

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA CÁSCARA DE ARROZ COMO FUENTE DE FIBRA Y
DEL SISTEMA DE AUTOCONSUMO COMO MÉTODO DE SUMINISTRO DE
RACIONES SIN FIBRA LARGA A TERNEROS DE DESTETE PRECOZ**

por

**Manuel FELIX ALFONSO
Martín Eduardo MARIZCURRENA ARTAGAVEYTIA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2017**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Álvaro Simeone

Ing. Agr. Virginia Beretta

Dr. M. V. Juan Franco

Fecha: 22 de diciembre de 2017

Autores: -----

Manuel Felix Alfonso

Martín Eduardo Marizcurrena Artagaveytia

AGRADECIMIENTOS

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

A los directores de tesis Álvaro Simeone y Virginia Beretta.

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

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

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 INTRODUCCIÓN.....	3
2.2 MANEJO NUTRICIONAL EN EL DESTETE PRECOZ.....	3
2.2.1 <u>Características asociadas al ternero destetado precozmente</u>	3
2.2.2 <u>Sistemas de alimentación luego del destete</u>	5
2.2.3 <u>Confinamiento de terneros destetados precozmente</u>	7
2.3.1 <u>Características de la fibra del alimento</u>	8
2.3.2 <u>Degradación ruminal de la fibra</u>	8
2.3.3 <u>Función de la fibra</u>	9
2.3.4 <u>Fibra efectiva</u>	10
2.3.5 <u>Niveles de inclusión de fibra requeridos en confinamiento</u>	13
2.4 CÁSCARA DE ARROZ COMO FUENTE DE FIBRA.....	14
2.5 AUTOCONSUMO EN EL CORRAL COMO FORMA DE SUMINISTRO DEL ALIMENTO.....	17
2.6 HIPÓTESIS.....	18
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	19
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	19
3.2 CLIMA.....	19
3.3 ANIMALES.....	19

3.4	INFRAESTRUCTURA.....	20
3.5	ALIMENTOS	20
3.6	TRATAMIENTOS	21
3.7	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	22
3.7.1	<u>Período pre-experimental</u>	22
3.7.2	<u>Período experimental</u>	22
3.8	MANEJO SANITARIO	23
3.9	DETERMINACIONES	23
3.9.1	<u>Peso y altura de anca</u>	23
3.9.2	<u>Consumo de materia seca</u>	23
3.9.3	<u>Comportamiento animal</u>	24
3.9.4	<u>Determinación del contenido de FDNfe</u>	24
3.9.5	<u>Registros climáticos</u>	24
3.10	VARIABLES CALCULADAS	24
3.11	ANÁLISIS QUÍMICO	25
3.12	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	25
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	28
4.1	CONDICIONES CLIMÁTICAS	28
4.2	CARACTERISTICA DE LA DIETA	29
4.3	PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA.....	31
4.4	CONSUMO	33
4.4.1	<u>Estabilidad del consumo entre semanas</u>	35
4.4.2	<u>Estabilidad del consumo entre días</u>	36
4.4.3	<u>Consumo de nutrientes</u>	38
4.5	COMPORTAMIENTO ANIMAL	39
4.6	EFICIENCIA DE CONVERSIÓN	40
4.7	DISCUSIÓN GENERAL	42
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	44
6.	<u>RESUMEN</u>	45

7.	<u>SUMMARY</u>	46
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	47
9.	<u>ANEXOS</u>	53

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Alternativas nutricionales en la alimentación del ternero de destete precoz y su efecto sobre la ganancia de peso vivo posdestete	5
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.....	12
3. Composición química de la cáscara de arroz.....	15
4. Composición química de los ingredientes utilizados en la elaboración de las raciones experimentales.....	20
5. Condiciones climáticas para el período experimental (25/1/16 al 4/4/2016).....	28
6. Composición química y características físicas de las raciones ofrecidas difiriendo en la fuente de fibra (expresado en base seca).....	29
7. Efecto de la fuente de fibra y del método de suministro de la ración sobre la composición química del alimento rechazado (base seca).....	30
8. Efecto de la fuente de fibra y el método de suministro de la ración sobre la composición química del alimento consumido.....	31
9. Ganancia media diaria (GMD), peso vivo, altura y relación peso vivo/altura final para 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).....	32
10. Efecto del tipo de fibra y método de suministro en el consumo de materia seca y eficiencia de conversión.....	34
11. Efecto del tipo de fibra y método de suministro sobre el consumo de nutrientes de las RTM ofrecidas (medida como % de peso vivo).....	39
12. Efecto del tipo de fibra y método de suministro del alimento sobre las actividades de consumo, rumia, descanso y consumo de agua.....	40

Figura No.

1. Relación entre FDN, FDN físicamente efectiva y FDN efectiva.....	12
2. Distribución de los tratamientos y unidades experimentales en el espacio.....	21
3. Efecto de las diferentes fuentes de fibra y forma de suministro del alimento sobre la evolución de peso vivo de los animales	32
4. Evolución semanal del consumo medio diario de materia seca para cada tratamiento durante el período experimental.....	36
5. Variación en el consumo diario de materia seca entre días dentro de una semana, según tratamiento	37
6. Probabilidad de encontrar animales consumiendo en cuatro intervalos horarios.....	38

1. INTRODUCCIÓN

El destete precoz surge, entre otras tecnologías, con el objetivo de mejorar la performance reproductiva de las vacas de cría, presentando importante respuesta cuando es aplicado en vacas en pobre estado corporal o en primíparas. Sin embargo, plantea el desafío a cumplir, que es la alimentación del ternero destetado a temprana edad. Los terneros, se separan de la madre a los 60 a 90 días de edad por encima de la cual se hace efectiva esta tecnología.

Se han desarrollado diferentes alternativas desde el punto de vista nutricional para estos terneros, entre las cuales se encuentra la suplementación energético-proteínica en pastoreo, la cual ha demostrado que permite al ternero lograr ganancias similares a la observada en aquellos que se mantienen al pie de la madre.

El mejorar el peso del ternero a los 180 días de edad incrementaría los kg de ternero destetados por vaca entorada, mejorando el resultado físico global de la cría. Existen distintas estrategias para aumentar esta variable, una de ellas es el destete precoz a corral. Esta técnica permite concentrar más la dieta en energía y proteína, ajustarla mejor a los requerimientos del animal y lograr altas ganancias diarias, logrando así el objetivo anteriormente planteado. A ello se suma que, dado la fase de crecimiento en que se encuentra el ternero, este proceso se realiza con una excelente eficiencia de conversión del alimento, lo cual viabilizaría la tecnología en un amplio escenario de precios.

En la alimentación a corral, el uso y manejo de la fibra es un aspecto fundamental a considerar, tanto del punto de vista nutricional como operativo. Su inclusión en la dieta, del punto de vista funcional, es esencial para asegurar un buen funcionamiento del rumen, estimulando su motilidad ruminal, la rumia y regulación del pH del rumen, y consecuentemente un uso eficiente del alimento.

El uso de fibra larga tradicional, como puede ser el heno de alfalfa, puede ser una limitante para la adopción del sistema de destete precoz a corral. Por un lado, en general los sistemas criadores se ubican regiones de menor aptitud agroecológica para la producción de reservas forrajeras, por lo que la disponibilidad de voluminoso puede ser escasa, y por otra parte, debido a restricciones operativas a la hora de disponer de maquinaria para el picado de la fibra y suministro del alimento. En tal sentido, se han buscado alternativas que permitan levantar estas limitantes.

La sustitución de la fibra larga por fibra corta derivada de subproductos como la cáscara de arroz, ha demostrado ser viable en la alimentación de terneros de mayor edad (10 a 12 meses), permitiendo, además, debido a las características físicas de la ración, su suministro en comederos de autoconsumo, facilitando así el funcionamiento del sistema desde el punto de vista operativo. Sin embargo, al tratarse de un ternero de destete precoz, que al momento de ingresar al corral está en un período de bajo desarrollo ruminal, su respuesta al uso de fibra corta, podría ser diferente. Así mismos aspectos comportamentales con relación al consumo del alimento, podrían determinar otro tipo de respuesta frente al método de suministro con relación a la observada en terneros de mayor edad.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la sustitución total de heno de alfalfa por cáscara de arroz y del uso del sistema de autoconsumo para el suministro de raciones sin fibra larga, sobre el aporte de fibra efectiva en la dieta, crecimiento de los terneros y eficiencia de uso del alimento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

La presente revisión, tiene como objetivo, por un lado, analizar las características del ternero destetado precozmente que pudieran condicionar su respuesta frente a diferentes fuentes de fibra y sistemas de suministro de raciones totalmente mezcladas (RTM) sin fibra larga; y por otro comprender el rol de la fibra en RTMs de alto contenido energético-proteínica, y su relación con la performance animal y eficiencia de uso del alimento.

2.2 MANEJO NUTRICIONAL EN EL DESTETE PRECOZ

2.2.1 Características asociadas al ternero destetado precozmente

El destete precoz hace referencia a la separación definitiva del ternero de su madre, en forma anticipada cuando este tiene entre 60 y 70 días (Simeone y Beretta, 2002). El criterio más importante es la edad y el peso, siendo 55 días el valor por encima del cual no es afectado el crecimiento del ternero (Lusby y Wetteman, 1980).

Luego de destetado, el ternero debe obtener una alimentación que posea los nutrientes necesarios para poder satisfacer sus requerimientos, los cuales para un ternero de 50 kg de peso vivo se estima una energía digestible para mantenimiento de 47Kcal por cada kg de peso vivo y 3.3 Kcal por cada gramo de incremento en peso.

Para Pordomingo (2005), el primer factor y el más directamente asociado al crecimiento y al aumento de peso es el consumo, el cual para terneros se ubica entre 2.8 a 3.2% del peso vivo. Al nacimiento, el ternero depende de la leche materna, la cual pasa al abomaso gracias al reflejo de cierre de la gotera esofágica. Al estar poco desarrollados los pre-estómagos, los mismos no son funcionales. Cuando el ternero comienza a ingerir alimentos sólidos, según Ruckebush y Candau, citados por Church (1993) el desarrollo ruminal se da rápidamente, gracias a la producción de ácidos grasos volátiles (AGV), y a la acción mecánica de las partículas sobre la mucosa y el tejido muscular del rumen.

El desarrollo del aparato digestivo de los rumiantes, comienza en las primeras etapas de crecimiento embrionario, y prosigue hasta alcanzar la adultez.

Los órganos digestivos individuales, se desarrollan a distintas velocidades. El pre-estómago (rumen, retículo y omaso) se desarrolla de forma rápida, aunque los animales cuando nacen, poseen un estómago simple que en cuestión de semanas se desarrollarán sus cavidades estomacales (Church, 1993). La velocidad inicial del desarrollo del pre-estómago, está también relacionada con la necesidad de energía suplementaria. Un aporte insuficiente de nutrientes a partir de la leche materna, estimula el consumo de alimentos sólidos y facilita el desarrollo del pre-estómago. El desarrollo puede verse acelerado mediante la introducción en el rumen de cereales u otras sustancias de fácil fermentación, como son las raciones concentradas.

En esta etapa el animal se encuentra en un estado de transición de lactante a rumiante lo cual implica una serie de cambios en la morfología y funcionalidad del aparato digestivo. A su vez se dan cambios en la flora ruminal y cambios a nivel metabólico. Relling y Mattioli (2002) reportan la variabilidad de desarrollo ruminal cuando se consume diferentes alimentos. Para esto se comparó el volumen de desarrollo ruminal de terneros alimentados con sólidos, y otros solamente dieta líquida. Se cuantificó un desarrollo mayor del retículo-rumen en animales con dieta sólida, en comparación con los de dieta líquida, reportando valores de 42 litros de volumen para los primeros, y 30 litros para los que no se deslecharon hasta las 13 semanas de vida.

El desarrollo normal del pre-estómago, depende de la disponibilidad e ingestión de materias capaces de fermentar. La rapidez de crecimiento es consecuencia de la expansión del pre-estómago, desarrollo epitelial e iniciación de la rumia. Luego de nacido, el animal experimenta un notable aumento de tamaño del rumen y retículo, dado por el acceso que tienen los mismos a los alimentos fibrosos (Church, 1993).

Siguiendo la misma línea de trabajo, Warner et al. (1956) plantearon que la inclusión de concentrado y heno aumenta la rapidez en la formación del epitelio y del crecimiento de los animales, aunque se ve retraído el desarrollo muscular y tamaño del estómago. Resulta necesaria la presencia de ácidos grasos volátiles y alimentos voluminosos para que sea normal el crecimiento en capacidad, musculación y formación del epitelio. Stewart (1969), descubrió un incremento escaso en peso fresco, capacidad del retículo-rumen, o desarrollo papilar en terneros que pastaban con sus madres hasta el destete a las 9 semanas de edad. Cuando se incluye concentrado en la dieta, tras ser destetados, se determinó un incremento notable de los tres parámetros anteriormente mencionados.

Estudios realizados por McGavin y Morrill (1976), reportan cambios apreciables en el epitelio del rumen de animales de 4 y 6 semanas de edad, los cuales fueron alimentados con cuatro dietas distintas suministradas *ad libitum*. Estas consistían en: concentrado en pellets con heno de alfalfa, concentrado en pellets con heno de alfalfa molido, concentrado solo y concentrado con suero de leche. Los autores indican que a medida que aumentaban la proporción de concentrado y disminuían la fibra, el desarrollo de las papilas se vio afectado, dando como resultado papilas pequeñas y más ramificadas.

En función de estas características asociada al desarrollo del rumen-retículo en terneros se podría esperar que el suministro de raciones sin fibra larga, y consecuentemente una alta concentración de energía, podría redundar en un adecuado desarrollo del rumen y consecuentemente una alta tasa de crecimiento de los animales, siempre y cuando se respeten los niveles de inclusión de fibra en la dieta, lo cual se desarrollará más adelante.

2.2.2 Sistemas de alimentación luego del destete

A lo largo de los años, se han desarrollado diversos sistemas para la alimentación y manejo del ternero de destete precoz, yendo desde los más extensivos a campo natural (Vizcarra, 1987), pasando por sistemas a base de praderas mejoradas con y sin suplemento (Henderson et al., 2015), hasta el confinamiento absoluto (Hoffer, 1992), y recientemente trabajos realizados en la UPIc por Manasliski y Rodríguez (2013), Pérez y Risso (2016).

Resultados obtenidos en diferentes experiencias evaluando el efecto del sistema de alimentación sobre el crecimiento de terneros de destete precoz se presentan en el cuadro 1. Se reportaron estudios de diferentes años donde puede observarse un aumento en las ganancias diarias a medida que se intensifican las tecnologías asociadas al destete precoz *per se*.

Cuadro 1. Alternativas nutricionales en la alimentación del ternero de destete precoz y su efecto sobre la ganancia de peso vivo posdestete

Lugar	Edad (días)	Peso al destete (kg)	Sistema de alimentación	Alimentación	GPDP (kg)	Autor
Colonia, Uruguay	181	145	CN	Al pie de madre	0,44	1
	60	83	P	P	0,50	

	60	83	P+S	P. + R	0,57	
Paysandú, Uruguay	64	77	P+S	P + RDP (suministro diario)	0,63	2
	64	77	P+S	P + R DP (ACc/sal)	0,86	
	64	77	P+S.	P- + R DP (AC s/sal)	1,11	
Paysandú, Uruguay	75	74	P	Pradera	0,201	
	75	74	P+S (0,5%)	P. + RDP (suministro diario)	0,39	3
	75	74	P+S (1,0%)	P. + RDP (suministro diario)	0,517	
	75	74	P+S(1,5%)	P. + RDP (Suministro diario)	0,58	
Concepción, Argentina	60	87	Corral	Grano de maíz + alfalfa	0,75	4
	60	78	Corral	Ración paleteada + Fardo	0,61	
Paysandú, Uruguay	80	88	Corral	Ración + heno alfalfa	1,28	5
Paysandú, Uruguay	60	70	Corral	RF + Ración diario	1,4	6
	60	70	Corral	RF+ RA	1,48	

Referencias: ED: edad al destete, PD: peso al destete, sist. de alim: sistema de alimentación,

GPDP: ganancia de peso post-destete precoz, CN: campo natural, P: pradera, suplementación en pastoreo, R: ración, AC; en autoconsumo, RF: retornable fino.

Autores: 1. Vizcarra (1997), 2. Henderson, Iribarne y Silveira (2015), 3. Simeone et al. (1997), 4. Hoffer (1992), 5. Pérez y Risso (2016), 6. Manasliski y Rodríguez (2013).

2.2.3 Confinamiento de terneros destetados precozmente

A la hora de llevar a cabo un encierro de terneros destetados precozmente, se deben tener en cuenta diferentes aspectos de forma tal que evite problemas en la operativa y a su vez no afecte el crecimiento de los animales. Los niveles energético-proteínicos de la dieta; debido al alto requerimiento de esta categoría, son elevados, particularmente los proteicos.

Si bien en los últimos años la técnica de destete precoz más utilizada es la aplicada al pastoreo en acompañamiento de suplemento de tipo energético-proteínico, cuando se quiere obtener un mejor resultado físico en la empresa criadora, una alternativa para alcanzar lo mismo es la de realizar un destete precoz a corral. Cuando se habla de encerrar terneros recién destetados, la misma, se refiere a la incorporación de los animales dentro de un corral con alimento *ad libitum*, con el objetivo de obtener altos índices de conversión.

Monje et al. (1991), reportaron mediante un estudio de la eficiencia de conversión, que la misma es de 5:1 en terneros destetados a los 2 meses de edad consumiendo una dieta integrada por 50 % de ración comercial, 28% de maíz y sorgo, 20 % de heno y 2% de minerales. Esto coincide con la lógica de realizar un engorde a corral, aprovechando la eficiencia de los animales en edades temprana, siendo la última la variable de mayor sensibilidad. La eficiencia de estos animales se explica mediante, el efecto del mantenimiento de toda la masa corporal el cual es menor por lo que puede destinar mayor cantidad de energía consumida al crecimiento y deposición de grasa. Por otro lado, la composición de la ganancia es de mayor proporción de músculo, hueso y agua que grasa, comparados con animales de mayor edad y peso (ejemplo, novillos en terminación, Di Marco, 1993).

Este sistema permite alcanzar los kilogramos de faena a menor edad del animal, liberar área para otras categorías y aumentar así la carga global del sistema. A su vez permite ajustar la dieta de forma precisa a los requerimientos del ternero. 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).

2.3 LA FIBRA EN LA DIETA

2.3.1 Características de la fibra del alimento

Cuando se habla de fibra en el alimento, se hace referencia a los carbohidratos estructurales contenidos en el forraje. Están compuestos por celulosa y hemicelulosa, que forman parte de las paredes celulares, en asociación con la lignina, la cual carece de valor nutritivo. Cuando la lignina se asocia a los compuestos anteriores, principalmente con la hemicelulosa, se dice que son de difícil digestión (Van Lier y Regueiro, 2008). Mertens (2002), indica que estos compuestos presentan una digestión incompleta, en una clasificación de las fracciones alimentarias, y que la proporción de estas dentro del alimento, condicionarán la digestibilidad del mismo.

La celulosa y la hemicelulosa, son compuestos de glucosa unidos por enlaces β 1-4. Debido a que los animales no poseen enzimas capaces de digerir dichos compuestos, hace que estos se vuelvan indigestibles por parte del animal. Sin embargo, dicha degradación es posible gracias a la acción de las enzimas de origen microbiano que se encuentran en el rumen; siendo este uno de los fundamentos de la simbiosis entre el animal y los microorganismos del rumen (Van Lier y Regueiro, 2008).

Durante muchos años se ha trabajado con la fibra cruda estimada a partir del sistema de Wendee, o sistema proximal, el cual supone que la fibra cruda representa el total de celulosa, hemicelulosa y lignina. Van Soest et al. (1991), desarrollaron un método de estimación, por el cual se valora la fibra en términos de fibra detergente neutro, la cual representa el material insoluble en una solución detergente neutra (FDN).

Además, en esta existen otros compuestos minoritarios como son almidón, cenizas y nitrógeno. Luego se encuentra la fracción fibra detergente ácido (FDA), la cual es insoluble en detergente ácido. Esta fracción se compone de celulosa y lignina, aunque suele contener algunos compuestos minoritarios como son el nitrógeno y minerales.

2.3.2 Degradación ruminal de la fibra

El medio ruminal es un ecosistema con unas características bien definidas y poco variables. En él habitan numerosas especies microbianas, siendo las bacterias y los protozoos las más numerosas. Los microorganismos ruminales cumplen dos funciones principales: la digestión de los alimentos

ingeridos por los rumiantes; y el aporte de nutrientes en forma de productos de fermentación (ácidos grasos volátiles) y cuerpos microbianos (ricos en proteína, Church, 1989).

Cuando la fibra ingresa con el alimento al rumen, es atacada por las bacterias celulolíticas (Calsamiglia, 1997), las cuales fermentan dicha fibra hasta convertirla en glucosa, utilizando dicho nutriente para el metabolismo (Van Lier y Regueiro, 2008). Pero la degradación de los carbohidratos en el retículo-rumen no se detiene en la glucosa como en la degradación glandular, sino que son alterados en mayor grado hasta dar ácidos grasos volátiles (AGV) CO_2 y metano.

Según Relling y Mattioli (2002), la degradación de los carbohidratos estructurales, siguen una serie de pasos de los cuales el primero es la adhesión de las bacterias celulolíticas a las fracciones de fibra que fueron anteriormente masticadas y reducido su tamaño. El tiempo que requiere este proceso es inversamente proporcional a la cantidad de lignina que posea la fracción de fibra (Calsamiglia, 1997). El proceso de masticación es fundamental, ya que este aumenta la superficie de ataque de estos microorganismos a la fibra. Acto seguido los microorganismos liberan al medio celulasas, enzimas capaces de efectuar la degradación de la celulosa, dando como resultado residuos pequeños, entre ellos un disacárido denominado celobiosa. Luego de esto, la celobiosa es atacada por la enzima celobiasa, dando como resultado dos moléculas de glucosa, la cual será utilizada por el microorganismo para abastecerse de energía o puede ser transformado en AGV.

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

2.3.3 Función de la fibra

La fibra, posee una serie de funcionalidades como nutriente que le confiere cierta importancia dentro de la dieta. Calsamiglia (1996), indica que dentro de las funciones de la fibra se encuentra el mantenimiento del funcionamiento ruminal (llenado, estímulo de contracciones) y de las condiciones del rumen (como lo son el pH a través de la secreción salivar), que dependen 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 FDA). Allison (1985) destaca la importancia que cobra la regulación física cuando se alimenta con altos niveles de fibra y poca energía, viendo reducido el pasaje del alimento por el retículo rumen, y el vaciado del mismo interfiriendo así en la tasa de consumo del animal, factor determinante en la ganancia de peso. La velocidad de pasaje por el órgano depende de las características físicas y químicas del forraje.

Cuando las estrategias de formulación se orientan a la reducción de los niveles de fibra (en particular de fibra forrajera) y a la utilización de subproductos, la composición, estructura, forma y comportamiento de la fibra en el rumen cobra una importancia adicional. Este sería el caso de la cáscara de arroz, la cual se reduce su inclusión a una función estrictamente mecánica, con el objetivo de lograr generar un ambiente ruminal que no se vea afectado para la degradación de los nutrientes.

En dietas que poseen una alta proporción de grano, (>80%), la función que adquiere la fibra es fundamentalmente prevenir trastornos digestivos, maximizando el consumo de energía neta del vacuno para ganancia de peso vivo (Defoor et al., 2002). El rol pasa de ser nutricional a funcional, contribuyendo al mantenimiento de un rumen sano a través de la masticación, salivación, motilidad ruminal y rumia, generando un aumento del pH ruminal por el efecto buffer de la misma, que contribuye a un uso eficiente de los demás componentes de la dieta. Asociado a este enfoque surge el concepto de fibra físicamente efectiva.

2.3.4 Fibra efectiva

La fibra efectiva puede definirse como la capacidad real de la fibra para estimular la rumia y la salivación, que resulta en el mantenimiento de las condiciones ruminales óptimas para la producción de carne, y depende del tipo, la forma y el tamaño de la fibra que estimula la rumia (Calsamiglia, 1995).

Según Mertens (2002), el concepto de fibra efectiva, se desarrolló para mantener los niveles de grasa en la leche, y este se realizó en comparación con

una cantidad de fibra estándar de referencia. Si un alimento con alto contenido de fibra se muele, se pierde su propiedad de forraje. Biológicamente, los forrajes son alimentos gruesos, ricos en fibra que estimulan la masticación, y también influyen en la velocidad de paso y de la naturaleza bifásica del rumen.

El valor de la fibra efectiva varía según la concentración de fibra en la materia seca y sus características tanto físicas como químicas, entre las que se destaca el tamaño de partícula, la cual tiene efecto directo sobre la masticación y estratificación de los contenidos del rumen.

El rol funcional que cumple dicha fibra, dependerá de la cantidad de fibra físicamente activa que aporte el alimento en su conjunto, la cual tiene que ver con la capacidad que éste presente en la promoción de la masticación.

En la misma línea de trabajo, Mertens (1997) propuso los conceptos de fibra físicamente efectiva (peFDN) y fibra efectiva (eFDN). La peFDN tiene relación directa con las características físicas del forraje (principalmente el tamaño de partícula que estimula la masticación, etc). En tanto el contenido de eFDN está relacionado con la capacidad total de un alimento para reemplazar el forraje sin generar problemas en el contenido de grasa de la leche. La fibra peFDN es un término más restringido que la fibra efectiva debido a que sólo se refiere a las propiedades físicas del alimento. La peFDN siempre será menor que la FDN, pero la eFDN, puede ser mayor o menor que la concentración de FDN del forraje (Figura 1).

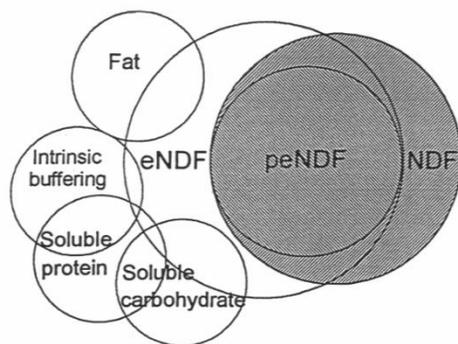


Figura 1. Relación entre FDN, FDN físicamente efectiva y FDN efectiva
Fuente: Mertens (2002)

La peFDN de un alimento se define como el producto de su concentración de FDN y su factor de eficacia física (FEF), siendo que este último varía desde 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 (Mertens, 2002). En el Cuadro 2, se muestran valores de diferentes alimentos con sus respectivos valores de las variables anteriormente mencionadas.

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

Alimento	Forma física	peFDN (%MS)		
		FDN (%MS)	fef	
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 pe.	picado grueso	65	1	61,8
Maíz grano	Entero	10	1	10
Maíz grano	molido grueso	10	0,4	4
Harina de soja (44% PC)	Peleteado	15	0,4	6
Cáscara de soja	Peleteado	67	0,4	26,8

Fuente: Mertens (2002).

2.3.5 Niveles de inclusión de fibra requeridos en confinamiento

Según Barra (2005), la fibra debe ser manejada en conjunto con energía y proteína ofrecida en la dieta. La cantidad de fibra a utilizar está determinada por el nivel de seguridad con que se quiera trabajar para no afectar el ambiente ruminal, pero siempre teniendo en cuenta que altos niveles de fibra llevan a malos resultados en la eficiencia de conversión.

Es fundamental el contenido de fibra que se incluirá en la dieta, ya que cuando se habla de animales de producción baja o moderada, se trata de establecer límites máximos de fibra en la dieta, debido a que esta reduce la capacidad de ingestión de alimentos, la digestibilidad de la ración, la síntesis de proteína microbiana ruminal y el aporte de energía (Mertens, 1987). No obstante, para animales de alta producción, lo cual es el caso de los animales destetados precozmente a corral, las recomendaciones se preocupan en establecer mínimos de contenido de fibra para así de esta forma lograr aumentar el consumo por parte de los animales mejorando así su performance.

Fox y Tedeschi (2002), recomiendan valores de FDNfe entre 7 y 10 % de la materia seca total de la dieta para así mantener el pH ruminal por encima de 5.7, valor por debajo del cual comenzaría a verse afectado el consumo. A su vez, Mertens (2002) sugiere que el valor óptimo de FDNfe es de 15 %, el cual reporta una relación lineal negativa entre ganancia diaria de peso y contenido de FDNfe cuando supera el valor anteriormente mencionado, y una relación positiva cuando este es menor al 10 % de la materia seca.

Mertens (1987) en un trabajo realizado en la universidad de Wisconsin, estima que los animales, deben consumir un máximo de 1.2% del peso vivo en forma de FDN, pero por encima de este nivel se puede ver afectada la ingesta de los animales.

Pordomingo (2002) evaluando dietas con 75, 50 y 25 % de voluminoso, 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 tasa de crecimiento del ternero (0,700 kg/día o superior) en alimentación a corral.

Según Pordomingo (2005) la cantidad mínima del recurso fibra a incorporar en la dieta de feedlot (terminación), 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.

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). La presencia de fibra en la dieta, en forma relativamente basta, puede ser necesaria para el desarrollo y funcionamiento normal del rumen (McGavin y Morrill, 1976).

2.4 CÁSCARA DE ARROZ COMO FUENTE DE FIBRA

Las fuentes de fibra pueden ser catalogadas en dos categorías. Según el largo de fibra, las llamadas “fibra larga”, provenientes de henos y silajes, y por otro lado están las sin fibra larga, presentes en subproductos como pueden ser, el afrechillo de trigo, semilla de algodón o maní (Pordomingo, 2005) o cáscara de arroz (Mc Cartor et al., 1972).

El grano de arroz posee una cáscara que lo recubre la cual no es comestible por los humanos. Una vez cosechado e ingresado a la planta industrial, éste es secado hasta 13% de humedad, molido y es descascarado por una máquina que posee rodillos de goma, los cuales mediante la fricción del grano eliminan la cáscara. El producto que se obtiene luego de este proceso se denomina “arroz marrón”, también conocido como arroz integral, el cual posee el afrechillo cubriendo el grano. Finalmente, éste es procesado hasta ser blanqueado. Al finalizar el proceso, del total de arroz con cáscara que ingresa al molino desde las chacras se obtiene: 70 % de arroz blanco, 20% de cáscara de arroz y 10% de afrechillo de arroz (ACA, 2004).

Cuadro 3. Composición química de la cáscara de arroz

Elemento	Porcentaje (%)
Celulosa	30,0
Hemicelulosa	20,1
Lignina	19,60
Proteína	3,56
Extracto no nitrogenado	6,60
Extracto al éter	0,93
Ceniza	19,21

Fuente: Monteagudo et al. (2007).

Entre los componentes más relevantes de la cáscara de arroz (Cuadro 3) se encuentran las cenizas, siendo el sílice el principal componente de esta Monteagudo et al. (2007). Van Soest y Jones (1968), reportan que el porcentaje de sílice en el alimento podría afectar la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo, Minson (1971), no encontró ningún efecto del sílice en la digestibilidad de la materia orgánica, atribuyéndole el efecto encontrado por Van Soest y Jones (1968), a una disminución de la disponibilidad de microelementos producida por la sílice, la cual presuntamente se adsorbe, afectando así las bacterias ruminales.

En un trabajo realizado por Mc Cartor et al. (1972) en el cual se incorporó la cáscara de arroz en un 9.75% de la dieta, se pudo observar que este subproducto puede ser utilizado sin afectar las ganancias diarias de los animales. Este plantea que por ser fibra de baja calidad podría mejorar la utilización de la fracción restante de la dieta.

Rusoff et al., citados por Tillman et al. (1969), reportan la posibilidad del uso de cáscara de arroz aun hasta en un 30% de la ración sin provocar daños a nivel digestivo en los animales.

En un trabajo realizado por Ayçaguer et al. (2011), evaluando diferentes fuentes de fibra en la alimentación de terneros Hereford de $130 \pm 5,9$ kg y novillos Hereford de $283 \pm 2,9$ kg, consumiendo dietas altamente concentradas, no se constató diferencias significativas en ganancia diaria, consumo y eficiencia de conversión para la categoría de terneros, aunque para la categoría mayor los autores reportan resultados diferentes cuando se les proporcionó fardo de moha, cáscara de arroz o retornable fino de celulosa. Es importante aclarar que los antecedentes reportados sobre remoción de fibra larga por fibra corta se dieron

en regímenes de suministro diario del alimento, no obstante cuando la fibra efectiva aportada por los subproductos de la industria es menor que la del heno (Mertens, 2002), es posible compensar esta diferencia mediante el manejo del comedero y el aumento en la frecuencia de distribución del alimento (Schwartzkopf y Gibb, 2010).

A su vez, Simeone et al. (2008) realizaron un trabajo con animales de 341 kg, donde probaron la remoción de la fibra larga en dietas altamente concentradas. Se probó sustituir la paja de trigo por el salvado de trigo como fuente de fibra (15%) con una dieta de restante de concentrado de sorgo molido, harina de girasol y urea. Estos autores no reportaron diferencias en ganancia diaria, consumo y eficiencia de conversión para los diferentes tratamientos. Estos resultados generan la posibilidad de generar mayor información a nivel país sobre el uso de subproductos de la industria como fuente de fibra corta dentro del corral.

Si bien la cáscara de arroz como subproducto de la industria posee una importante utilidad como puede ser la elaboración de materiales sintéticos, o acondicionante de fertilizante, entre otros, actualmente en nuestro país, no se han desarrollado estas utilidades, sino que se utiliza generalmente en el sector hípico como cama de caballos, o en el sector avícola como cama de pollos. A su vez se ha desarrollado una línea de investigación para la inclusión de cenizas de cáscara de arroz en la industria cementera (ACA, 2004). Dado el volumen de producción de arroz a nivel país, la inclusión de este en la producción ganadera, es una muy buena alternativa cuando se trata de inclusión de fibra corta en dietas de corral.

2.5 AUTOCONSUMO EN EL CORRAL COMO FORMA DE SUMINISTRO DEL ALIMENTO

El sistema de autoconsumo, se ha desarrollado como una tecnología para facilitar la suplementación de las diferentes categorías que mantienen una dieta que se basa en el pasto. Si bien mucho se ha estudiado de su efecto, en este caso se hará solo referencia a este método de suministro dentro del feed lot.

Las raciones totalmente mezcladas sin fibra larga, por su bajo contenido de humedad podrían adecuarse a su suministro en comedero de autoconsumo.

Manasliski y Rodríguez (2013), evaluaron el efecto del suministro diario vs. autoconsumo con terneros destetados precozmente a corral. Estos reportan que no existió diferencia significativa en la performance de los animales medida como ganancia diaria y consumo, cambiando el sistema de suministro del alimento. Al tratarse de una alimentación *ad libitum*, a diferencia de los experimentos en pastoreo donde el alimento en el autoconsumo era restringido mediante la utilización de sal, estos autores reportaron que el consumo a lo largo del período de alimentación cae paulatinamente si se lo analiza como porcentaje del peso vivo, esto se debe al alto peso relativo del rumen en animales tan jóvenes. En el período inmediato post destete registraron valores de consumo del orden del 4 % del peso vivo para finalizar luego de los 90 días en valores entre el 3-3,5% del peso vivo. Cuando se evaluó el consumo en kilogramos de materia seca por animal y por día, se evidencio un crecimiento en forma continua durante dicho período, no mostrándose diferencias entre los distintos tratamientos.

Simeone et al. (2011), llevaron a cabo un experimento con terneros Hereford de 148 kg evaluando el sistema de autoconsumo en corrales con dietas altamente concentradas sin fibra larga, utilizando cáscara de arroz (6,27% en base fresca) Se evaluó la diferencia de consumo de materia seca, ganancia diaria y eficiencia de conversión en un experimento con terneros de mayor peso encerrados durante el invierno. Los tratamientos difirieron en el método de suministro del alimento, siendo ambos *ad libitum*. Se reporto que el consumo de materia seca, fue menor para el tratamiento con autoconsumo, lo cual al no presentar diferencias entre tratamientos en ganancia media diaria se concluyó que el autoconsumo logró una mayor eficiencia de conversión del alimento.

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.

En un trabajo realizado por Toffaletti et al. (2015), se evaluó el sistema de alimentación de novillos Angus dentro del feed lot. Los tratamientos tenían la misma dieta, la cual se basaba en 85% de grano entero de maíz y 15% de expeller de girasol, sin suministro de fibra. Estos diferían en el método de suministro, diario vs autoconsumo. Los autores, reportaron que en el sistema de autoconsumo el CMS fue mayor y más variable entre semanas. Ello estaría relacionado al menor control de la ingesta cuando se utiliza esta forma de suministro por encontrarse con disponibilidad de alimento *ad libitum*. Pese a lo anterior no encontraron diferencias en eficiencia de conversión.

A su vez, Simeone et al. (2017), evaluaron el efecto del suministro de RTM en autoconsumo, en novillos de 348 kg. Estos fueron alimentados con dos dietas, de las cual una contenía fibra larga (20% de heno de moha y 80% de concentrado, contra una sin fibra larga (8% de retornable fino y 92 % de concentrado). El autor no reporto diferencias en ganancia diaria, pero si en consumo de Materia Seca, influyendo directamente en la eficiencia de conversión, a favor de los alimentados en autoconsumo.

2.6 HIPÓTESIS

En dietas altamente concentradas ofrecidas a terneros alimentados a corral, es posible la sustitución de heno por cáscara de arroz, en tanto se mantenga el aporte de FDN físicamente efectiva en la dieta, sin afectar la performance animal a corral.

En dietas sin inclusión de fibra larga ofrecidas *ad libitum*, la sustitución del suministro diario por comederos de autoconsumo no afecta la performance animal. Ello estaría mediado por cambios en el comportamiento ingestivo del animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se desarrolló entre el 25 de enero y el 4 de abril de 2016 en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía. La misma se ubica en el departamento de Paysandú; a 32°20'9" latitud sur, y 58°2'22" longitud oeste; en el litoral norte del Uruguay.

3.2 CLIMA

El departamento de Paysandú cuenta con una temperatura media anual de 17,9 °C con mínimos promedios de 11,7 °C en junio y máximos promedios de 24,8 °C que se dan en enero; un régimen de precipitaciones promedio de 1218 milímetros anuales con máximos promedios en marzo de 147 mm y mínimos promedios en junio de 70 mm; y un índice de humedad promedio de 73% (MDN. DNM, s.f.).

Para el período experimental la temperatura histórica promedio se encuentra en los 23.3 ± 0.64 °C para una serie histórica de 10 años. Las precipitaciones presentan un promedio de 540 ± 276 mm en el mismo período de análisis. Los datos fueron obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la EEMAC.

3.3 ANIMALES

Fueron utilizados 36 animales de raza Hereford, 18 hembras y 18 machos castrados al nacer en la primavera de 2015. El peso promedio a la entrada al corral fue de $101,47 \pm 17.9$ kg. Los animales fueron seleccionados del rodeo experimental de la EEMAC y fueron destetados precozmente el 21/12/2015 a los 60 ± 10 días de edad con un peso promedio de 78.96 ± 15.5 kg. Desde el nacimiento hasta el destete los animales se encontraron en campo natural.

3.4 INFRAESTRUCTURA

Se utilizaron 9 corrales, de 4 metros de ancho por 10 metros de largo (40m²) delimitados perimetralmente por tres hilos electrificados; ubicados en un terreno con una pendiente del orden del 2%. Seis de los corrales, utilizados para suministro diario de alimento, contaban con dos comederos de 0.75 m de frente de ataque cada uno, y tres de los 9 corrales contaban cada uno con un comedero autoconsumo de 0.4 m de frente de ataque (con capacidad para 250 kg de alimento). Todos los corrales constaban con dos bebederos (100 lts.) y un área sombreada por una malla sombra de 16,6 m².

3.5 ALIMENTOS

Fueron formuladas dos raciones totalmente mezcladas (RTM) difiriendo en la principal fuente de fibra efectiva: cáscara de arroz (CA, subproducto del procesamiento del grano de arroz para consumo) o heno de alfalfa (HA), y similares en su aporte de proteína y FDN.

Ración experimental 1: 20% H, 80% concentrado

Ración experimental 2: 8% CA, 92% concentrado

Como concentrado se utilizó una ración comercial molida para terneros de destete precoz (declaración de ingredientes probables incluye: cebada, trigo, maíz, sorgo, avena, harina o expeler de soja o girasol, afrechillo de trigo o arroz, melaza, carbonato de calcio, brote de cebada fosfato dicálcico, sal y monensina a razón de 35mg/kg de producto). En el cuadro 4 se presenta la composición química de los ingredientes utilizados.

Cuadro 4. Composición química de los ingredientes utilizados en la elaboración de las raciones experimentales

Ingrediente	Análisis				
	MS%	C%	PC%	FDN%	FDA %
Ración comercial	93,40	8,21	17,63	25,67	8,72
Fardo	93,84	9,26	11,98	54,91	32,67

Cáscara de arroz	95,15	20,78	2,89	70,95	5,96
------------------	-------	-------	------	-------	------

FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; PC: Proteína cruda; C: Cenizas; MS: Materia seca.

3.6 TRATAMIENTOS

Los animales fueron bloqueados por peso vivo en tres grupos (bloque 1: $61,8 \pm 3,4$ kg, bloque 2: $78,3 \pm 1,3$ kg, bloque 3: $96,4 \pm 1$ kg) y sorteados dentro de cada bloque a uno de tres tratamientos:

- Suministro diario de RTM incluyendo HA como fuente de fibra (D/H)
- Suministro diario de RTM incluyendo CA como fuente de fibra (D/CA)
- Suministro en comederos de autoconsumo de RTM incluyendo CA como fuente de fibra (AC/CA)

Cada tratamiento quedó conformado por tres repeticiones (n=3, tres terneros por repetición), siendo cada una alojada en un corral.

En la Figura 2 se detalla la distribución de los diferentes tratamientos en el espacio.

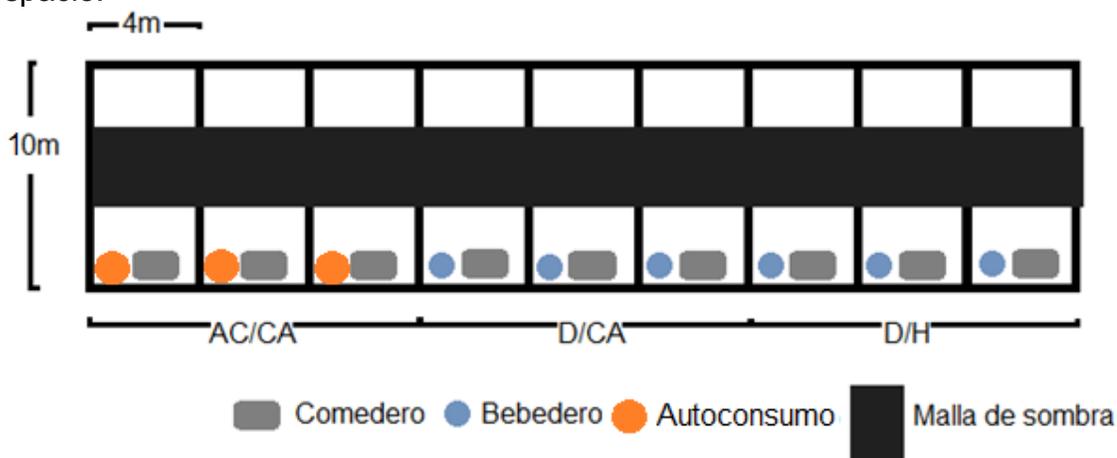


Figura 2. Distribución de los tratamientos y unidades experimentales en el espacio

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La evaluación se realizó en un período de 70 días, previa fase de transición de la dieta líquida a la sólida, seguida del acostumbramiento a las dietas experimentales (21/12/2015 al 24/01/2016), continuando con la fase experimental propiamente dicha del 25/01/2016 al 04/04/2016.

3.7.1 Período pre-experimental

Al primer día de destete, los animales fueron trasladados hacia los corrales y ahí se los retuvo sin alimento pero con agua disponible. Al día siguiente comenzaron con una dieta de heno de alfalfa y ración comercial para terneros de destete precoz para las cuales hubo un período de inclusión gradual. Se comenzó con 0,2 kg de ración y 0,5 kg de fardo hasta llegar al 02/1/2016 con un valor de HA y ración ofrecida a razón de 1.25% y 1.5% de peso vivo respectivamente. Luego de esto se comenzó con un período de acostumbramiento gradual a las dietas experimentales. Para el caso de los terneros que consumirían CA como fuente de fibra, la cantidad de heno se fue reduciendo en el correr de 7 días, a razón de 0.1429 kg/día, y una tasa de incremento de CA en la dieta de 0.0274 kg/día hasta llegar a un consumo total de MS de 3% de peso vivo (92% concentrado/ 8% CA). Para el caso de los animales alimentados con HA como fuente de fibra, se comenzó con una relación concentrado/voluminoso de 55/45 en el período de acostumbramiento, reduciéndose la cantidad de voluminoso hasta llegar a una relación 80/20 en la dieta experimental.

El 10/1/2016 los animales fueron trasladados hacia los corrales experimentales; inicialmente se los dividió por tratamiento, para luego de dos días agruparlos por unidad experimental dentro de cada tratamiento. Durante esos días se realizó además la adaptación de los terneros en AC/CA al comedero de autoconsumo aunque el suministro fue diario. Luego de esto se procedió al llenado de los mismos manteniendo la relación concentrado/fibra 92/8.

Para el caso de los animales con suministro diario, se realizó diariamente lectura de comedero, la cual consistía en medir el contenido de los rechazos en los comederos, y si este era menor al 10% de lo ofrecido el día anterior se procedía a aumentar lo ofrecido en un 5% en base seca. Este período culminó cuando todas las unidades experimentales alcanzaron el consumo *ad libitum*.

3.7.2 Período experimental

Este período dio comienzo el día 25/1/2016, en el cual los terneros fueron

pesados constituyendo este registro la variable de peso vivo de inicio.

El alimento en los tratamientos de suministro diario fue ofrecido *ad libitum*, distribuido en tres comidas diarias, regulándose la cantidad ofrecida de forma que el rechazo de alimento oscilara en torno al 10% del alimento ofrecido. Los comederos de autoconsumo se llenaron con una cantidad de alimento superior al consumo esperado para 7 días, se controló que siempre hubiera ración en el comedero y se repitió semanalmente de forma de asegurar el consumo a voluntad por parte de los animales. El agua estuvo disponible en los corrales a voluntad.

3.8 MANEJO SANITARIO

El día del destete, los animales fueron vacunados contra clostridiosis (clostrisan), querato conjuntivitis y carbunco. Durante el experimento los animales fueron tratados mensualmente con antiparasitario (paraxane e ivermectina), también se trataron contra aftosa (22/2/2016). Ese mismo día fueron vacunados con antibiótico contra infecciones respiratorias.

3.9 DETERMINACIONES

3.9.1 Peso y altura de anca

Al inicio del experimento se pesaron los animales individualmente, proceso que se repitió cada 14 días. Las condiciones fueron siempre iguales; previo a la primer comida de la mañana, sin ayuno previo y en la misma balanza electrónica con precisión de $\pm 0,5$ kg. Al inicio y al final del experimento se midió la altura al anca, con una varilla centimetrada, dentro del tubo, procurando no apretar a los animales, asegurando una medición más precisa. Ambas mediciones permiten establecer la relación peso vivo/altura de anca.

3.9.2 Consumo de materia seca

El consumo de materia seca de cada ternero, fue medido mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado. Esta medición se realizó todos los días para los tratamientos con suministro diario, descartando el rechazo presente en el comedero. En AC/CA semanalmente se registró el rechazo diario en el comedero, luego de registrar el peso el alimento fue retornado al comedero, y semana por medio durante siete días se pesaba cada 24 hs. la cantidad de ración disponible en el comedero, retornando la misma al comedero una vez pesada. Semanalmente se extraían muestras de alimento ofrecido y su

respectivo rechazo, para la determinación del contenido de humedad. Las mismas eran secadas en una estufa de aire forzado a 60° durante 48 horas aproximadamente, hasta llegar a peso constante, luego molidas y conservadas para su posterior análisis químico.

3.9.3 Comportamiento animal

Durante un día en las semanas 4 y 6, y dos días consecutivos en la semana 10 se registró el comportamiento animal mediante observación directa durante el período de horas luz (7:30 -19:30 hs.). Esta medición se realizó sobre la totalidad de los animales, registrando individualmente cada 15 minutos la actividad que estaba realizando: acceso al comedero y consumo, rumia, descanso, o consumo de agua.

3.9.4 Determinación del contenido de FDNfe

La determinación de contenido de fibra efectiva de los ingredientes y RTMs se realizó mediante el separador de partículas de forraje de Penn State. El FEF fue estimado como la proporción de partículas mayor a 1.18 mm y el contenido de FDNfe (%MS) fue estimado como el producto entre el aporte de FEF y el contenido de FDN % MS.

3.9.5 Registros climáticos

Los registros diarios de temperatura y precipitaciones para el período experimental fueron obtenidos de la Estación Agrometeorológica Automática de la EEMAC, ubicada aproximadamente a 2 km del lugar donde fue llevado a cabo el experimento. Las variables consideradas fueron: temperatura, precipitaciones, humedad relativa e índice de temperatura y humedad.

3.10 VARIABLES CALCULADAS

La ganancia media diaria fue estimada a partir de la regresión del peso vivo en los días experimentales.

La eficiencia de conversión de la materia seca del alimento fue calculada como el cociente entre el consumo de materia seca diario y la ganancia media diaria en cada corral.

3.11 ANÁLISIS QUÍMICO

Se realizaron muestras compuestas para la totalidad del período experimental, una por cada ingrediente del alimento ofrecido y una por corral para el alimento rechazado. Sobre estas muestras se determinó C% (Cenizas), PC% (Proteína Cruda), aFDNmo% (Fibra Detergente Neutro de la materia orgánica) y FDAmo% (fibra detergente ácido de la materia orgánica).

Para el caso de la PC, se determinó el contenido total de nitrógeno mediante el método Kjeldahl. Para convertir el nitrógeno en proteína cruda se corrigió por el factor 6,25 (AOAC, 2012). Los contenidos de FDN y FDA fueron determinados de forma secuencial y para esto se utilizó la tecnología Ankom (Van Soest et al., 1991). Para la obtención de la ceniza se incinera la muestra a 600 °C (AOAC, 2012). Por último la materia orgánica (MO) se obtiene por diferencia al restarle las cenizas obtenidas a la muestra seca (Van Soest et al., 1991).

3.12 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de bloques al azar, considerando como unidad experimental al conjunto de cuatro terneros/as por corral. El modelo estadístico incluyó el efecto de bloque, tratamiento y el peso inicial como covariable.

Las variables con medidas repetidas en el tiempo, como peso vivo y consumo, fueron analizados 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, de la forma:

$$Y_{ijklm} = \beta_0 + \zeta_i + B_j + \epsilon_{ijk} + \beta_1 d_l + \beta_1 i \zeta_i d_l + \beta_2 PV_{ijk} + \sigma_{ijkl}$$

donde,

Y_{ijkl} : peso vivo (PV)

β_0 : intercepto

ζ_i : efecto del i-ésimo tratamiento (i= AC/CA, D/CA, D/H)

B_j : efecto del j-ésimo bloque de peso ingreso ($j= 1,2,3$)

ϵ_{ijk} : error experimental

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

$\beta_1\zeta_i$: es la pendiente del peso vivo (PV) en función de los días (dl) para cada tratamiento

β_2 : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento

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

El consumo de materia seca fue analizado de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} + S_k + D(S)_k + (\alpha S)_{ik} + \delta_{ijk}$$

donde,

Y_{ijk} : consumo de MS (kg/a/día y % PV)

μ : media poblacional (Consumo).

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

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

S_k : efecto relativo del k-ésimo momento de medición del consumo.

$D(S)_k$ es el efecto de los días dentro de cada semana

$(\alpha M)_{ik}$: efecto relativo de la interacción entre los efectos del i-ésimo tratamiento y k-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo de los animales fue realizada transformación LOGIT de los datos originales, la cual asume que la variable “número de registros/ registros totales” tiene distribución binomial.

Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS (1999)

$$\ln(P/(1-P)) = b_0 + \zeta_i + B_j + S_k + (\zeta S)_{ik} + D(S)_k$$

donde,

P es la probabilidad de consumo, rumia o descanso.

b_0 es el intercepto

ζ_j es el efecto de los tratamientos

B_j es el efecto de bloque

S_k es el efecto de la semana de observación

ζ_{Sik} es la interacción entre tratamiento y semana

$DI(S)_k$ es el efecto de los días dentro de cada semana

Variables como la EC, composición química de la dieta, peso y altura a la salida del corral fueron analizadas utilizando el procedimiento GLM de SAS (del SAS Institute), de acuerdo al modelo general:

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

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

- 1) Efecto de la fuente de fibra: D/H vs. $(D/CA + AC/CA)/2$
- 2) Efecto de la forma de suministro: D/CA vs. AC/CA

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

En el cuadro 5 las medias mensuales de temperatura, precipitaciones, humedad relativa e índice de temperatura y humedad e ITH durante el período experimental.

Cuadro 5. Condiciones climáticas para el período experimental (25/1/16 al 4/4/2016)

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Temperatura media (°C)	26,0	25,2	20,6	18,2
Precipitaciones (mm)	31,2	323,3	107,4	191
Humedad Relativa (%)	64,4	71,3	74,4	82,1
ITH	74	68	67	64

Referencias: ITH: índice de temperatura y humedad relativa ($ITH = (1,8 T_a + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100) (1,8 T_a - 26)$) Thom (1959) y calculó a partir de la conversión de Valtorta y Gallardo (1996).

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

El ITH, es un índice que permite evaluar las condiciones climáticas predisponentes al estrés calórico mediante las condiciones de temperatura y humedad relativa Thom (1959). Existe una escala que contempla valores relacionados con el riesgo a sufrir estrés por calor (Mader et al., 2006). Dentro de la escala se diferencian niveles de riesgo, siendo normal: ≤ 74 ; alerta: $74 < THI < 79$; peligro: $79 \leq THI$; y emergencia: $THI \geq 84$. En el mes de enero se lograron niveles de ITH considerados como de alerta según la escala anteriormente mencionada, mientras que en el resto del período experimental se mantuvieron por debajo de los niveles considerados problemáticos. Cabe aclarar que al presentarse las temperaturas medias no se toma en cuenta posibles días con altas temperaturas que puedan haber generado picos de estrés calórico.

Los animales hacen frente a estos períodos desfavorables primordialmente a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento. Así, en la mayoría de los casos esta respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados

cuando el ganado se encuentra fuera de la denominada zona termo-neutral (Arias et al., 2008). La disponibilidad de sombra en los corrales contribuye a la expresión del potencial de crecimiento. Esto se debe a la reducción de los costos energéticos de mantenimiento favoreciendo la partición hacia la producción (Simeone y Beretta, 2008).

4.2 CARACTERÍSTICA DE LA DIETA

En el cuadro 6 se muestra la composición química de las RTM ofrecidas y características de efectividad de la fibra aportada para cada tratamiento.

Cuadro 6. Composición química y características física de las raciones ofrecidas difiriendo en la fuente de fibra (expresado en base seca)

	Fuente de fibra	
		Heno de alfalfa
	Cáscara de arroz	
Materia seca (%)	93,5	93,4
Proteína cruda (%)	16,4	16,5
Fibra detergente neutro (FDN)	29,2	31,5
Fibra detergente ácido (%)	8,4	13,5
Cenizas (%)	9,2	8,4
Factor de efectividad de la FDN (fef), %	41,5	39,8
FDNfe, %	12,1	12,5

El aporte de fibra físicamente efectiva no presentó diferencia significativa entre RTMs ($P > 0.05$). Niveles de 12 % de FDNfe serían suficientes para cumplir con la función mecánica requerida en dietas altamente concentradas, para generar suficiente masticación, salivación y rumia, y evitar trastornos digestivos, pasando de un rol nutricional a funcional (Defoor et al., 2002). Mertens (2002) sugiere un máximo de FDNfe de 15% mientras que Fox y Tedeschi (2002) recomiendan valores de FDNfe entre 7 y 10 % de la materia seca total de la dieta. En cuanto a los niveles de inclusión de fibra, estos se encuentran dentro de los rangos recomendados por Pordomingo (2005), quien recomienda que entre 5 y 10% de la dieta debe ser alimento voluminoso, un aporte mínimo de 10% de FDN

en la dieta, de la cual al menos la mitad debe ser efectiva, dependiendo de los niveles de fibra efectiva aportados por el resto de los componentes.

La composición química del rechazo fue afectada por el tratamiento ($P < 0.0001$), registrándose diferencias asociadas a la fuente de fibra, sin efecto del método de suministro. El rechazo correspondiente a la RTM con HA presentó menor concentración de proteína y mayor concentración de FDN y FDA con respecto a la ración con CA, evidenciando una selección en contra del heno (Cuadro 7). Como consecuencia de ello, la composición química del alimento consumido difirió según la fuente de fibra (Cuadro 8), observándose para tratamiento D/HA, mayor contenido de PC y menor contenido de FDN y FDA, con relación al alimento ofrecido.

Cuadro 7. Efecto de la fuente de fibra y del método de suministro de la ración sobre la composición química del alimento rechazado (base seca)

	Tratamientos			Contrastes (P Valor)	
	AC/CA (1)	D/CA (2)	D/H (3)	Fuente de fibra 2 vs. 3	Método de suministro 1 vs. 2
Materia orgánica %	90,68	90,6	90,71	0,6272	0,7189
Proteína cruda %	17,55	16,8	13,56	0,0011	0,1307
FDN, %	29,1	29,7	50,77	<0.0001	0,7238
FDA, %	11,31	12,2	28,46	<0.0001	0,537

AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra.

Cuadro 8. Efecto de la fuente de fibra y del método de suministro de la ración sobre la composición química del alimento consumido

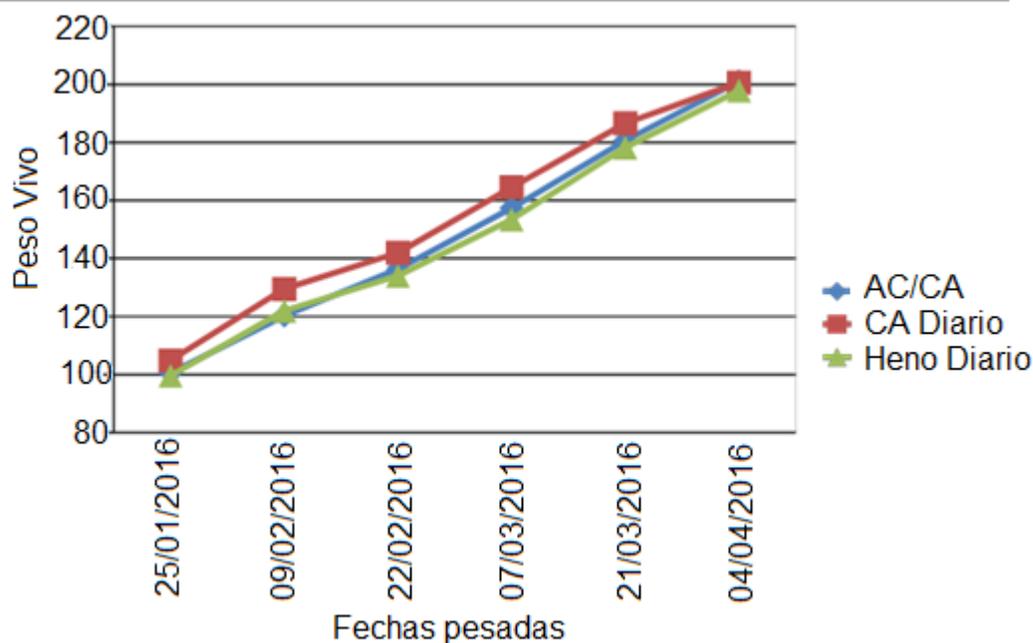
VARIABLE	TRATAMIENTO			Contrastes (P Valor)	
	AC/CA (1)	D/CA (2)	D/H (3)	Fuente de fibra 2 vs. 3	Método de suministro 1 vs. 2
Materia orgánica %	90,8	90,8	91,7	<0.0001	0,0819
Proteína cruda %	16,5	16,5	16,7	0,0029	0,3739
FDN, %	29,3	29,3	29,8	0,0171	0,9289

FDA, %	8,5	8,2	12,2	<0.0001	0,1435
AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra					

El método de suministro del alimento, no influyó sobre la selectividad del alimento consumido, el cual si fue diferenciado por la fuente de fibra. Esto lógicamente está condicionado por la homogeneidad de la RTM, permitiendo una mayor selección en la mezcla de ración con fardo que la mezcla de ración con cáscara de arroz (Cuadros 7 y 8).

4.3 PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA

El peso vivo aumentó de forma lineal en el tiempo ($P < 0.0001$, Figura 3), siendo afectado por el peso vivo inicial ($P < 0.0001$). Ninguna de las variables que describen el crecimiento y la composición de la ganancia fue afectada por el tratamiento ($P = 0.9643$). Las medias por tratamiento se presentan en el Cuadro 9.



AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra.

Figura 3. Efecto de las diferentes fuentes de fibra (heno de alfalfa o cáscara de

arroz) y forma de suministro del alimento (diario o autoconsumo) sobre la evolución de peso vivo de los animales

Estos resultados son coincidentes a los reportados por Beretta et al. (2011), quienes realizaron un experimento utilizando con terneros de 150 kg y diferentes fuentes de fibra dentro del corral. Este experimento utilizó cascara de arroz y retornable fino como fuente de fibra corta, y heno de moha picado como tratamiento testigo. No reportaron diferencias en performances entre tratamientos en la categoría de terneros.

Cuadro 9. Ganancia media diaria (GMD), peso vivo, altura y relación peso vivo/altura final para 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)

	TRATAMIENTOS			CONTRASTES	
	AC/CA (1)	D/CA (2)	D/H (3)	Fuente de fibra 1 y 2 vs 3	Método de suministro 1 vs 2
GMD (kg/día)	1,40	1,40	1,38	0,9875	0,5429
Peso vivo inicial (kg)	100,5	104,8	99,1	0,9309	0,7889
Peso vivo final (kg)	201,1	200,6	197,9	0,5890	0,9368
Altura final (cm)	101,4	102,1	102,1	0,4475	0,4402
PV/altura final	1,97	1,97	1,93	0,6281	1,0000

AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra.

Estos resultados coinciden con trabajos de este tipo aunque no para esta categoría, donde 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 una ganancia media diaria de 1,3 kg/día.

Manasliski y Rodríguez (2013), sustituyeron el ensilaje de sorgo de planta entera como fuente de fibra tradicional por retornable fino, en terneros de destete precoz, y no obtuvieron diferencias significativas para ganancia media diaria, consumo ni eficiencia de conversión, demostrando así la viabilidad del uso del retornable fino para esa categoría. A su vez los valores de ganancia diaria de

dicho trabajo fueron de 1,420 kg/día, lo que se asemeja a los valores obtenidos en el presente experimento.

Los resultados obtenidos confirman la primera hipótesis planteada. Sería posible sustituir la fuente de fibra tradicional, como lo es el heno, por cáscara de arroz en dietas altamente concentradas sin perjudicar la performance de terneros de destete precoz a corral.

4.4 CONSUMO

El consumo de materia seca (CMS) fue afectado por el tratamiento ($P=0.0103$), la semana experimental (S, $P<.0001$) la interacción T x S ($P<.0001$) y el día dentro de semana ($P=0.0004$), siendo este último independiente del efecto del tratamiento ($P=0.1802$).

Los valores de CMS obtenidos son superiores a los reportados por Pordomingo (2002a) quien reporta para terneros de 71 kg a la entrada al corral, consumos promedios de 3,11% PV para dietas con 75% de concentrado y 20 % de FDN. Da Costa Eifert et al. (2004) obtuvieron valores de consumo de 2,43 % PV. Todas las dietas fueron ofrecidas “*ad libitum*”. Debido a la baja relación voluminoso/concentrado se puede inferir que el consumo estuvo regulado metabólicamente (Mc Donald, et al., 2006). Estos autores indican que cuando se consumen alimentos con alta concentración de energía, la regulación es metabólica, en tanto cuando los alimentos poseen alto porcentaje de forrajes, este se limita por la velocidad en que los alimentos pueden digerirse en el rumen.

Cuadro 10. Efecto del tipo de fibra y método de suministro en el consumo de materia seca y eficiencia de conversión

	TRATAMIENTOS			Contrastes (P Valor)	
	AC/CA	D/CA	D/H	Fuente de fibra	Método de suministro
	(1)	(2)	(3)	1 y 2 vs. 3	1 vs. 2
Consumo (%PV)	3,58	3,80	3,97	0,0081	0,0305
Consumo (kg)	4,82	5,35	5,28	0,224	0,0260
Eficiencia de conversión	3,43	4,01	3,82	0,2487	0,0327

AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno

como fuente de fibra.

La fuente de fibra, comparada en los tratamientos con suministro diario, no afectó el CMS (kg) ($P= 0,224$). La concentración energética de la dieta y la relación voluminoso/concentrado generan un efecto sobre la regulación del consumo lo que podría explicar los resultados observados. En el presente trabajo, es probable que la regulación del consumo haya estado controlada principalmente por factores metabólicos de retroalimentación (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 (Allen, 1996).

Los resultados encontrados no coinciden con los descritos por Defoor et al. (2002) quienes indican que la fuente y el nivel de fibra en dietas de engorde a corral tiene efectos sobre el consumo de materia seca, la performance y las características de la carcasa. Estos autores encontraron que en dietas de terminación de vaquillonas utilizando diferentes fuentes de fibra en un 12,5% de inclusión (heno de alfalfa, heno de pasto súdean, paja de trigo y cascarilla de semilla de algodón) el consumo de energía neta fue modificado por la concentración diferente de FDN de los forrajes. En este caso las diferencias de consumo estuvieron asociadas al método de suministro y no a la fuente de fibra.

El método de suministro afectó el CMS, registrándose en AC/CA una reducción de 5,8% con relación a D/CA. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Simeone et al. (2013). Este reporta resultados de 2 experimentos realizados en años consecutivos (2010 y 2011). En el invierno de 2010 ingresaron al corral con un peso de 148 kg y en el invierno de 2011 con un peso promedio de 180 kg. Los mismos fueron alimentados en comederos de autoconsumo y diariamente con una dieta sin fibra larga a base de sorgo grano molido (60%), afrechillo de trigo (14%), expeler de girasol (14%), melaza (0,9%), urea (1,9%) y núcleo vitamínico (2,8%) y como fuente de fibra: cáscara de arroz a razón de 6,3% de la dieta. Los animales alimentados en autoconsumo, consumieron un 8,2% menos en comparación a los alimentados diariamente.

La misma tendencia fue observada para el CMS expresado cada 100 kg de PV. El CMS (kg/ 100 kg PV) fue mayor para terneros H/D con respecto a aquellos consumiendo la dieta con CA, sin embargo ello estuvo explicado por el menor CMS en AC/CA con relación a D/CA (Cuadro 10).

4.4.1 Estabilidad del consumo entre semanas

En la Figura 4, se observa la evolución semanal del consumo medio diario de MS observándose diferencias significativas entre semanas ($P < 0.0001$), siendo las mismas dependientes del tratamiento ($P = 0.0001$).

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. Estos resultados concuerdan con los reportados por Simeone et al. (2013), donde indican que los valores de consumo disminuyen con el tiempo si se analiza el consumo como porcentaje de peso vivo, y es atribuible al mayor peso relativo del rumen en animales jóvenes, consumiendo altos niveles de energía. En este trabajo, el autor indica que los valores de consumo pasan del orden del 4% en el período inmediato post destete, para finalizar luego de los 90 días en valores entre 3-3,5% del peso vivo.

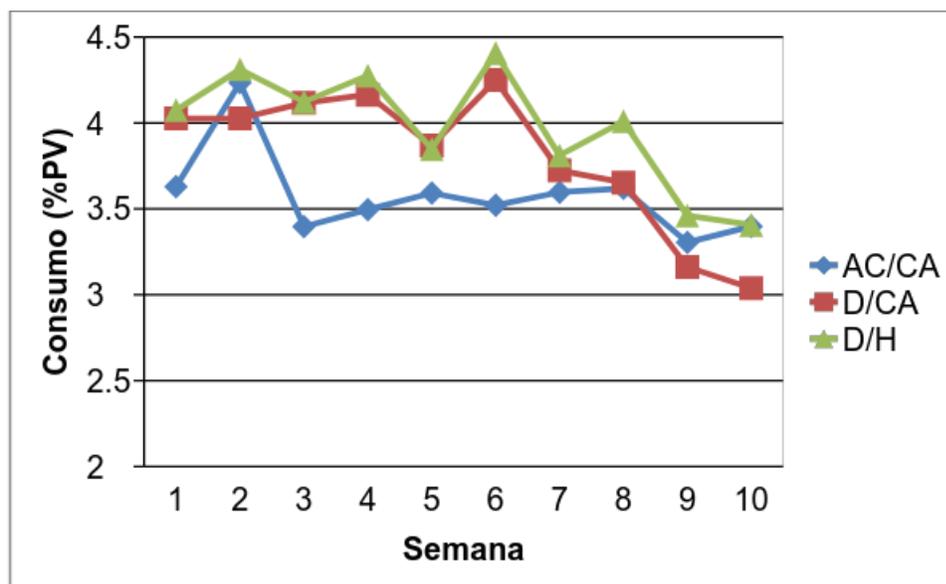


Figura 4. Evolución semanal del consumo medio diario de materia seca (expresado en % del peso vivo) para cada tratamiento durante el período experimental

Las interacciones de los efectos semana x T y día(S) x T, permite estudiar

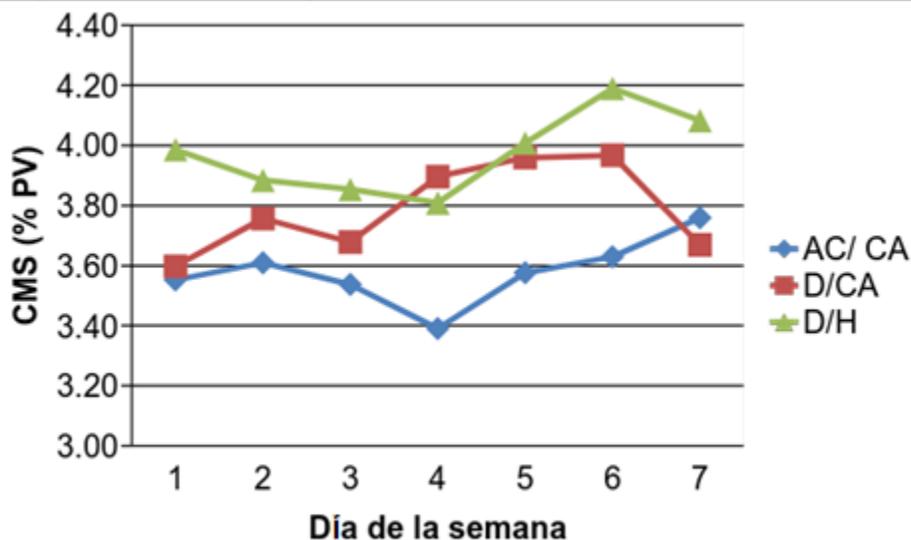
la variabilidad en el consumo a lo largo del período experimental y entre días, asociadas a tratamiento.

En AC/CA, con excepción de la semana 2, el consumo es igual estadísticamente entre semanas ($P > 0.05$), por el contrario, en D/CA se observó un comportamiento de tipo “serrucho” similar a lo observado en el D/H ($P > 0.05$).

4.4.2 Estabilidad del consumo entre días

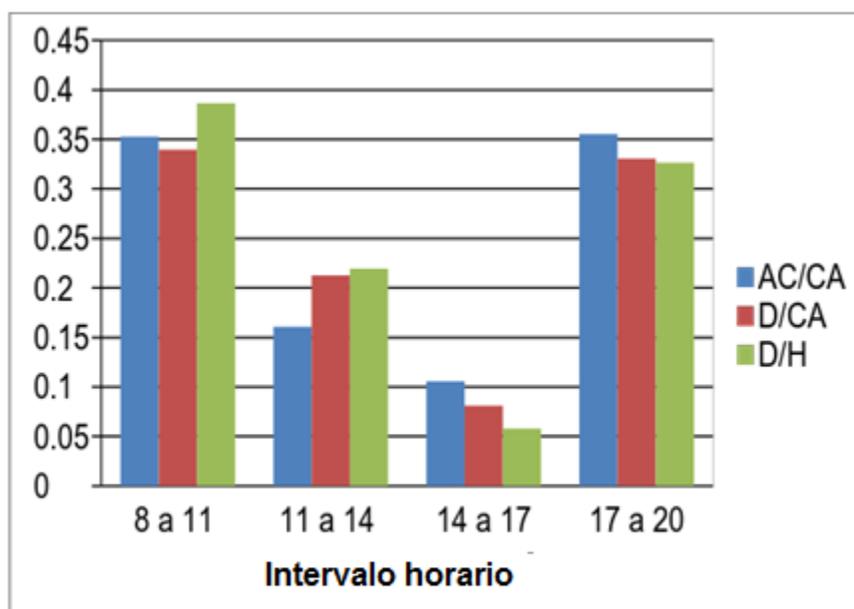
La variación del CMS entre días dentro de una misma semana, fue significativa ($P = 0.0004$), siendo esta variación dependiente del tratamiento ($P = 0.0588$, Figura 5)

El CMS entre días dentro de una misma semana no difirió estadísticamente entre los tratamientos con suministro diario, sin embargo, en el AC/CA el día 4 fue significativamente diferente del 7. Los demás no difieren entre sí, ni tampoco difieren del 4 y 7.



AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cascara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cascara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra.

Figura 5. Variación en el consumo diario de materia seca entre días dentro de una semana, según tratamiento (promedio para el período experimental)



Referencias: AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cáscara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra.

Figura 6. Probabilidad de encontrar animales consumiendo en cuatro intervalos horarios. (suministro de alimento 7:00 hs., 13:00 hs. y 18:00 hs.)

Si bien no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para ninguno de los intervalos medidos, se observó una tendencia a diferenciarse en el intervalo de 11 a 14 ($P= 0.0827$), donde la probabilidad de encontrar animales consumiendo en el autoconsumo fue menor a los otros dos tratamientos.

Se pudo apreciar que existen intervalos donde los animales presentan mayor consumo, como los intervalos de 8 a 11 hs. y de 17 a 20 (Figura 6). Estos picos de consumo son coincidentes con los momentos de entrega de alimento en los tratamientos con suministro diario.

Estos resultados coinciden con los reportados por Manaslinski y Rodríguez (2013), quienes indican que en los animales aun estando *al libitum* se observa un estímulo a consumir en los momentos donde se le suministra el alimento. En la misma línea de investigación 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.

Estos resultados de actividad de consumo coinciden con lo reportado por Simeone et al. (2011) quienes indican que los animales alimentados diariamente presentan más tiempo dedicado al consumo, principalmente en la mañana, lo que explica un consumo mayor de materia seca.

En el presente trabajo, los períodos con menor consumo, corresponden a horarios del día con mayor temperatura e ITH, los cuales fueron destinados mayormente al descanso.

En un trabajo realizado por Stricklin et al. (1979), se estudiaron los patrones de comportamiento en animales en engorde a corral, donde el dominante fue el descanso. Estos autores encontraron que la ganancia diaria tiene una correlación positiva con el descanso y negativa con el patrón de estar parado. Por otro lado, el tiempo dedicado al consumo no afectaría esta performance.

4.4.3 Consumo de nutrientes

El consumo de nutrientes presentó diferencias significativas entre tratamientos. En el caso de los tratamientos con diferentes formas de suministro presentó diferencias significativas en consumo de materia orgánica ($P= 0.0579$), fibra detergente neutro y fibra físicamente efectiva ($P= 0.049$) y ($P= 0.0276$) respectivamente. Para el caso de la proteína cruda, se observó una tendencia a favor de los tratamientos suministrados diariamente ($P= 0.078$), los mismos consumieron 0.09 kg más que los alimentados en autoconsumo (Cuadro 11). Esto, está directamente asociado a la diferencia en consumo entre tratamientos y composición química.

Cuadro 11. Efecto del tipo de fibra y método de suministro sobre el consumo de nutrientes de las RTM ofrecidas (medida como % de peso vivo)

TRATAMIENTOS			Contrastes (P Valor)
AC/CA	D/CA	D/H	Fuente de Método de

	(1)	(2)	(3)	fibra 2 vs. 3	suministro 1 vs. 2
Materia orgánica	4,38	4,86	4,84	0,99	0,057
Proteína cruda	0,79	0,88	0,88	0,99	0,078
FDN,	1,41	1,57	1,57	0,99	0,049
FDNfe	0,58	0,65	0,63	0,44	0,027
FDA	0,41	0,43	0,64	0,0025	0,648

AC/CA= Suministro en comederos autoconsumo y cascara de arroz como fuente de fibra, D/CA= Suministro diario y cascara de arroz como fuente de fibra, D/H= Suministro diario y heno como fuente de fibra.

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 tipo de dieta, donde la relación concentrado/voluminoso es muy alta. 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, estaría indicando que el valor de FDN cumple con la función de evitar trastornos digestivos (Calsamiglia 1997, Simeone y Beretta 2010).

4.5 COMPORTAMIENTO ANIMAL.

Se registró diferencia significativa para todas las actividades debidas al tratamiento siendo este efecto independiente de la semana experimental (Cuadro 12).

Cuadro 12. Efecto del tipo de fibra y método de suministro del alimento sobre las actividades de consumo, rumia, descanso y consumo de agua

Actividad	Tratamiento			Probabilidad del efecto		
	AC/CA	D/CA	D/H	Tratamiento	Semana	Trat. x Sem.
Consumo	0,15C	0,18B	0,24A	<.0001	0.0009	0.2183
Rumia	0,13B	0,15B	0,19A	<.0001	0.0068	0.0945
Descanso	0,69A	0,62B	0,54C	<.0001	0.0016	0.2972
Agua	0,03B	0,05A	0,03B	0.0010	<.0001	0.1394

Referencias: letras diferentes en la misma línea, indican diferencias significativas $p < 0.001$.

Considerando la forma de suministro cuando la fuente de fibra fue cascara de arroz, lo terneros con AC destinario menor tiempo a la actividad de consumo y en compensación dedicaron más tiempo al descanso, sin afectarse la actividad de rumia. La menor actividad de consumo es consistente con el menor consumo promedio diario observado

La sustitución de heno por cáscara de arroz, sin embargo determino no solo una menor actividad de consumo y aumento del tiempo de descanso, sino también una disfunción de la actividad de rumia. Este hecho no parece haber afectado la performance animal a diferencia de lo mencionado por Mc Cartor et al. (1972) evaluando dietas sin fibra larga quienes observaron que no rumiaban y concluyó que la forma física de estas dietas, o los niveles de fibra contenidos en ellos era inadecuado para estimular la rumia normal ya que presentaron peores performances. Pese a esto, el alimento consumido tendría más tiempo de retención en el rumen provocando mayor rumia por kg consumido en comparación con los otros tratamientos en los cuales la tasa de pasaje es mayor (Theurer 1986, Owens et al. 2006).

En un trabajo realizado por Ayala et al. (2008), utilizando 6 vacas de 450 kg, se estudió el efecto del largo de fibra sobre la actividad de ingestión. Los autores reportaron un aumento de 31% de la actividad de la rumia cuando se suministró fibra larga, asociado a un mayor tiempo de masticación. Estos resultados son coincidentes con este, ya que los animales que consumieron fibra de heno dedicaron mayor tiempo a esta actividad.

4.6 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

La eficiencia de conversión del alimento fue afectada por el tratamiento ($P = 0.0223$): $3,43^b$; $4,01^a$ y $3,82^a$ para los tratamientos AC/CA, D/CA y D/H, respectivamente, cuadro 10). El método de suministro afectó la EC ($P = 0.04115$), no observándose efecto de la fuente de fibra consumida ($P = 0.4878$). Estos resultados son consecuencia de lo reportado anteriormente, donde se observó diferencia en consumo de materia seca y no en ganancia media diaria asociado a el método de suministro del alimento. Para el caso del tipo de fibra, este no tuvo influencia sobre dicha variable, generando un resultado alentador a la hora de introducir fibra corta en los planteos de alimentación dentro del sistema de feed lot. Tanto es así, que los mejores resultados en dicha variable, se encontraron en la combinación del suministro en autoconsumo, asociado a la fibra corta.

Estos valores de conversión, concuerdan con los reportados por Manaslinski y Rodríguez (2013), y son mejores a 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.

A su vez trabajos realizados por Monje et al. (1991) reportan eficiencias de conversión de 5 a 1 en terneros destetados a los dos meses de edad con una dieta de 50 % de ración comercial, 28% de grano (maíz y sorgo), 20% de heno molido y 2% de una mezcla de minerales. 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, 1993). En tal sentido, sería lógico esperar valores aún mejores como los observados en el presente trabajo, considerando la menor edad y peso de los terneros.

4.7 DISCUSIÓN GENERAL

Los diferentes tratamientos, se formularon con el objetivo que fueran similares en el aporte de proteína y fibra sean iso proteínicos e iso energéticos, variando entre ellos la fuente de fibra y el método de suministro. Las dietas fueron ofrecidas ad libitum, encontrándose diferencia entre tratamientos en consumo de MS, y eficiencia de conversión.

Asociado a la fuente de fibra, se registró diferencias en las actividades dentro del corral, siendo la más importante la actividad de rumia. Este comportamiento se debe al largo de la fibra en el tratamiento con heno como fuente de fibra generando mayor masticación del alimento, dando como resultado un mayor tiempo dedicado a la rumia. Sin embargo, no se registró diferencia en consumo de FDN Y FDNfe, pero si en FDA, siendo mayor para los alimentados con heno. A pesar de esto, no se registraron trastornos digestivos en ninguno de los tratamientos.

Estas diferencias en actividad durante el día, son coincidente con las diferencias en consumo entre los tratamientos, como fue mencionado anteriormente. Sin embargo, en el resto de las variables estudiadas, este tratamiento no tubo diferencias significativas, confirmando así la viabilidad de la cáscara de arroz como fuente de fibra corta dentro del corral.

El sistema de suministro en raciones sin fibra larga, presento diferencias en algunas de las variables estudiadas. Entre ellas se encuentra el consumo, el cual fue mayor en animales suministrados diariamente. Esto se asocia a las actividades dentro del corral registradas para cada tratamiento, donde animales que se le suministro alimento diariamente, dedicaron mayor tiempo a la actividad de consumo y menor tiempo a descanso. A su vez, el tratamiento de autoconsumo como método de suministro, presento mayor estabilidad en consumo entre las semanas, a diferencia de los alimentados diariamente, los cuales presentaron un comportamiento aserruchado en dicha actividad.

Para el caso de ganancia media diaria, no se registraron diferencias entre tratamientos. Esto generó como consecuencia, una mejora en la eficiencia de conversión de alimento a carne, a favor de los animales suministrados en autoconsumo. Esto se asocia también, al mayor tiempo dedicado al descanso por parte de estos animales, lo que genero un menor gasto energético por actividad. Estos resultados, son por demás alentadores pensando en la incorporación de

este sistema de alimentación dentro de los feed lot, generando para este tipo de categorías una mejora en la conversión del alimento.

5. CONCLUSIONES

En dietas con baja relación voluminoso/ concentrado -como la utilizada en este trabajo- ofrecidas a terneros de destete precoz, es posible sustituir la fibra larga (heno) por cáscara de arroz sin afectar la performance animal ni la eficiencia de conversión del alimento. Esta respuesta puede ser explicada por un similar aporte de FDN físicamente efectiva entre raciones

Para dietas incluyendo cáscara de arroz como fuente de fibra, ofrecidas *ad libitum* a corral a terneros de destete precoz, es viable la utilización de comederos de autoconsumo en sustitución del suministro diario en tres comidas, sin afectar la performance animal. Para este tipo de dieta, el uso de comederos de autoconsumo no solamente que es viable desde el punto de vista operativo, sino que mejora la eficiencia de conversión del alimento, variable determinante, a la hora de realizar un encierre de animales a corral, debido a su impacto en la viabilidad bioeconómica.

6. RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de diferentes fuentes de fibra y el método de suministro del alimento para dietas altamente concentradas (relación 80:20 de concentrado: voluminoso), sobre la ganancia de peso vivo, el consumo de materia seca y la eficiencia de conversión, entre otros. Se realizó con terneros destetados precozmente a corral. Las fuentes de fibras utilizadas fueron cáscara de arroz y heno de alfalfa para el tratamiento testigo. A su vez los métodos de alimentación empleados fueron dos: alimentación diaria y alimentación en comederos de autoconsumo. El trabajo fue llevado a cabo en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, ubicado en el departamento de Paysandú, Uruguay. El mismo comenzó el 25 de enero del 2016, y finalizó el 4 de abril del 2016. Para ello fueron utilizados 36 animales de raza Hereford, de los cuales 18 eran hembras y 18 eran machos castrados al nacer en la primavera de 2015. El peso promedio a la entrada al corral fue de $101,47 \pm 17.9$ kg. Los animales fueron seleccionados del rodeo experimental de la EEMAC y fueron destetados precozmente el 21/12/2015 a los 60 ± 10 días de edad con un peso promedio de 78.96 ± 15.5 kg. Las performances evaluadas fueron las siguientes: ganancia diaria, consumo, eficiencia de conversión y comportamiento animal. No se registró diferencia en ganancia media diaria entre tratamientos ($P= 0.9643$). El consumo de Materia Seca fue afectado por el método de suministro del alimento ($P= 0.0103$), siendo menor el consumo en los alimentados en comederos de autoconsumo. La fuente de fibra, comparada en los tratamientos con suministro diario, no afectó el CMS (kg/100 kg PV) ($P= 0.2241$). La eficiencia de conversión, fue mejor para los del tratamiento en autoconsumo ($P= 0.0326$), no existiendo diferencia entre los tratamientos suministrados diariamente ($P= 0.4478$). La diferencia en eficiencia de conversión se explicó mediante el método de suministro ($P= 0.0411$) y no por la fuente de fibra consumida ($P=0.4878$). En lo que refiere a actividades diarias, se registraron diferencia para todas las observaciones, siendo estas consumo, descanso, rumia y consumo de agua ($P < 0.001$). La actividad de rumia, tuvo un comportamiento similar al del consumo, asociando una mayor actividad de consumo a una mayor actividad de rumia.

Palabras clave: Destete precoz; Cáscara de arroz; Heno; Terneros; Comedero autoconsumo; Feedlot.

7. SUMMARY

The objective of this work is to evaluate the effect of different fiber sources and the feed supply method for highly concentrated diets (80:20 ratio of concentrate: voluminous), on live weight gain, dry matter intake and conversion efficiency, among others. It was performed with early weaned calves reared at pens. The fiber sources used were rice husk and alfalfa hay for the control treatment. The feeding methods used were, daily feeding, and self-feeders. The work was carried out in the Experimental Station Mario A. Cassinoni, located in the department of Paysandú, Uruguay. It started on January 25th, 2016, and it ended on April 4th, 2016. For that purpose, 36 animals of the Hereford breed were used. 18 of them were females and 18 were males castrated at birth in the Spring of 2015. The average weight at the entrance to the pen was 101.47 ± 17.9 kg. The animals were selected from the EEMAC experimental herd and were early weaned on December 21st, 2015 when they were 60 ± 10 days old with an average weight of 78.96 ± 15.5 kg. The evaluated performances were daily weight gain, feed intake, conversion efficiency and animal behaviour. There was no difference between treatments in average daily gain ($P = 0.9643$). The intake of dry matter was affected by the food supply method ($P = 0.0103$), being lower for those fed on self-feeders. The source of fiber, compared in treatments with daily supplement, didn't affect the dry matter intake (kg / 100 kg live weight) ($P = 0.2241$). The conversion efficiency was better for the self-consumption treatment ($P = 0.0326$), and there was no difference between treatments provided daily ($P = 0.4478$). The difference in conversion efficiency was due to the feed supply method ($P = 0.0411$) and not to the fiber source consumed ($P = 0.4878$). Regarding daily activities, differences were recorded for all the observations, being observed feed intake, rest, rumination and water intake ($P < 0.001$). The activity of rumination had a similar behaviour to that of food intake, associating a greater activity of feed intake to a greater activity of rumination.

Keywords: Early weaning; Rice husk; Hay; Calves; Self-feeders; Feedlot.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Allen, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3063-3075.
2. 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 30 abr. 2017. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002&lng=es&nrm=iso
3. Aycaguer, S.; Iriñis, J.; Martínez, V. 2011. Evaluación de fuentes alternativas de fibra en dietas altamente concentradas para novillos y terneros alimentados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 10-30
4. Bach, A.; Calsamiglia, S. 2006. La fibra en los rumiantes; ¿química o física? (en línea). *In*: Curso de Especialización FEDNA (22°. 2006, Barcelona). *Avances en nutrición y alimentación animal*. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 99-113. Consultado 15 ago. 2016. Disponible en http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_VI.pdf
5. Baldi, F.; Banchemo, G.; La Manna, A.; Fernandez, 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 cría y engorde intensivo. *In*: Jornada Técnica Herramientas y Estrategias de Alimentación para una Invernada de Precisión (2011, Durazno, Uruguay). *Memorias*. Montevideo, INIA. pp. 1-13 (Actividades de Difusión no. 645).
6. Barra, F. 2005. Manejo de la alimentación de animales a corral. (en línea). *Acaecer* (Buenos Aires). 30(346):26-32. Consultado 26may. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>

7. Beretta, V.; Simeone, A. 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. EEMAC. pp. 12-33.
8. Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (13^o., 1997, Barcelona). Textos. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 16-18. Consultado 15 ago. 2016. Disponible en <http://www1.etsia.upm.es/fedna/capitulos/97CAPI.pdf>
9. Church, D. E. 1993. El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. pp. 301-305.
10. 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.
11. Di Marco, O. N. 2006. Crecimiento de vacunos para carne. Buenos Aires, Argentina, INTA Balcarce. 204 p.
12. 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 18 ago. 2016. Disponible en <http://nutritionmodels.tamu.edu/papers/FoxandTedeschiPNC2002.pdf>
13. Galli, I. O.; Monje, A. R.; Hofer, C. C. 1995. Destete precoz; clave para nuevos sistemas de producción de carne vacuna. Concepción del Uruguay, Argentina, INTA. pp. 7-25.

14. Genovez Chanona, F. 2008. Efecto del tamaño de partícula de la fibra en la dieta sobre la conducta ingestiva, digestión de nutrientes y suministro de proteína m-icrobial al duodeno de bovinos. *Revista Científica (Maracaibo)*. 18 (2): 45-52.
15. Henderson Machiavello, A.; Iribarne Pirez, R.; Silveira Arburúas, M. 2015. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 38-41.
16. Illius, A. W.; Jessop, N. S. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3052-3062.
17. Lusby, K. S.; Wettemann, R. P., Turman, E. J. 1981. Effects of early weaning calves from first-calf heifers on calf and heifer performance. *Journal of Animal Science*. 53:1193- 1197.
18. Mc Cartor, M. M.; England, M. W.; Hefley, H. M. 1972. Effect of various roughages in high concentrate beef cattle diets on animal performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. 34:142-145.
19. Mc Donald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D.; Morgan C. A. 2006. *Nutrición animal*. 6ª. ed. Zaragoza, España, Acribia. 587 p.
20. Mc Gavin, M. D.; Morrill, J. L. 1976. Scanning electron microscopy of ruminal papillae in calves fed various amounts and forms of roughage. *American Journal of Veterinary Reserch*. 37:497-500.
21. Mader, T. L.; Davis, M. S.; Brown-Brandl, T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 84: 712-719.
22. Manasliski Giordano, E.; Rodríguez Parentini, F. 2013. Evaluación del efecto del tipo de fibra y forma de suministro sobre la performance de terneros destetados precozmente y manejados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp. 10-25.

23. Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463-1481.
24. _____. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. In: Plains Nutrition Council; Spring Conference (2002, San Antonio, Texas). Proceedings. Amarillo, TX, Texas A&M Reserch and Extension Center. pp. 40-66.
25. Pérez, F.; Risso, S. 2015. Evaluación del nivel de proteína cruda en dietas a base de sorgo grano sobre la performance de terneros de destete precoz alimentados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. pp.34-39.
26. 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>
27. _____.; 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 10 oct. 2016. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=86431101>
28. _____. 2005. Manual de feedlot. (en línea). Buenos Aires, INTA Anguil. 223 p. Consultado 28 set. 2016. Disponible en <http://www.youblisher.com/p/22995-Manual-de-FeedLot/>
29. 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. 2016. Disponible en

<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>

30. Simeone, A.; Beretta, V. 2008. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2008, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. s.p.
31. _____.; _____., Elizalde, J. C.; Franco, J.; Viera, G. 2008. Effect of removing long fiber from beef cattle feed lot diets. In: World Conference of Animal Production (10th., 2008, Wageningen). Book of abstracts. Wageningen, The Netherlands, Wageningen Publishers. p 130.
32. _____.; _____. 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. EEMAC. pp. 12-33.
33. _____.; _____. 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. EEMAC. pp. 10-11.
34. _____.; _____., Caorsi, C. J.; Elizalde, J. C.; Ferrés, A. 2012. Alimentación a corral de terneros: evaluación del sistema de autoconsumo para dietas sin fibra larga. In: Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal (35^o., 2012, Córdoba). NA 75. Revista Argentina de Producción Animal. 32 (supl.). 1:195-197
35. _____.; _____.; Casaretto, F.; Mondelli, S.; Valdez, G. 2017. Hablan los protagonistas: Productores, Industriales e Investigadores. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (19^a., 2017, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 38-46
36. Stricklin, W. R.; Wilson, L. L.; Graves, H. B.; Cash, E. H. 1979. Effects of

concentrate level, protein source and growth promotant; 81 behavior and behavior-performance relationships. *Journal of Animal Science*. 49: 832-837.

37. Tillman, A. D.; Furr, R. D.; Hansen, K. R.; Sherrod, L. B.; Word, J. D., Jr. 1969. Utilization of rice hulls in cattle finishing rations. *Journal of Animal Science*. 29:792-796.
38. Toffaletti, J. R.; Burges, J. C.; Aello, M. S.; Santini, F. J. 2015. Eficiencia productiva del engorde a corral con el uso de comederos de autoconsumo. (en línea). Balcarce, INTA. p 2. Consultado 22 abril de 2017. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/eficiencia-productiva-engorde-corral-t32887.htm>.
39. Valtorta, S.; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. INTA. Miscelánea no. 81:173-185.
40. Van Lier, E., Regueiro, M., 2008. "Digestión en retículo rumen". Montevideo. Facultad de Agronomía. 8 p.
41. Van Soest, P. J.; Robertson, J. V.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(5): 3583-3597.
42. Vizcarra, J. A.; Ibañez, W.; Orcasberro, R. 1986. Repetibilidad y reproductividad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. *Investigaciones Agronómicas*. no. 7: 45-47.
43. Warner, R. D.; Flatt, W. P.; Loosli, J. K. 1956. Ruminant nutrition, dietary factors influencing development of ruminant stomach. *J Agr Food Chem*. 4:788-791.
44. Word, J. D., Jr. 1969. Utilization of rice hulls in cattle finishing rations. *Journal of Animal Science*. 29:792-796

9. ANEXOS

Anexo 1. 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	0,12666667	0,06333333	38,0	0,0025
BLOQUE	2	0,00666667	0,00333333	2,0	0,25

Anexo 2. 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	0,51882222	0,25941111	17,5	0,0105
BLOQUE	2	0,05295556	0,02647778	1,8	0,2785

Anexo 3. Fuentes de variación para contenido de FDA en la composición química del alimento consumido

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	29,95028889	14,97514444	507,15	<.0001

BLOQUE	2	0,09402222	0,04701111	1,59	0,3100
--------	---	------------	------------	------	--------

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

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
				1194,2	
TRATAMIENTO	2	1,45962222	0,72981111	4	<.0001
BLOQUE	2	0,00248889	0,00124444	2,04	0,2455

Anexo 5. 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	26,88015556	13,44007778	92,61	0,0004
BLOQUE	2	0,71628889	0,35814444	2,47	0,2004

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

Fuente de variación	G L	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
---------------------	--------	------------	----	------------	------

TRATAMIENTO	2	913,60888890	456,80444440	539,29	<.0001
BLOQUE	2	3,52068890	1,76034440	2,08	0,2405

Anexo 7. Fuentes de variación para contenido de FDA en la composición química de los rechazos

Fuente de variación	G L	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
				351,5	
TRATAMIENTO	2	560,84420000	280,42210000	7	<.0001
BLOQUE	2	1,05326670	0,52663330	0,66	0,5652

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

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	0,04026667	0,02013333	0,55	0,6174
BLOQUE	2	0,60346667	0,30173333	8,17	0,0386

Anexo 9. Fuentes de variación para pesos vivos

Fuente de variación	Núm.	GL Den	Valor de F	Pr>F
---------------------	------	--------	------------	------

TRATAMIENTO	2	11,7	0,04	0,9643
BLOQUE	1	27,6	1,16	0,2902
DÍAS	1	139	5234	<.0001
DÍAS*TRATAMIENT				
O	2	139	0,19	0,8304
PESO VIVO INICIAL	1	35,2	162,29	<.0001

Anexo 10. Fuentes de variación para consumo de materia seca en kg.

Fuente de variación	GL		Valor de F	Pr>F
	Núm.	GL Den		
TRATAMIENTO	2	3,95	7,24	0,0477
BLOQUE	2	3,92	7,93	0,0420
SEMANA	9	502	92,27	<.0001
TRATAMIENTO*SEMANA	18	502	4,73	<.0001
DÍA DENTRO DE LA SEMANA	6	502	8,43	<.0001
TRATAMIENTO* DÍA DENTRO DE LA SEMANA	12	502	1,36	0,1802

Anexo 11. Fuentes de variación para consumo de materia seca como

porcentaje del peso vivo

Fuente de variación	GL Núm	GL Den	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	4,23	16,28	0,0103
BLOQUE	2	4,14	38,35	0,0021
SEMANA	9	502	31,1	<.0001
TRATAMIENTO*SEMANA	18	502	5,42	<.0001
DÍA DENTRO DE LA SEMANA	6	502	4,24	0,0004
TRATAMIENTO* DÍA DENTRO DE LA SEMANA	12	502	1,72	0,0588

Anexo 12. Fuentes de variación para eficiencia de conversión del alimento

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	2	0,41738370	0,20869185	17,42	0,0223
BLOQUE	2	0,06756956	0,03378478	2,82	0,2046
PESO VIVO INICIAL	1	0,04183112	0,04183112	3,49	0,1585