tratamiento de autoconsumo semanalmente se registró el alimento total colocado en el comedero y se peso el residuo previo a ser rellenado nuevamente.

En todos los tratamientos, el peso fresco del alimento ofrecido y del residuo fue corregido por el contenido de MS, determinado al principio de cada semana.

3.10.4. Patrón de consumo y comportamiento animal

En las semanas 2 y 9 del periodo experimental, durante 7 días consecutivos, se midió el consumo de MS en ambos tratamientos de acuerdo al procedimiento arriba descrito. En el caso del tratamiento con autoconsumo, el comedero se lleno en el día 1, siendo el residuo pesado cada 24 horas y luego retornado al comedero.

Adicionalmente, en los tratamientos con suministro diario, el alimento presente en el comedero se pesó al momento del suministro y a intervalos de 3 horas a los efectos de describir el patrón de consumo dentro del día.

En estas semanas se estimó el consumo de agua, a partir de la diferencia en volumen de agua en el bebedero, registrando las dimensiones del mismo y la altura del espejo de agua.

3.11. MUESTREOS Y ANÁLISIS QUÍMICO

Alimento ofrecido: en cada semana del periodo experimental el día 1 de medición del consumo se tomó una muestra representativa del ensilaje y una muestra de la ración de destete precoz ofrecidos a los animales.

Alimento rechazado: el día 2, el rechazo de alimento correspondiente al ofrecido en el día 1, se muestreo luego de haber sido pesado. Se tomaron submuestras del residuo de cada corral.

En los comederos de autoconsumo, semanalmente previo a rellenar el comedero se tomó una muestra del alimento residual.

Un total de 12 muestras compuestas (3 del ofrecido y 9 de rechazos) por semana se secaron en estufa para la determinación del contenido de MS (60°C 48 hs, hasta peso constante). Una vez secas las muestras, se molieron y conservaron en bolsa plástica para posterior análisis químico.

Los análisis químicos se realizaron sobre muestras de los ingredientes de la ración ofrecida (1 muestra compuesta por ingrediente promedio de todo el periodo experimental) y de los rechazos (1 muestra compuesta por corral).

3.12. VARIABLES CALCULADAS

3.12.1. Eficiencia de conversión

Para el cálculo de ésta variable se utilizaron los resultados obtenidos del consumo total de materia seca promedio diario y las ganancias media diaria para el periodo experimental. A continuación se describe la formula utilizada:

$$EC = \text{consumo (kgMS/a/d)} / \text{GMD (kg/a/d)}$$

Dónde: EC= eficiencia de conversión y GMD= ganancia media diaria

3.12.2. Composición química del alimento consumido

Para determinar la composición química del alimento consumido se estimó a partir de la diferencia entre la composición química del alimento ofrecido y la composición del alimento residual.

3.13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar, considerando como unidad experimental al grupo de animales por corral. El modelo estadístico incluyó el efecto de tratamiento y el peso inicial como covariable.

Los registros de peso vivo (PV) y CMS fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo, utilizando el procedimiento Mixed de SAS (del SAS Institute). El efecto de los tratamientos sobre la ganancia media diaria (GMD, coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 d_k + \beta_{1i} \zeta_i d_k + \beta_2 PV_{ij} + \sigma_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} : Peso vivo (PV)

β_0 : intercepto

ζ_i : efecto del i-ésimo tratamiento (i= ED, RD, RA)

ε_{ij} : error experimental

β_1 : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días (d_k)

β_{1i} : es la pendiente del peso vivo (PV) en función de los días (d_i) para cada tratamiento

β_2 : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento (PV_{ij})

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

VARIABLES como la EC, composición química de la dieta, fueron analizadas utilizando el procedimiento GLM de SAS (del SAS Institute), de acuerdo al modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + \zeta_j + \beta_1 PV_{ij} \varepsilon_{ij}$$

En todos los casos se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo I fue al 5% ($P < 0.05$). Las medias de tratamiento se compararon mediante contrastes ortogonales, evaluándose el efecto de la fuente de fibra a través del contraste (ED vs. RD + RA) y el efecto de la forma de suministro a través del contraste (RD vs. RA).

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

A continuación (cuadro 8), se detallan los datos de las condiciones climáticas registradas en el periodo experimental.

Cuadro 8: Condiciones climáticas del periodo experimental (17/01/11 al 19/04/11)

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril
T (C°)	25,8	23,3	22,2	19,4
RR (mm)	137,2	211,1	54,6	148,8

Fuente: elaborado a partir de datos de la estación meteorológica de EEMAC.

T: temperatura. RR: precipitaciones.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA

A continuación se presenta la composición química de las RTM ofrecidas (valores promedios para el periodo experimental).

Cuadro 9: Composición química de las raciones experimentales (expresadas en base seca).

Fuente de fibra	Ración con EPES	Ración con RF
Materia seca (% base fresca)	77,9	86,8
Proteína cruda	19,0	19,9
Fibra detergente neutro	28,9	29,9
Fibra detergente ácido	11,0	13,0
Cenizas	7,1	6,4

Todos los tratamientos estuvieron ad libitum durante el periodo experimental registrándose niveles de alimento residual de 7,4, 8,8 y 27,5 % del ofrecido para ED, RD y RA respectivamente (P= 0,0017).

La composición química de los rechazos presentó diferencias significativas asociadas al tratamiento para el contenido de cenizas (P= 0,0031) y FDA (P= 0,0251), no así para la fracción PC (P= 0,9331) y FDN (P= 0,2816).

La composición química del alimento consumido fue afectada por el tratamiento, registrándose diferencias para el contenido de cenizas ($P= 0,0290$). Se observó una tendencia en el caso de la proteína cruda ($P= 0,0594$), y no hubo diferencia en el contenido de fibra detergente neutra (FDN) ($P= 0,3716$) y fibra detergente acida (FDA) ($P= 0,4420$).

A continuación se presentan los valores medios de composición química de rechazos y de alimento consumido y de los rechazos para cada tratamiento y contrastes de medias.

Cuadro 10: Composición química del alimento consumido y de los rechazos para cada tratamiento (medias ajustadas por tratamiento y sus contrastes).

	TRATAMIENTO			CONTRASTES	
	ED	RD	RA	TIPO DE FIBRA	FORMA DE SUMINISTRO
	(1)	(2)	(3)	1 vs (2+3)	2vs 3
Composición química rechazos (%MS)					
Materia seca (% base fresca)	92,0	91,8	91,5
Proteína cruda	16,86	17,00	17,13	0,7521	0,8667
Fibra detergente neutro	35,00	38,35	35,34	0,3455	0,1969
Fibra detergente ácido	15,67	22,43	18,77	0,0186	0,0849
Cenizas	8,69	6,80	6,36	0,0011	0,3388
Composición química del alimento consumido (%MS)					
Materia seca (% base fresca)	77,9	86,8	86,8
Proteína cruda	19,20	20,20	21,41	0,0425	0,1460
Fibra detergente neutro	28,45	29,11	27,18	0,7919	0,1827
Fibra detergente ácido	10,64	12,11	9,89	0,8088	0,2268
Cenizas	6,98	6,31	6,49	0,0119	0,3923

ED: ración con ensilaje planta entera de sorgo como fuente de fibra, RD: ración con retornable fino de celulosa como fuente de fibra suministrado diariamente, RA: ración con retornable fino de celulosa como fuente de fibra suministrado en autoconsumo.

Valores en contrastes de $p < 0,05$ difieren significativamente

Las diferencias estuvieron asociadas a la fuente de fibra y no a la forma de suministro. El contenido de PC en la dieta consumida fue más bajo ($P=0,0425$) y el de cenizas más alto ($P=0,0119$) para el tratamiento ED con relación a los tratamientos RD y RA. En la composición química de los rechazos el contraste para tipo de fibra, difirió significativamente para fibra detergente ácido ($P=0,0186$) y cenizas ($P=0,0011$).

4.3. PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA

El peso vivo aumento linealmente en el tiempo ($P < 0,0001$), estando afectado por el peso vivo de inicio ($P < 0,0001$). Las pendientes de estas curvas, representando la ganancia media diaria, no difirieron entre tratamientos ($P = 0,6721$).

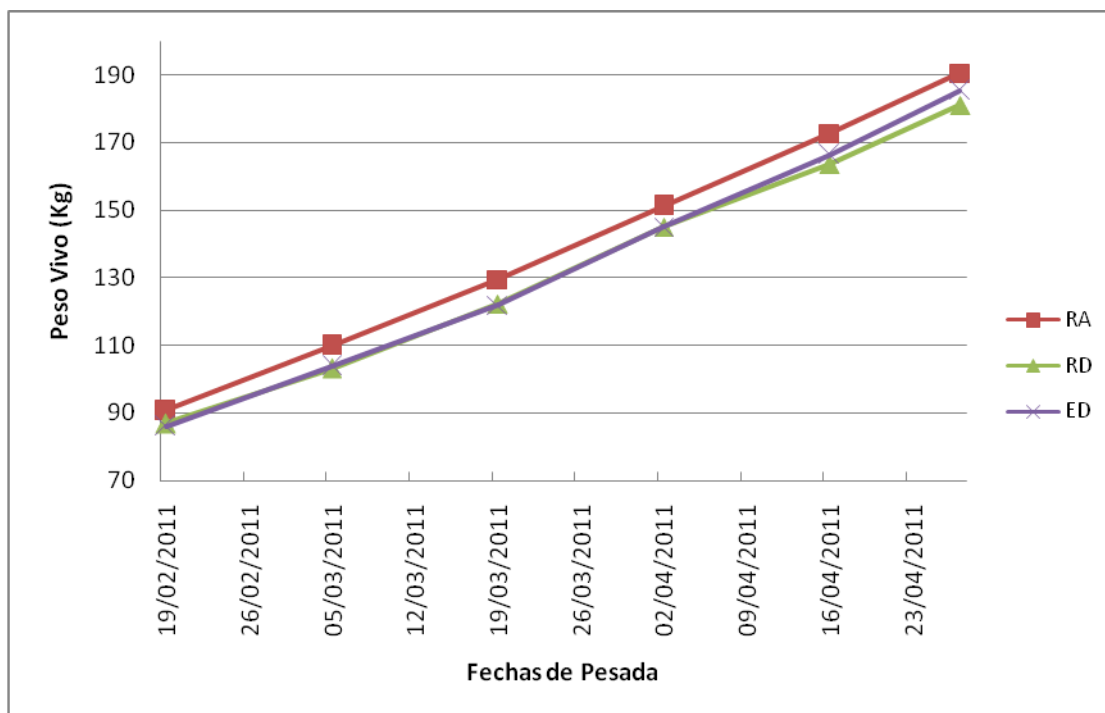


Figura 3: Evolución de peso vivo en terneros de destete precoz consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento difiriendo en la forma de suministro, retornable diario (RD) o retornable autoconsumo (RA) y en la fuente de fibra: ensilaje planta entera de sorgo (ED).

Las ganancias medias diarias (GMD) de cada tratamiento, estimadas a partir de la pendiente de cada curva, se presentan en el siguiente cuadro. No se hallaron diferencias significativas en GMD debido a la fuente de fibra utilizada ($P = 0,1820$) ni la forma de suministro ($P = 0,1668$).

Cuadro 11: Peso vivo inicial, ganancia media diaria, consumo de materia seca y eficiencia de conversión de terneros de destete precoz consumiendo dietas altamente concentradas difiriendo en la fuente de fibra y forma de suministro (medias ajustadas por tratamiento y sus contrastes)

	TRATAMIENTO			CONTRASTES	
	ED (1)	RD (2)	RA (3)	TIPO DE FIBRA 1 vs (2+3)	FORMA DE SUMINISTRO 2 vs 3
Peso vivo inicial (kg)	86,1	86,9	90,7
GMD en corral (kg/día)	1,48	1,40	1,48	0,1820	0,1668
CMS (kg/animal/día)	4,84	4,60	4,97	0,8575	0,3055
CMS (%PV)	3,50	3,48	3,76	0,6773	0,4030
EC	3,12	3,24	3,51	0,4082	0,4304

ED: ración con ensilaje planta entera de sorgo como fuente de fibra, RD: ración con retornable fino de celulosa como fuente de fibra suministrado diariamente, RA: ración con retornable fino de celulosa como fuente de fibra suministrado en autoconsumo.

GMD: Ganancia Media Diaria; CMS: Consumo de Materia Seca; EC: Eficiencia de Conversión; PV: Peso vivo

4.3. CONSUMO

Anteriormente se presentó el consumo registrado en los distintos tratamientos durante el periodo de confinamiento (cuadro 11). No se observaron diferencias en el consumo diario entre tratamientos, expresado en kg de materia seca consumida por animal por día ($P=0,5599$) o como porcentaje de peso vivo ($P=0,6298$). Los contrastes realizados para tipo de fibra y forma de suministro no mostraron diferencias significativas para ninguna de las dos medidas de consumo ($P>0,05$).

4.3.1 Consumo por semana

El CMS (%PV) varió entre semanas ($P=<0,0001$), siendo este efecto dependiente del tratamiento ($P=0,0014$).

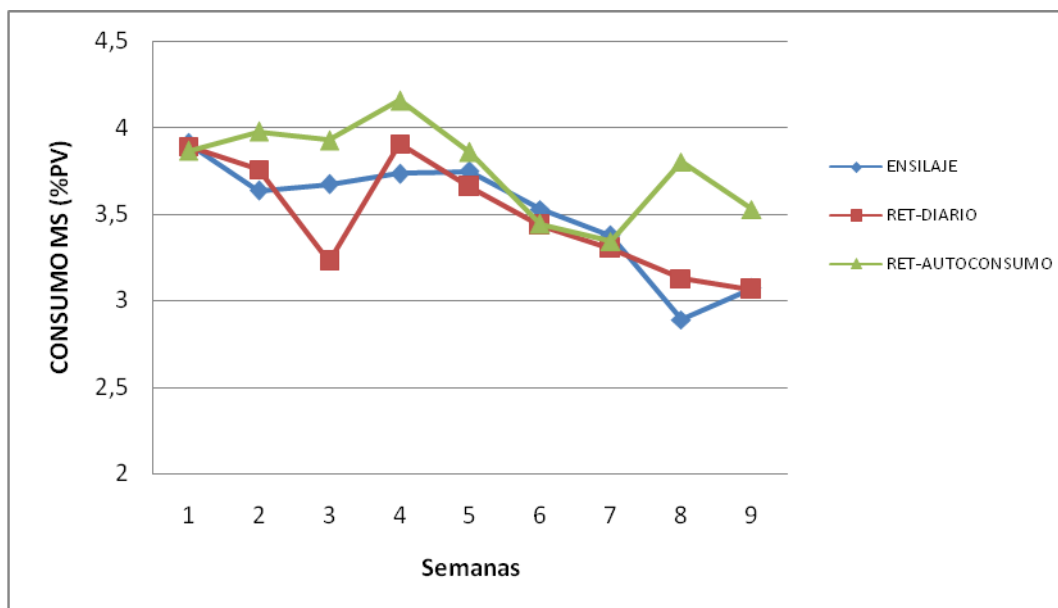


Figura 4: Evolución del consumo medio diario de materia seca para cada tratamiento (promedio semanal expresado en % de peso vivo).

Se observa en las curvas las diferencias entre tratamientos. Para el RA se observó un aumento del consumo hasta la cuarta semana, la cual se diferencia significativamente de las semanas 6 y 7, siendo estas las de menor consumo. Si bien la semana 8 registra nuevamente un aumento en el CMS, éste no difiere significativamente del registrado en las semanas anteriores.

El consumo entre semanas para el RD, registra un descenso en la semana 3, diferenciándose significativamente con el consumo de las semanas 1, 2 y 4. Luego de la semana 4 hay un descenso sostenido hasta la semana 9. La semana 4 difiere significativamente de las semanas 8 y 9. El consumo entre semanas para el ED presenta las semanas extremas con diferencias, donde la semana 1 difiere significativamente de las semanas 8 y 9. El consumo de esta última difiere significativamente de las semanas 4 y 5.

4.3.2. Consumo entre días

La interacción Tratamiento * Día (Semana) ($P= 0,0054$) fue significativo para el consumo, observándose un consumo estable entre días por semana. No se encontraron diferencias significativas en los días dentro de la semana ($P=0,4732$).

El análisis entre días del CMS para el tratamiento retornable autoconsumo, marca un descenso en el día 4, difiriendo significativamente

solamente con el día 3. El CMS para el tratamiento retornable diario entre días, no presenta diferencias significativas en toda la semana. En cuanto al CMS para el tratamiento ensilaje diario, difieren significativamente entre si los días 3 y 4, mientras que los demás días no muestran diferencias.

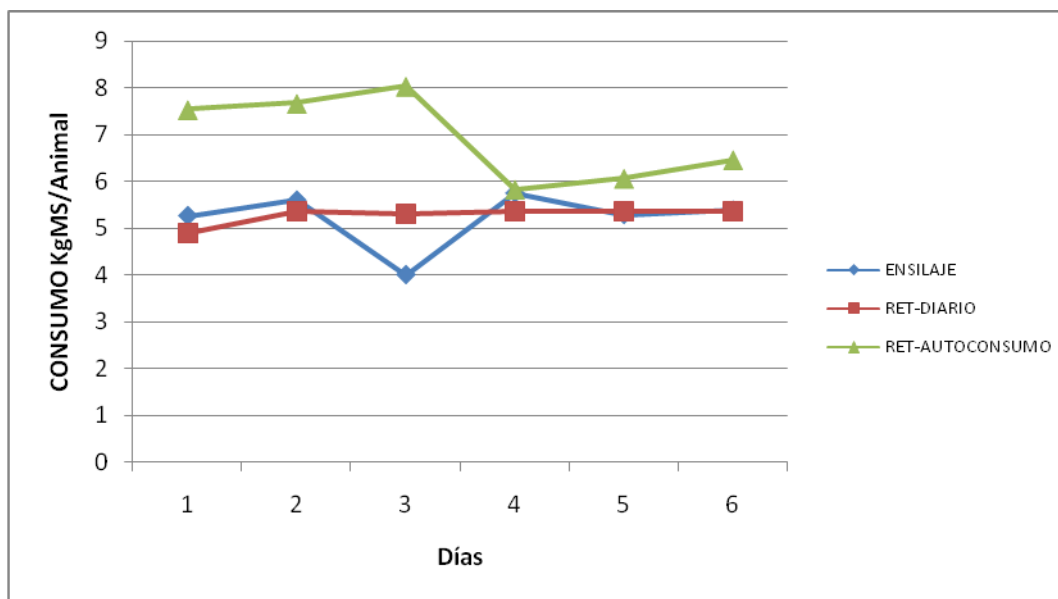


Figura 5: Evolución del consumo de materia seca en kg de MS/animal/día para cada tratamiento entre días para la semanas 2 y 9 del periodo experimental.

4.3.3. Consumo horario

Se analizó el consumo diario de materia seca en diferentes horarios para los tratamientos con retornable fino y ensilaje diario.

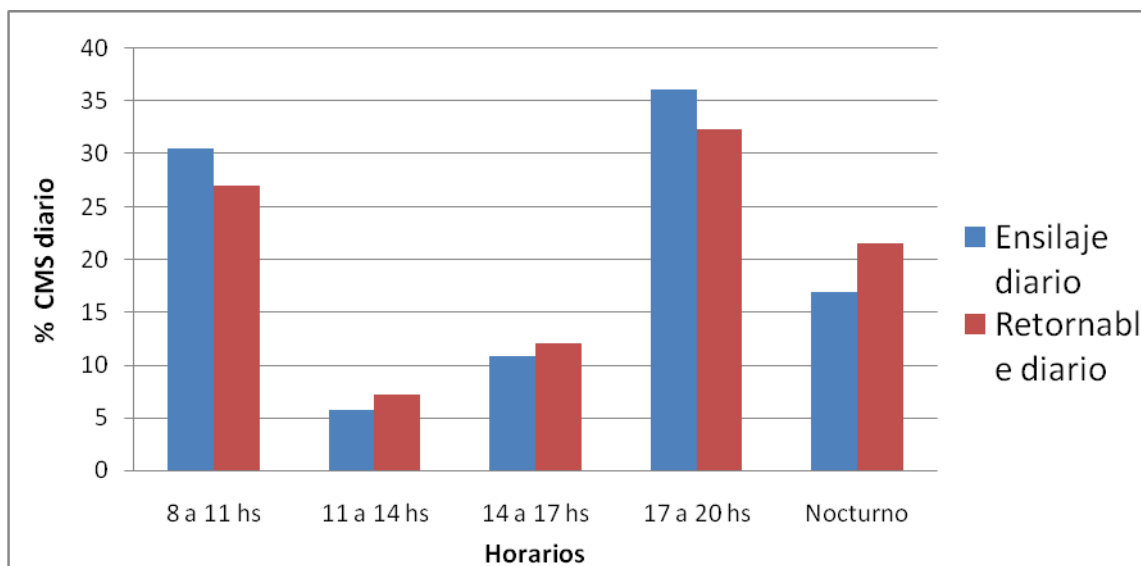


Figura 6: Porcentaje del consumo diario de materia seca en distintos horarios del día, para Ensilaje diario y Retornable diario.

Hay dos períodos del día donde los terneros realizaron los mayores consumos de materia seca, de 8 a 11 horas y de 17 a 20 horas, alcanzando en estos dos períodos un consumo superior al 60% del consumo total (figura 6).

No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos para cada CMS horario expresado como porcentaje del consumo diario ($P=0,2347$).

4.3.4. Consumo de agua

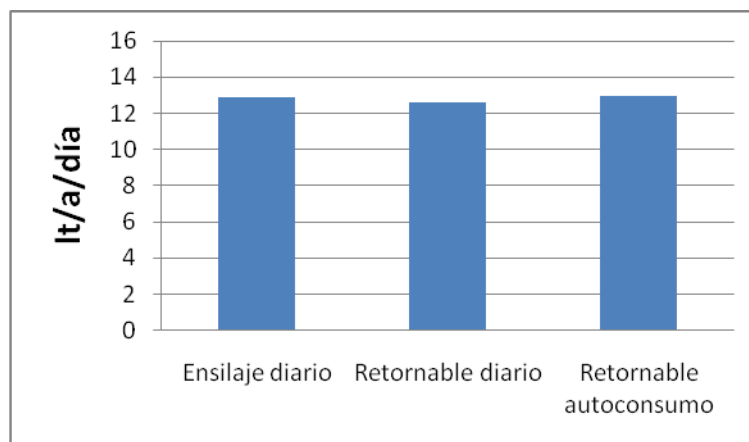


Figura 7. Consumo de agua diario por animal, para cada tratamiento.

El consumo de agua promedio para el período experimental, no presentó diferencias entre tratamientos ($P= 0, 8037$).

4.4. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

La eficiencia de conversión del alimento fue de 3,1, 3,2 y 3,5 kg MS/ kg de aumento de peso vivo para ED, RD y RA respectivamente (cuadro 11), para los cuales no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ($P=0,5045$).

5. DISCUSIÓN

5.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Debido a la época de parto, el destete precoz fue realizado en verano, lo cual lleva a considerar aspectos de infraestructura para mitigar posibles efectos negativos sobre la performance animal. Los animales hacen frente a estos periodos desfavorables a través a modificaciones fisiológicas y de comportamiento; esta respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes siendo el agua y la energía los más afectados cuando el animal se encuentra fuera de la zona termo-neutral (Arias et al., 2008). Teniendo en cuenta estos posibles efectos se incorporó al corral sombra artificial y bebederos con agua limpia permanente, para poder expresar el potencial productivo de los animales.

Durante el periodo experimental se registraron condiciones climáticas normales comparadas con las medias históricas de la región para temperatura y precipitaciones.

5.2. EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE LA PERFORMANCE

Los resultados obtenidos confirman la primera hipótesis planteada. Sería posible sustituir la fuente de fibra tradicional, como lo es el ensilaje de planta entera de sorgo, por retornable fino de celulosa en dietas altamente concentradas sin perjudicar la performance de terneros de destete precoz a corral.

Como antecedente previo a la hipótesis planteada Ayçaguer et al. (2011), sustituyeron el heno como fuente de fibra tradicional por retornable fino, en terneros de mayor peso vivo inicial (130 kg), donde no obtuvieron diferencias significativas para ganancia diaria, consumo ni eficiencia de conversión. Demostrando así la viabilidad del retornable fino para esa categoría. A partir de estos datos surgió la incógnita si terneros de destete precoz con menor desarrollo ruminal eran capaces de reportar niveles de performance como los citados por estos autores. El presente trabajo no solo validó esta tecnología en terneros de destete precoz, sino que la performance obtenida mostró valores superiores a los reportados por Ayçaguer et al. (2011).

A nivel general las ganancias diarias de todos los animales fueron elevadas con un promedio de 1,420 kg/día el cual supera las ganancias

obtenidas en la UPIC en todos los trabajos de destete precoz tradicional en pastoreo sobre pasturas sembradas y suplementación (Simeone y Beretta, 2008), e incluso duplicando las ganancias diarias obtenidas en los trabajos de destete precoz a corral de Pordomingo (2002a), Da Costa Eifert et al. (2004). La diferencia con estos dos últimos trabajos es la participación del concentrado en la dieta total, donde Pordomingo (2002a), Da Costa Eifert et al. (2004) utilizaron como máximo un 48 y 65 % de concentrado respectivamente, mientras que en el presente trabajo se utilizó una proporción del 84% y 92% de concentrado, en ED o RD y RA, respectivamente. Este alto porcentaje de concentrado en la dieta no evidenció trastornos digestivos, para los tratamientos. Los niveles mínimos de voluminoso evaluados en este experimento, fueron de 8 y 16%, para ración con RF y con EPES respectivamente. En base a valores reportados por Mertens (2002) se calculó la fibra efectiva de las dietas evaluadas (ver Anexo 17). Se llegó a que las dietas de RF presentaban 6% de fibra efectiva aproximadamente y la de ED presentaba 11%. (Forma de cálculo: Sumatoria de aporte de fibra efectiva de cada componente = $FDN \times \% \text{componente en dieta} \times \text{factor de efectividad física de la fibra}$). Fox y Tedeschi (2002), recomiendan valores de fibra efectiva en la dieta entre 7 y 10 %. Para el caso de EPES los niveles de fibra estimados están por encima del rango, no así para el tratamiento con RF el cual muestra niveles menores a éste rango. A pesar de ello, en esos tratamientos no se registraron trastornos digestivos. Como la fibra efectiva fue calculada en base a valores de otros alimentos similares porque se desconoce la FDNef del retornable fino, no puede afirmarse que se podría trabajar con valores menores a los mencionados por Fox y Tedeschi (2002).

Se asume que estos niveles de FDNef fueron suficientes para cumplir con la función mecánica que, en dietas altamente concentradas, debe cumplir dicho componente. Estos niveles de fibra habrían generado suficiente masticación, salivación y rumia, para evitar trastornos digestivos (Mertens, 2002) y se encuentran dentro de los rangos recomendados por Pordomingo (2005). Pordomingo recomienda que entre 5 y 10% de la dieta debe ser alimento voluminoso, alcanzando valores de 10% de FDN en la dieta, el cual al menos la mitad debe ser efectiva, dependiendo de los niveles de fibra efectiva aportados por el resto de los componentes (2005).

El Consumo de Materia Seca (CMS) expresado en kilogramos por animal, o cada 100 kg de peso vivo no difirió entre los tratamientos. Esto podría estar explicado por la formulación de dietas iso-energéticas, iso-proteicas e iso-

FDN y pesos similares de los terneros al inicio. Los valores de CMS obtenidos son más altos comparados con otros trabajos de destete precoz. Pordomingo (2002a) obtuvo consumos promedios de 3,11% PV y Da Costa Eifert et al. (2004) 2,43 % PV, contra 3,58 % PV promedio del presente trabajo. Todas las dietas fueron ofrecidas “ad libitum”. Aspectos relacionados a la concentración energética de la dieta y la relación voluminoso/concentrado y su efecto sobre la regulación del consumo podrían explicar los resultados observados. En el presente trabajo, es probable que la regulación del consumo haya estado controlada principalmente por factores metabólicos de retroalimentación (Mertens 1994, Illius y Jessop 1996) debido al alto contenido energético de la dieta (McDonald et al., 2006) y más que por regulación física de la fibra (Mertens 1994, Allen 1996). Calsamiglia (1997) indica un valor de 1,2 % del peso vivo como máximo en forma de FDN para no limitar el consumo; en el presente experimento se obtuvo, un valor promedio de 1 % del PV como FDN, por lo que se infiere que no habría habido restricciones de tipo físico en el consumo.

En ocasiones el nivel de FDN de la dieta es uno de los determinantes del nivel de consumo de materia seca (Mertens 1997, McDonald et al. 2006), no así para este caso. Si bien la fibra puede presentar inconvenientes, en el sentido que limita el contenido energético de las raciones (baja digestibilidad) y el potencial de ingestión (Calsamiglia, 1997), valores de consumo como los obtenidos se lograron con un 29,5% de FDN en la dieta, lo cual estaría indicando que el valor de FDN cumple con la función de evitar trastornos digestivos (Calsamiglia 1997, Simeone y Beretta 2010).

La eficiencia de conversión de los terneros fue de 3,12 kg MS (ensilaje diario) y 3,38 kg MS (retornable en promedio), sin encontrarse diferencias en fuente de fibra. Estos valores son mejores que los reportados por Pordomingo (2002a), Da Costa Eifert et al. (2004). Estos autores reportan valores de eficiencia de conversión en terneros de destete precoz de 71 kg y 96 kg (PV inicial) respectivamente, manejados a corral variando, entre 4,41 y 6,90; y entre 5,22 y 9,17 kg MS/Kg PV, respectivamente, sin embargo las dietas ofrecidas en ambos casos contenían menor proporción de concentrado y mayor contenido de FDN.

Pordomingo (2005), Di Marco (2006), reportan que terneros entre los 150 y los 300 kg de peso vivo, convierten en un rango de 4,5 a 5,5 kg MS/kg PV con

dietas incluyendo una alta proporción de grano (base seca). Esta eficiencia se atribuye a que dicha categoría presenta la mayor eficiencia de conversión debido a que no solo los requerimientos para mantenimiento son menores (NRC, 1996), pudiendo destinar mayor cantidad de energía consumida al crecimiento y deposición de grasa (Pordomingo, 2005), sino que la composición de la ganancia es de mayor proporción de músculo, hueso y agua que de grasa, comparados con animales de mayor edad y peso, lo que guarda relación con la eficiencia de uso de la energía consumida (Di Marco, 2006). En tal sentido, sería lógico esperar valores aun mejores como los observados en el presente trabajo, considerando la menor edad y peso de los terneros.

5.3. EFECTO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO SOBRE LA PERFORMANACE

Se reafirma la segunda hipótesis planteada, en cuanto a que sería posible utilizar el retornable fino, dado su bajo contenido de humedad, en comederos de autoconsumo como fuente de fibra de raciones altamente concentradas ofrecidas a terneros de destete precoz a corral. Esta forma de suministro no afectó el consumo ni la ganancia diaria de peso vivo, con relación al suministro diario de la misma ración.

En las RTM con RF, la sustitución del suministro diario por el uso de comederos de autoconsumo no mostró diferencias significativas en la GMD entre los tratamientos, expresando que se podrían proporcionar dietas altamente concentradas con retornable fino de celulosa tanto en comederos de autoconsumo como diariamente, a terneros de destete precoz. Si bien hay experimentos demostrando la viabilidad del autoconsumo, los mismos fueron realizados en terneros de 150 kg y no en terneros de destete precoz, y utilizados tanto para el suministro de raciones a corral (Simeone y Beretta, 2008) como para el suministro de suplementos en campo natural (Simeone y Beretta 2010, Rovira y Velazco 2012) o raigrás (Cepeda et al., 2005).

La importancia del resultado obtenido para el tratamiento en autoconsumo radica en que es a corral, donde la única fuente de fibra proporcionada es el retornable incorporado a la dieta y no se le incluyó ningún regulador de consumo. No se encontraron trabajos de este tipo para esta categoría. Simeone et al. (2011) evaluaron con terneros Hereford de 148 kg alimentados con dietas altamente concentradas el efecto de la forma de suministro (diario vs. autoconsumo), utilizando como fuente principal de fibra cáscara de arroz. Estos autores, obtuvieron GMD de 1,3 kg/día con una EC de

4,2 kg MS/kg PV para el autoconsumo no registrándose diferencias significativas con el suministro diario. Al siguiente año Simeone et al. (2012) repitieron el experimento con terneros de 180 kg a corral, también con cáscara de arroz como fuente principal de fibra, donde obtuvieron GMD de 1,7 kg/día con una eficiencia de conversión de 3,86 kg MS/kg PV, sin diferencias significativas con el suministro diario. Si bien no son terneros destetados precozmente, estos valores son similares a los obtenidos donde el tratamiento en autoconsumo mostró una EC de 3,5 kg MS/kg PV con una GMD de 1,48 kg/día, donde tampoco hubo diferencias significativas con el suministro diario, demostrando así la viabilidad de esta fuente de fibra en autoconsumo.

5.4. COMPORTAMIENTO: SELECCIÓN Y PATRÓN DE CONSUMO

En todos los tratamientos se observó cierto efecto de selección en el comedero a favor de la PC y en contra de la FDN y las cenizas, al compararse la composición química de los rechazos con relación al alimento ofrecido. Este comportamiento se tradujo en diferencias en la composición química de la dieta, siendo la magnitud diferente dependiendo de la fuente de fibra. Tratamiento con RF presentaron mayor contenido de PC (EPES: 19.2%; RF 20.8%), y menor contenido de cenizas (EPES: 7.0%; RF 6.4%) en la dieta que el tratamiento con EPES. No obstante estos cambios, si bien se registraron estas diferencias, ello no influyó en la performance animal.

Variación entre semanas. El consumo de materia seca (expresado como porcentaje de peso vivo, promedio semanal) tendió a disminuir a medida que avanzó el período experimental. El animal aumenta el consumo absoluto a lo largo del tiempo (kg/día), pero éste como porcentaje de su peso disminuye, ya que la tasa de crecimiento en peso es mayor que la de consumo. Si bien se encontraron diferencias entre tratamientos para algunas semanas analizadas, la tendencia general fue la misma para todos los tratamientos.

Variación entre días. La evolución del consumo como kg de MS por animal por día dentro de una semana, presento diferencias entre tratamientos. Esta diferencia esta explicada por un mayor consumo en el tratamiento RA para las semanas evaluadas. Esto puede estar relacionado a un efecto del vaciado y llenado del comedero para la medición del mismo, provocando un efecto visual en los animales que lo llevan a consumir mayor cantidad, lo cual no se evidenció con un mayor consumo de este tratamiento a lo largo de todo el periodo experimental. La variación entre días para los tratamientos con

suministro diario no presento diferencias en consumo, por ende no estuvo afectado por la fuente de fibra.

Variación del día. El patrón de consumo durante el día, evaluado para tratamiento con suministro diario, no presentó diferencias significativas entre tratamiento. Independientemente de la fuente de fibra, se observaron períodos con mayor consumo, siendo estos los horarios de 8 a 11 y de 17 a 20 horas, coincidiendo con las dos entregas del alimento que se realizaban a las 8 y 17 horas. Si bien los animales se encontraban ad libitum, luego de proporcionar el alimento, se observó un estímulo a consumir, coincidiendo con los períodos antes mencionados. Lagreca et al. (2008) en terneros de 150 kg manejados a corral en invierno, obtuvieron un patrón de consumo de concentrado coincidente con el presente trabajo, donde las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde se encontraba la mayor probabilidad de encontrar animales consumiendo. Si bien estos experimentos se realizaron en época contrastantes los períodos de mayor consumo tienden a ser los mismos en los dos trabajos. Ayçaguer et al. (2011) suministraron el alimento cuatro veces al día (8:00, 11:30, 14:30 y 17:30), para el cual se midió el patrón de consumo obteniendo la mayor ocurrencia de animales en el comedero en el entorno de los horarios que se suministraba el alimento. Por lo tanto se puede afirmar que los momentos de suministro del alimento determina el mayor consumo dentro del día.

Los períodos de menor consumo coincidieron con los horarios del día de mayor temperatura. El consumo en el período nocturno registro un 20 % del total del día, siendo mayor que el consumo de los períodos de 11 a 14 horas y de 14 a 17 horas, y menor a los períodos que se suministraba el alimento. Si bien los trabajos de Lagreca (2008), Ayçaguer et al. (2011), se realizaron en período invernal, el comportamiento en relación al período de menor consumo coincide con el del presente trabajo.

Durante todo el período experimental los terneros contaron con un bebedero por corral, en los cuales se pudo registrar el consumo de agua, ya que para la estación del año en la que se llevo a cabo el experimento es muy importante contar con registros de consumo de agua para esta categoría. El consumo de agua promedio diario fue de 12,8 lt/animal. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

A nivel general las variables de comportamiento evaluadas no afectaron la performance animal. No hubo diferencias significativas que afectaran el

consumo de los animales para cada tratamiento, ni un alto porcentaje de selección por parte de los mismos que afectaran la eficiencia de conversión obtenida. Basados en la hipótesis planteada, se reafirma la misma demostrando así que no hay diferencias en comportamiento que afecten la performance ni para la fuente de fibra ni para la forma de suministro.

6. CONCLUSIONES

En dietas altamente concentradas es posible sustituir las fuentes tradicionales de fibra por el retornable fino de celulosa entorno de 8 a 10 %, sin afectar negativamente la ganancia de peso vivo o la eficiencia de conversión en terneros de destete precoz, alimentados a corral, ya sea con suministro diario o en autoconsumo.

El consumo de materia seca medido como kg/animal/día o como %PV no es afectado por el tipo de fibra utilizado ni por la forma de suministro.

Para dietas incluyendo retornable fino como fuente de fibra, ofrecidas ad libitum a corral a terneros de destete precoz es viable utilizar comederos de autoconsumo sin incluir algún elemento para la regulación del consumo, sin afectar la performance animal, respecto al suministro diario.

7. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la viabilidad del retornable fino, producto derivado de la extracción de la celulosa, de baja calidad nutricional en sustitución a la fibra aportada por reservas forrajeras en terneros de destete precoz en confinamiento alimentados con dietas altamente concentradas, bajo la forma de suministro diario y o en autoconsumo. El efecto fue evaluado sobre ganancia de peso, consumo y eficiencia de conversión. Fueron formuladas dos dietas iso energéticas, iso proteicas e iso FDN, para cada tratamiento utilizando como fuente de fibra el retornable fino (RF) de la industria de la celulosa y ensilaje de planta entera de sorgo (EPES), como testigo. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, departamento de Paysandú, República Oriental del Uruguay, entre el 19 de febrero y 27 de abril de 2011. Se utilizó 13 terneros machos y 14 hembras ($87,9 \pm 20,5$ kg) de raza Hereford pertenecientes al rodeo de cría experimental. Los animales fueron todos destetados precozmente a los 70,2 kg de peso vivo con 60 días de edad, los cuales fueron sorteados a 9 corrales y éstos a uno de los siguientes tratamientos: i) suministro diario de ración incluyendo EPES (ED) (16% en EPES y 84% Ración comercial); ii) suministro diario de ración incluyendo RF (RD) (8% RF y 92% Ración comercial); iii) suministro de ración incluyendo RF en comederos de autoconsumo (RA) (8% RF y 92% Ración comercial), quedando cada tratamiento constituido por 3 repeticiones (n=3 corrales, tres terneros/corral). El alimento fue suministrado ad libitum. La ganancia diaria de peso vivo no fue afectado por el tratamiento (ED: 1,485 kg, RD: 1,401 kg, RA: 1,485 kg, $P>0,05$). El consumo de materia seco fue afectado por el tratamiento (ED: 4,836 kg/animal/día, RD: 4,604 kg/animal día, RA: 4,975, $P>0,05$). El consumo de materia seca expresado como % PV no fue afectado por el tratamiento (ED: 3,50 %, RD: 4,48 %, RA: 3,76 %, $P>0,05$). La eficiencia de conversión no fue afectado por el tratamiento (ED: 3,117 kg MS/kg PV, RD: 3, 240 kg MS/kg PV, RA: 3, 514 kg MS/kg PV, $P>0,05$). Los resultados obtenidos demuestran que es posible sustituir las fuentes tradicionales de fibra por el retornable fino de celulosa, proveniente de la industria papelera, sin afectar negativamente la performance animal, ni la eficiencia de conversión, en terneros de destete precoz, alimentados a corral, ya sea con suministro diario o en autoconsumo.

Palabras clave: Destete precoz; Corral; Fibra; Terneros; Autoconsumo.

8. SUMMARY

The propose of this work was to evaluate the feasibility of “fine returnable” product derivate from the extraction of cellulose, with low nutritional quality in substitution fiber provided by forage reserves in early weaning calves in confinement fed highly concentrated diets in the form of daily supply or self-intake. The effect was evaluated on weight gain, consumption and conversion efficiency. Two diets were formulated iso energy, iso protein and iso FND, for each treatment using fiber source the “fine returnable” (RF) of the pulp cellulose industry and whole plant silage sorghum (EPES), as a witness. The experiment was conducted at the Experimental Station Mario A. Cassinoni, Paysandú, Oriental Republic of Uruguay, between February 19 and April 27, 2011. We used 13 male calves and 14 females (87.9 ± 20.5 kg) of Hereford breeding herd belonging to experimental. The animals were all early weaning to 70.2 kg live weight at 60 days of age, which were drawn to 9 pens and these in one of the following treatments: i) daily supply including EPES (ED) (16 % EPES and 84% commercial ration), ii) daily supply of ration including RF (RD) (8% RF and 92% commercial ration), iii) provision of feed including RF supply in self-intake (RA) (8% RF and 92% commercial Ration), with each treatment consisting of 3 replicates (n = 3 pens, three calves / pen). Feed was provided ad libitum. The daily body weight gain was not affected by treatment (ED: 1,485 kg, RD: 1,401 kg, RA: 1,485 kg, $P > .05$). Dry matter intake was not affected by treatment (ED: 4,836 kg/animal/day, RD: 4,604 kg/animal/day, RA: 4.975 kg/animal/day, $P > 0,05$). Dry matter intake expressed as% BW was not affected by treatment (ED: 3.50% RD: 4.48%, RA: 3.76%, $P > 0,05$). The conversion efficiency was not affected by treatment (ED: 3,117 kg DM/kg BW, RD: 3,240 kg DM/kg BW, RA: 3,514 kg DM/kg BW, $P > 0,05$). The results show that it is possible to replace traditional sources of fiber for “fine returnable” cellulose from paper industry, without adversely affecting animal performance, and the conversion efficiency, in early weaning calves, fed by confinement, whit either daily supply or self-intake.

Keywords: Early weaning; Corral; Fiber; Calves; Self-intake.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ADEWAKUN, L.O.; FAMUYIWA, A.O.; FELIX, A.; OMOLE, T.A. 1989. Growth performance, feed intake and nutrient digestibility by beef calves fed sweet sorghum silage, corn silage and fescue hay. *Journal of Animal Science*.67:1341-1349.
2. ALLEN, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3063-3075.
3. ARIAS, R.A.; MADER, T.L.; ESCOBAR, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea). *Archivos de Medicina Veterinaria*. 40 (1): 7-22. Consultado 21 abr. 2013. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002&lng=es&nrm=iso
4. AYÇAGUER, S.; IRIÑIZ, J.; MARTINEZ, V. 2011. Evaluación de fuentes alternativas de fibra en dietas altamente concentradas para novillos y terneros alimentados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
5. BACCINO, F.; UMPIERREZ M. 1999. Evolución de peso de terneros Hereford destetados a los 78 días sometidos a dos sistemas de alimentación pos destete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 74 p.
6. BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. 2006. La fibra en los rumiantes; ¿química o física? (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (22º., 2006, Barcelona). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 99-113. Consultado 19 oct. 2011. Disponible http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_VI.pdf
7. BAILE, C. A.; Mc LAUGHLIN, C. L. 1987. Mechanisms controlling feed Intake in ruminants; a review. *Journal of Animal Science*. 64:915-922.
8. BALDI, F.; BANCHERO, G.; LA MANNA, A.; FERNÁNDEZ, E.; PÉREZ, E. 2011. Efecto del manejo nutricional post-destete y durante el período de terminación sobre las características de crecimiento y

eficiencia de conversión en sistemas de recría y engorde intensivo. Montevideo, INIA. 13 p. (Actividades de Difusión no. 645).

9. CALSAMIGLIA, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (13°, 1997, Barcelona). Textos. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. p. 16. Consultado 28 oct. 2011. Disponible http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAP_1.pdf
10. _____; FERRET, A.; BACH A. 2004. Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. (en línea). Madrid, s.e. 70 p. Consultado 27 may. 2012. Disponible <http://www.fundacionfedna.org/forrajes/ensilado-de-sorgo>
11. CANGIANO, C.A. 1997. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, Argentina, INTA Balcarce. 144 p.
12. CEPEDA, M.; SCAIEWICZ, A.; VILLAGRAN, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
13. COPPO, J.A. 2007. ¿El destete precoz produce estrés en los terneros cruza cebú? (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria. 8 (2): 1695-7504. Consultado 24 nov. 2011. Disponible <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207.html>
14. D'OLIVEIRA, P.S.; NUNES DO PRADO, I.; TADEU DOS SANTOS, G.; ZEOULA, L.M.; DAMASCENO, J.C.; NUNES MARTINS, E.; SHIGUERO SAKAGUTI, E. 1997. Efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo do canola sobre o desempenho de novilhas Nelore confinadas. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 26 (3): 568-574. Consultado 20 oct. 2010. Disponible en <http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=82>
15. DA COSTA EIFERT, E.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; BRONDANI, I.L.; NEUMANN, M.; SOUZA DA SILVA, J.H.; BARCELOS, S. 2004. Bezerros de corte desmamados precocemente alimentados com silagem de triticale associada a diferentes níveis de concentrado. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 3 (6): 1806-1813. Consultado 20 oct. 2010. Disponible en

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982004000700019

16. DE ARAUJO, J.; NUNES DO PRADO, I.; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, C.R.; GONCALVES DO NASCIMENTO, W. 2000. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 29 (5): 1528-1536. Consultado 12 oct. 2011. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n5/5678.pdf>
17. DEFOOR, P.J.; GALYEAN, M.L.; SALYER, G.B.; NUNNERY G.A.; PARSONS, C.H. 2002. Effects of roughage source and concentration on intake and performance by finishing heifers. Journal of Dairy Science. 80:1395-1404.
18. DI MARCO, O.N. 2006. Crecimiento de vacunos para carne. Buenos Aires, Argentina, INTA Balcarce. 204 p.
19. ELIZALDE, J.C.; CECONI, I. 2003. Encierre estratégico de terneros. (en línea). General Villegas, Buenos Aires, INTA. pp. 59-61. Consultado 27 oct. 2011. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/encierre-estrategico-de-terneros/at_multi_download/file/MT2007_Elizalde_Encierre_estrategico_terneros.pdf
20. FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. (en línea). Ithaca, NY, Cornell University. Animal Science Department. 16 p. Consultado 23 ago. 2012. Disponible en <http://nutritionmodels.tamu.edu/papers/FoxandTedeschiPNC2002.pdf>
21. GAGGIOTTI, M.; ROMERO, L.; BRUNO, O.; COMERON, E.; QUAINO, O. 1996. Tabla de composición química de alimentos. (en línea). Rafaela, Santa Fé, INTA Rafaela. 4 p. Consultado 20 oct. 2011. Disponible en http://www.produccionbovina.com/tablas_composicion_alimentos/57-tabla_composicion_quimica_alimentos_1-introduccion.htm
22. GONZÁLEZ, G.; GONZÁLEZ, I. 1999. Algunos residuos forestales y madereros en la alimentación del ganado. (en línea). Madrid, España, s.e. 25 p. Consultado 18 ago. 2012. Disponible en <http://www.inia.es/IASPF/1999/Allue/24.G.GONZALEZ.pdf>

23. GUERRA-MEDINA, C.E.; COBOS-PERALTA, M.A.; MONTAÑEZ-VALDEZ, O.D.; PEREZ-SATO, M. 2010. Uso de aserrín de pino (*Pinnus patulata*) como fuente de fibra en dietas para borregos en cebo. (en línea). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12 (3): 667-673. Consultado 12 oct. 2011. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=93915170024>
24. GUTIÉRREZ, F.; SANCRISTÓBAL, F. 2007. Destete superprecoz en ganado de carne; evaluación de la adaptación animal a la dieta sólida y respuesta al nivel de suplementación postdestete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 74 p.
25. ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3052-3062.
26. JARRIGE, R. 1978. Alimentation des ruminants. Versailles, France, Institut National de la Recherche Agronomique. 697 p.
27. LAGRECA, M.; MEDERO ROMAY, P.M.; RATTIN, A. 2008. El confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 112 p.
28. LEIBHOLZ, J. 1980. Urea and meat in the diets of ruminant calves –the sites of digestion and the nitrogen requirements for microbial protein synthesis. *Australian Journal of Agricultural Research*. 31: 163-177.
29. Mc DONALD, P.; EDWARDS, RA.; GREENHALGH, J.F,D.; MORGAN CA. 2006. Nutrición animal. 6ª ed. Zaragoza, España, Acribia. 587 p.
30. MERTENS, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fibre requeriments of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463-1481.
31. MIRANDA DE VARGAS, F.; BONNECARRERE, L.M.; STEFANO, F.; BIANCHINI, W.; MORAIS DE OLIVEIRA, M.V. 2008. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerras. (en línea). *Revista Brasileira de*

Zootecnia. 37 (11): 2056-2062. Consultado 23 nov. 2011.
Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n11/v37n11a23.pdf>

32. MONJE, A. 2002. Producción de terneros “Bolita”. Cadena de la carne vacuna, tecnologías para nuevos escenarios. (en línea). Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario INTA. 21 (2): 47-51. Consultado 22 oct. 2011. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idioma/carne/carne.htm>
33. MORAIS DE OLIVEIRA, M.V.; OLALQUIARA PEREZ, J.R.; FERREIRA FURUSHO, I.; RODRIGUES, A. 2003. Desempenho de cordeiros das raças bergamácia e santa inês, terminados em confinamento, recebendo dejetos de suínos como parte da dieta. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 32 (6): 1391-1396. Consultado 21 oct. 2011. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982003000600014
34. PARRA, V.F.; ELIZALDE, J.C. 2004. Estrategias de integración del encierre a corral con planteos de internadas pastoriles; diferentes momentos de encierre. (en línea). Mar del Plata, Buenos Aires, Facultad de Ciencias Agrarias de Mar del Plata. 3 p. (Material de Difusión) Consultado 16 mar. 2013. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/internada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/71-estrategias_encierre_corral_internadas_pastoriles.pdf
35. PORDOMINGO, A.J. 2002a. La edad al destete, la fuente y el nivel de fibra en la dieta del ternero de destete precoz. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 22 (1): 1-13. Consultado 19 oct. 2011. Disponible en <http://www.aapa.org.ar/archivos/revistas/2002/vol22n1/001NAPordomingo.pdf>
36. _____; JONAS, O.; ADRA, M.; JUAN, N.A.; AZCARATE, M.P. 2002b. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. (en línea). Revista de Investigaciones Agropecuarias. 31 (1): 1-22. Consultado 20 oct. 2011. Disponible <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=86431101>

37. _____. 2005. Manual de feedlot. (en línea). Buenos Aires, INTA Anguil. 223 p. Consultado 26 may. 2012. Disponible en <http://www.youblisher.com/p/22995-Manual-de-FeedLot/>
38. RELLING, A.E.; MATTIOLI, G.A. 2002. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. (en línea). Buenos Aires, Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Veterinarias. 72 p. Consultado 12 ago. 2012. Disponible en <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>
39. RIVEIRO, L.G.; RODRIGUEZ, N.M.; GONCALVES, L.C.; ANANIAS DE ASSIS, D. 2007. Consideraciones sobre ensilaje de sorgo. (en línea). In: Jornada sobre Producción y Utilización de Ensilajes (2007, Bahía Blanca, Argentina). Memorias. Buenos Aires, s.e. pp. 51-68. Consultado 27 may. 2012. Disponible en <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/37208/1/O PB1703.pdf>
40. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo del rodeo de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
41. ROVIRA, P.; VELAZCO, J. 2012. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. 80 p. (Serie Técnica no. 199)
42. SIMEONE, A.; BONINO, F.; COSTA, E.; MOYAL, S. 1996a. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos (I). Cangüé. no. 6: 27-32.
43. _____. 1996b. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos (II). Cangüé. no. 7: 10-15.
44. _____.; BERETTA, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 118 p.
45. _____.; _____.; BENTANCUR, O.; LAGRECA, M.; RATTIN, A.; MEDEROS, P.; CORTAZZO, D. 2007. El manejo de la fibra en el confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. (en línea). Cusco, Perú, s.e. 4 p. Consultado 23 dic. 2013. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/50-Simeone_confinamiento.pdf

46. _____.; _____. 2008. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^a, 2008, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 12-19.
47. _____.; _____. 2009. Alternativas técnicas. Reformulando la ganadería en Uruguay; ¿cómo se va a recriar y engordar el ganado en los tiempos venideros? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (11^a, 2009, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 12-32.
48. _____.; _____. 2010. Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica; ¿es posible una integración de tipo “ganar-ganar” en la cadena de a carne? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (12^a, 2010, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 12-33.
49. _____.; _____. 2011a. Alimentación a corral en sistemas ganaderos “¿cuándo y cómo?” In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13^a, 2011, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-11.
50. _____.; _____.; ELIZALDE, J.C.; CORTAZO, D.; VIERA, G.; FERRES, A. 2011b. Using self-feeders for all-concentrate diets offered to weaned beef calves. (en línea). In: Meeting of the European Federation of Animal Science (62nd, 2011, Stavanger, Norway). Book of abstracts. Wageningen, The Netherlands, Academic Publishers. p.224. Consultado 20 may. 2013. Disponible en http://books.google.com.uy/books?id=4HBaS2Uu5JkC&pg=PA224&lpg=PA224&dq=Using+self-feeders+for+all-concentrate+diets+offered+to+weaned+beef+calves&source=bl&ots=O7o5psaVu6&sig=ZV-Wj3GHfQPC1WgJeh0TdFPYajY&hl=en&sa=X&ei=pbbZUZPSArOt0AH_pICIBg&ved=0CCcQ6AEwAA#v=onepage&q=Using%20self-feeders%20for%20all-concentrate%20diets%20offered%20to%20weaned%20beef%20calves&f=false
51. _____.; _____.; _____.; CAORSI, C.J.; FERRES, A. 2012. Alimentación a corral de terneros; evaluación del sistema de autoconsumo para dietas sin fibra larga. (en línea). Revista

Argentina de Producción Animal 32 (1): 195. Consultado 20 may. 2013. Disponible en <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/download/2559/2412>

52. SLYTER, A.; KAMSTRA, A. 1974. Utilization of pine sawdust as a roughage substitute in beef finishing rations. Journal of Animal Science. 38:693-696.
53. URUGUAY. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCION NACIONAL DE METEOROLOGÍA. s.f. Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 10 oct. 2011. Disponible en <http://meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas>
54. VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. ed. Ithaca, NY, Cornell University Press. 459 p.
55. WHITE, T.W.; REYNOLDS W.L. 1969. Various sources and levels of roughage in steer rations. Journal of Dairy Science. 28:705-710.

10. ANEXOS

Anexo 1: Fuentes de variación para % de rechazo ofrecido.

Fuente de Variación	GL Núm	GL Den	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	5.99	22.17	0.0017
SEMANA	8	34.33	22.11	<.0001
TRATAMIENTO*SEMANA	16	33.2	15.61	<.0001

Anexo 2: Fuentes de variación para contenido de cenizas en la composición química del alimento consumido.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	0,71786667	0,35893333	6,77	0,0290

Anexo 3: Fuentes de variación para contenido de proteína cruda en la composición química del alimento consumido.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	7,34682222	3,67341111	4,69	0,0594

Anexo 4: Fuentes de variación para contenido de FDN en la composición química del alimento consumido.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	5,79475556	2,8973778	1,17	0,3716

Anexo 5: Fuentes de variación para contenidos de FDA en la composición química del alimento consumido.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	7,67642222	3,8382111	0,94	0,4420

Anexo 6: Fuentes de variación para contenido de cenizas en la composición química de los rechazos.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	9,15775556	4,5788778	17,55	0,0031

Anexo 7: Fuentes de variación para contenido de proteína cruda en la composición química de los rechazos.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	0,10415556	0,0520778	0,07	0,9331

Anexo 8: Fuentes de variación para contenido de FDN en la composición química de los rechazos.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	20,34908889	10,174544	1,58	0,2816

Anexo 9: Fuentes de variación para contenido de FDA en la composición química de los rechazos.

Fuente de Variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	68,70695556	34,353478	7,25	0,0251

Anexo 10: Fuentes de variación para pesos vivos.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr> F
TRATAMIENTO	2	73	0,40	0,6721
DIAS	1	135	3294,87	<0,0001
DIAS*TRATAMIENTO	2	135	1,26	0,2877
PV INICIO	1	21,8	161,53	<0,0001

Anexo 11: Fuentes de variación para consumo de materia seca como kg MS por semana.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	6.02	0.64	0.5599
SEMANA	8	35.6	30.65	<0,0001
SEMANA*TRATAMIENTO	16	34.9	3.46	0.0011

Anexo 12: Fuentes de variación para consumo de materia seca como porcentaje de peso vivo.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	6.03	0.50	0.6298
SEMANA	8	36.8	9.40	<0,0001
SEMANA*TRATAMIENTO	16	35.9	3.31	0.0014

Anexo 13: Fuentes de variación para consumo de materia seca como kg MS por día dentro de la semana.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
TRATAMIENTO	2	5.17	18.45	0.0044
DIA DENTRO DE SEMANA	5	14.4	0.96	0.4732
TRATAMIENTO*DIA DENTRO DE SEMANA	10	14.5	4.44	0.0054

Anexo 14: Fuentes de variación para consumo horario de materia seca expresado como % del consumo diario total de MS.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
TRATAMIENTO	1	4.04	1.95	0.2347
SEMANA	2	17.3	1.64	0.2235
TRATAMIENTO*SEMANA	2	17.3	0.15	0.8648

Anexo 15: Fuentes de variación para consumo de agua.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
TRATAMIENTO	2	6.01	0.23	0.8037
SEMANA	1	13.5	108.35	<.0001
TRATAMIENTO*SEMANA	2	13.5	3.15	0.0754

Anexo 16: Fuentes de variación para eficiencia de conversión del alimento.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	Mean Square	Valor de F	Pr> F
TRATAMIENTOS	2	0,24046606	0.12023303	0.79	0.5045
PV INICIO	1	0,02847308	0.02847308	3.19	0.6839

Anexo17: Calculo de fibra efectiva para cada dieta.

Forma de cálculo: Sumatoria de aporte de fibra efectiva de cada componente=FDN * %componente en dieta * factor de efectividad física de la fibra

Tratamiento ED				
Componente	% de la dieta	FDN	fef	FDNef
EPES	0,16	50	0,95	7,6
Ración*	0,84	10	0,40	3,4
				11,0
Tratamiento RD y RA				
Retornable fino*	0,08	67	0,40	2,1
Ración *	0,92	10	0,40	3,7
				5,8

* Valor de fef tomado del cuadro 2 del presente trabajo, para el valor de la ración se tomó como referencia por similitud de composición el maíz grano molido, y para el retornable fino se usó el valor de cascara de soja.