

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL RETORNABLE FINO COMO FUENTE DE FIBRA  
EFECTIVA Y DEL SISTEMA DE AUTOCONSUMO COMO MÉTODO DE  
SUMINISTRO DE RACIONES SIN FIBRA LARGA SOBRE LA  
PERFORMANCE A CORRAL Y A LA FAENA DE NOVILLOS HEREFORD**

por

**Adolfo Francisco CASARETTO ALVAREZ  
Santiago Gastón MONDELLI IGUINES  
Guillermo Matias VALDEZ MORENO**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2017**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. Álvaro Simeone

-----  
Ing. Agr. Virginia Beretta

-----  
Med. Vet. Juan Franco

Fecha: 22 de diciembre de 2017

Autores:

-----  
Adolfo Casaretto Alvarez

-----  
Santiago Mondelli Iguines

-----  
Guillermo Valdez Moreno

## AGRADECIMIENTOS

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

A los directores de tesis Álvaro Simeone y Virginia Beretta.

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

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

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

A Med. Vet. Juan Franco por la colaboración en la etapa de faena.

Al frigorífico MARFRIG por permitirnos realizar las mediciones pertinentes en la planta de faena.

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

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
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. EL CONFINAMIENTO EN EL URUGUAY.....	3
2.2. LA FIBRA EN LAS RACIONES DE CONFINAMIENTO .....	4
2.2.1. <u>Tipos de dieta</u> .....	5
2.2.1.1. Baja relación voluminoso/concentrado .....	6
2.2.1.2. Alta relación voluminoso/concentrado .....	7
2.2.2. <u>Rol de la fibra en el proceso ingestión – digestión</u> .....	8
2.2.3. <u>Fibra físicamente efectiva</u> .....	9
2.2.4. <u>¿Cuánta fibra requieren los bovinos en feedlot?</u> .....	11
2.2.5. <u>Fuentes de fibra: tipificación y respuesta animal</u> .....	12
2.2.6. <u>Retornable fino</u> .....	16
2.3. MANEJO DEL COMEDERO EN LA ALIMENTACIÓN A CORRAL.....	17
2.4. HIPÓTESIS.....	21
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	22
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	22
3.2. CLIMA .....	22
3.3. INFRAESTRUCTURA.....	22
3.4. ANIMALES.....	23
3.5. ALIMENTOS .....	23
3.6. TRATAMIENTOS.....	24
3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	24
3.7.1. <u>Período pre-experimental</u> .....	25
3.7.2. <u>Período de confinamiento</u> .....	25
3.7.3. <u>Período de faena y post faena</u> .....	26

3.8. MANEJO SANITARIO.....	26
3.9. DETERMINACIONES .....	26
3.9.1. <u>Peso vivo</u> .....	26
3.9.2. <u>Altura de anca</u> .....	26
3.9.3. <u>Consumo de alimento</u> .....	26
3.9.4. <u>Patrón de consumo y comportamiento animal</u> .....	27
3.9.5. <u>Digestibilidad en vivo</u> .....	27
3.9.6. <u>Caracterización de la fibra efectiva</u> .....	27
3.9.7. <u>Muestras y análisis químicos de los alimentos</u> .....	28
3.9.8. <u>Mediciones en faena</u> .....	28
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	29
4. <u>RESULTADOS</u> .....	32
4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS .....	32
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA .....	32
4.3. PESO VIVO Y GANANCIAS DIARIAS .....	34
4.4. CONSUMO .....	35
4.4.1. <u>Variación del consumo entre semanas</u> .....	36
4.4.2. <u>Variación del consumo entre días dentro de la semana</u> .....	36
4.5. DIGESTIBILIDAD Y CONSUMO DE LA MATERIA SECA Y ORGÁNICA.....	37
4.6. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.....	38
4.7. COMPORTAMIENTO .....	38
4.8. CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE.....	39
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	41
5.1. EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL EN EL CORRAL.....	41
5.2. EFECTO DE LA FUENTE DE SUMINISTRO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL EN EL CORRAL .....	42
5.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	44
5.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL .....	45
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	46
7. <u>RESUMEN</u> .....	47

8. SUMMARY ..... 49  
9. BIBLIOGRAFÍA..... 51  
10. ANEXOS..... 58

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Contenido de fibra (FDN), factor de efectividad física de la fibra (fef) y físicamente efectiva (FDNef) para diferentes alimentos y forma de procesamiento. ....	11
2. Composición química de diferentes fuentes de fibra. ....	13
3. Composición química del retornable fino. ....	17
4. Temperatura (T), Humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR), medias mensuales históricas para Paysandú. ....	22
5. Composición química de las dietas utilizadas en el período experimental. ....	24
6. Composición química de los ingredientes utilizados en la formulación de las dietas. ....	24
7. Temperatura (T) mínima, media y máxima y precipitaciones (PP) registradas durante el período experimental. ....	32
8. Composición química (expresados como base seca) y características físicas (distribución de partículas según tamaño de tamiz (% de peso total), fef y FDNef ) de la raciones experimentales. ....	33
9. Composición química del alimento rechazado (expresados como porcentaje en base seca), según fuente de fibra y forma de suministro de la ración (promedio para el período experimental) ....	34
10. Ganancia de peso vivo (GMD) , consumo de materia seca (CMS), eficiencia de conversión y altura del anca final de novillos en confinamiento consumiendo dietas altamente concentradas difiriendo en la fuente de fibra y forma de suministro. ....	35
11. Valor % de digestibilidad y consumo en kgMS/an/día, según tratamiento con sus respectivos efectos en tipo de fibra y forma de suministro. ....	37
12. Patrón de comportamiento animal según tratamiento. ....	39
13. Efecto de la fuente de fibra y forma de suministro sobre las características de la canal y de la carne en novillos en confinamiento consumiendo dietas altamente concentradas. ....	40

**Figura No.**

1. Evolución de peso de novillos en confinamiento consumiendo dietas altamente concentradas difiriendo en la fuente de fibra (heno de moha, HD o retornable fino, RF) y forma de suministro de la ración (diariamente, RD o en comederos de autoconsumo, AC). ..... 34
2. Efecto de la forma de suministro y de la fuente de fibra sobre la evolución semanal del consumo de materia seca (kg/100 kg de peso vivo) en novillos en confinamiento (promedio semanal, período julio-setiembre). ..... 36
3. Efecto de la forma de suministro (diario o en autoconsumo) y la fuente de fibra (RD o HD) sobre la variación de consumo entre días (de una misma semana), en novillos en confinamiento. .... 37
4. Actividad diurna del CMS con valores reales, según tratamiento. .... 38

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las características principales de la ganadería uruguaya es que se basa en el pastoreo tanto de pastizales naturales como de pasturas sembradas. En los últimos 15 años se comenzó a producir un cambio en el campo como consecuencia del aumento de los precios de los cereales y oleaginosas. Dicho cambio trajo como consecuencia la reducción y el desplazamiento de la ganadería a tierras de menor aptitud pastoril.

En este contexto surge la oportunidad de nuevas tecnologías donde se presentan con mayor fuerza los sistemas de alimentación a corral. Ésta se adapta tanto para criar como para terminación de los animales. En la terminación, permite alcanzar otro tipo de negocio ganadero como la cuota 481. Ésta es demandada por la Unión Europea que exige un producto diferenciado y de alta calidad, para ello hay que cumplir con ciertos requisitos que se pueden lograr únicamente a corral. Los beneficios que se obtienen por este tipo de productos son un sobreprecio por kg de carne producido.

En el feedlot, la alimentación es una de las claves del éxito. La relación voluminoso/concentrado en las dietas afecta la ganancia de peso vivo de los animales. La implementación de dietas con alto porcentaje de concentrado permite obtener altas ganancias de peso y buenas eficiencias de conversión. Básicamente en este tipo de dietas, la fibra no cumple una función nutricional sino más bien mecánica, de estimulación a la masticación y rumia.

La fuente de fibra utilizada con mayor frecuencia es el heno proveniente de residuos de cosecha o pasturas. Una de las principales limitantes de los alimentos voluminosos (henos, ensilaje) es su manejo, y se agrava aún más en encierros de baja escala por sus altos costos operativos. Aun cuando su proporción en la dieta sea baja (<10-15%), la necesidad de maquinaria para el picado, mezclado y distribución del alimento puede tornar inviable esta alternativa de alimentación ya que por unidad de energía es el alimento más costoso.

Una de las posibles soluciones sería realizar un cambio de tipo de fibra, sustituyendo la fibra larga por algún tipo de fibra que aporte fibra efectiva necesaria. Es aquí donde se encontró en los subproductos agroindustriales, de bajo nivel nutricional pero con alto contenido de fibra (ej. cáscara de arroz, retornable fino, etc.) una oportunidad para cumplir con dicha función, contribuyendo además a levantar las limitantes operativas que poseen las fuentes de fibras largas. Por otra parte si el aporte de fibra efectiva del voluminoso por unidad de peso se incrementa, permitiría formular dietas más concentradas con las que se podrían obtener mejores resultados en la

performance animal.

Otra característica importante que posee la fibra corta utilizada, es que puede formar parte de una ración seca adecuándose a los requisitos que requiere un alimento para ser ofrecido en autoconsumo. Hasta el momento, subproductos como la cascara de arroz y el retornable fino han sido evaluados generando muy buenos resultados y demostrando la viabilidad de suplantar el rol que posee la fibra larga. En el país las evaluaciones de uso de RTM sin fibra larga ofrecidas en comederos de autoconsumo, se realizaron básicamente en terneros en destete precoz y destete convencional, en estos trabajos se utilizaron raciones ofrecidas *ad libitum*, con cáscara de arroz y retornable fino en suministro diario o en autoconsumo, se observó un similar crecimiento animal e igual o mejor eficiencia de conversión de los alimentos. En la región, particularmente en Argentina, se evaluaron raciones sin fibra larga en autoconsumo a base de grano entero de maíz y expeller de girasol, en novillos livianos (peso salida 400 kg) a corral. Los resultados obtenidos fueron similares para ganancia de peso y eficiencia de conversión tanto para los de suministro diario como autoconsumo.

A nivel nacional no se registran investigaciones que contemplen raciones sin fibra larga en autoconsumo para novillos. La principal interrogante con relación al uso de este tipo de comederos con ganado en engorde, radicaría en la potencial variabilidad en el consumo de materia seca y su aprovechamiento por parte de animal. Cuantificar un eventual impacto sobre la eficiencia de conversión y performance a la faena en esta categoría resulta relevante para la toma de decisión sobre su implementación.

Este trabajo tiene como objetivo general, evaluar el efecto de la sustitución de la fibra larga de heno de moha por retornable fino y del uso de comederos de autoconsumo para el suministro de raciones sin fibra larga, sobre el aporte de fibra efectiva, eficiencia de uso del alimento y performance a corral y a la faena de novillos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. EL CONFINAMIENTO EN EL URUGUAY**

El feedlot, engorde a corral o confinamiento se define como: alimentación de animales que se encuentran en un área acotada y asignada (corral) por una determinada cantidad de tiempo, con el objetivo de obtener la máxima ganancia de peso posible, predeterminada por una dieta formulada económicamente viable para el negocio según el criterio de cada feedlotero (Simeone et al., 1996a).

Según Simeone y Beretta (2007a) el feedlot en Uruguay se comenzó a utilizar con más vehemencia a partir de 1995 en adelante aproximadamente. Estos estuvieron localizados en diferentes partes del país apoyados por el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU). La creación de AUPCIN (Asociación Uruguaya de Productores de Carne Intensiva Natural) en el año 1996 dio un empuje importante a esta nueva tecnología en el negocio ganadero, y fue a partir de 2004 que se empezó a contar con una mayor divulgación.

El engorde a corral comienza un crecimiento no solamente por la demanda de un tipo de producto específico (negocio del “choice”, Simeone y Beretta, 2007a), sino también por un cambio de la matriz agropecuaria del Uruguay donde los rubros comienzan a competir más por la tierra. La expansión de la agricultura y la forestación reducen el área de la ganadería uruguaya que posee como característica principal una base alimenticia netamente pastoril (Vasallo et al., 2011). Como conjunción de este paradigma donde la ganadería es expulsada a las zonas más marginales del territorio es que entran en juego las nuevas tecnologías de suplementación animal y la posibilidad de pensar en terminar los novillos a corral (Simeone y Beretta, 2007a). Aun así hoy en día el engorde de novillos a corral representa una proporción baja del ganado faenado en Uruguay (alrededor del 15% del total a faena<sup>1</sup>).

Esta tecnología posee ventajas frente al tradicional sistema de producción pastoril llegando a formar una sinergia muy importante con el mismo. El engorde a corral mejora la eficiencia biológica de la producción de carne en el sistema, permite liberar el campo de una categoría menos eficiente (novillo con respecto al ternero o recría), planificación de embarques con anticipación y de forma acertada en el tiempo. También puede ser usada de forma coyuntural aprovechando relaciones de precio implícito, permitiendo una terminación más rápida de los animales y un producto más homogéneo, sin

---

<sup>1</sup> Buffa, J. I. 2016. Indicadores del negocio ganadero (presentación Power Point). s.p. (sin publicar)

dejar de contemplar que tiene un potencial de crear un producto diferenciado para cumplir exigencias de mercado (Simeone et al., 2008). Además de estas ventajas, Gil (2006) menciona que el confinamiento es una buena herramienta para valorizar el grano transformándolo en carne y que permite el engorde de animales post-zafra aprovechando la estacionalidad de los precios.

Según Simeone et al. (2008) la decisión de encerrar o no, depende de tres factores fundamentales: la viabilidad productiva, operativa y económica. En cuanto a la viabilidad productiva, hay que evaluar si ensambla en el sistema de producción. En lo que respecta a la operativa, hay que tener en cuenta la necesidad de maquinaria y mano de obra para su ejecución y el factor más relevante, si es viable económicamente. Este último es el que puede tener variantes ya que depende de la eficiencia de conversión y el tipo de dieta que se le ofrece al animal.

Según Elizalde y Riffel (2017) los sistemas de confinamiento poseen márgenes muy reducidos, unas de las principales limitantes son los costos operativos del negocio. Estos son de mayor o menor relevancia según la escala productiva, tomando un valor mayor en la de menor escala. Por este motivo surge la posibilidad de suministrar el alimento en autoconsumo, tratando de disminuir los costos mencionados. Por otro lado, Toffaletti et al. (2017) concuerdan con los autores anteriores y mencionan que una de las principales ventajas que posee el engorde a corral con autoconsumo frente al suministro diario es la disminución de mano de obra, gastos de maquinaria, combustible entre otras.

Como consecuencia de esta nueva forma de suministro, hay que buscar nuevas fuentes o combinaciones de alimentos. En este tipo de suministro una de las principales características de los componentes de la dieta es que sean secos, no voluminosos y con facilidad de desplazamiento (dentro del comedero), entre otros. No pudiendo ser utilizados componentes como grano húmedo, silaje de planta entera o heno, etc. (Elizalde y Riffel, 2017). Dentro de estas características buscadas, la fibra es uno de los principales componentes de la dieta que presenta mayor dificultad para cumplir con los requisitos exigidos. Por este motivo es que se buscan fuentes alternativas de fibra, como los derivados de subproductos (Simeone et al., 2008).

## **2.2. LA FIBRA EN LAS RACIONES DE CONFINAMIENTO**

La conformación de la dieta en el feedlot es el aspecto de mayor relevancia a la hora de encerrar animales (Simeone et al., 2005). Pordomingo (2005) concuerda con lo mencionado por el autor anterior ya que los alimentos ocupan la mayor parte de los costos de producción.

La misma puede ser formulada en base a los objetivos que se persigan, pudiendo ser éstos estrictamente nutricionales o en base a ventajas operativas. En lo que respecta a lo nutricional, se basa en la performance animal (GD kg/día) y por otro factor importante que es la eficiencia de conversión. Ésta última cobra relevancia ya que determina el costo del kilo de carne producido, influyendo en la viabilidad económica del corral. Por otra parte, se puede plantear la dieta tomando en consideración las eventuales restricciones operativas, fundamentalmente relacionadas a la infraestructura que le permita manejar alimentos principalmente voluminosos (Simeone et al., 2005). Este tipo de alimento, necesita de un lugar físico para almacenarlo, maquinaria para transporte, suministro y picado, lo que hace más complejo su manejo pero no significa que sea menos rentable (Tillman et al. 1969, Pordomingo et al. 2002).

La conformación de la dieta puede variar significativamente en cuanto a su complejidad, la misma tendría que tener energía, proteína, micronutrientes y fibra. En cuanto al aporte energético, se utiliza principalmente granos ya sea entero, molido o aplastado. Éste cotidianamente como mínimo representa un 65% dentro del componente de la dieta. En lo que respecta a la proteína la pueden aportar tanto los concentrados comerciales como los subproductos de la agroindustria aceitera ya sean harina de girasol y/o de soja principalmente. Los micronutrientes son aportados por núcleos (macro y microminerales, vitaminas, ionóforos y otros como probióticos y aditivos) y en cuanto a la fuente de fibra ofrecida, hay un amplio pool ya sea de fibra larga como silos, henos, entre otros o de fibra corta como puede ser retornable fino, cáscara de arroz, etc. (Pordomingo, 2005).

### **2.2.1. Tipos de dieta**

La relación voluminoso/concentrado de la dieta constituye uno de los puntos más importantes a la hora de tomar decisiones en la realización de un corral de engorde; ya que afecta tanto a la eficiencia de conversión del alimento, como al manejo logístico y operativo del funcionamiento del corral (Simeone et al., 2005).

En lo que refiere al aspecto nutricional, la característica más importante es la concentración energética, donde dietas más concentradas resultan en mejores performances de ganancia animal obteniendo mejores niveles de eficiencia de conversión. Estas altas concentraciones energéticas en la dieta pueden traer aparejado alteraciones digestivas por bajas del pH ruminal (acidosis) que pueden afectar negativamente la respuesta animal. En este sentido, Elizalde, citado por Simeone et al. (2005) hace referencia a estudios que se han realizado a nivel regional con dietas que tienen niveles mínimos de utilización de voluminosos sin alteraciones a nivel ruminal.

A los efectos de evitar los potenciales riesgos asociados a las dietas altamente concentradas, se recomiendan diferentes medidas, tales como: la inclusión de granos de lenta degradabilidad ruminal, respetar los requerimientos mínimos de fibra efectiva, el uso de aditivos y probióticos, un manejo ajustado del comedero y el fraccionamiento del suministro de alimentos en varias comidas diarias (Simeone et al., 2008).

La elección de la dieta con una alta proporción de fibra es en función de los aspectos operativos y de gerenciamiento, básicamente obtener la infraestructura ya mencionada en párrafos anteriores (Simeone et al., 1996a). No obstante en este tipo de dieta lo que también es de gran relevancia es la calidad de esa fibra ya que compone una proporción importante dentro de esta y la función de la misma no es solamente física y mecánica sino también nutritiva, como por ejemplo silos de maíz o sorgo (Pordomingo et al., 2007).

#### **2.2.1.1. Baja relación voluminoso/concentrado**

La fibra en dietas de corral de alto contenido de almidón ejerce un efecto físico o mecánico más que nutritivo (Pordomingo et al., 2002). El valor alimenticio de la celulosa (fibra) en esas dietas es muy bajo, principalmente por la baja degradación ruminal que ocurre con esa fracción en dietas altamente concentradas (Zinn y Owens, citados por Pordomingo, 2005). El ambiente ruminal con alta carga de almidón es demasiado ácido (pH = 5,0 a 5,5) para el desarrollo de bacterias celulolíticas en cantidad suficiente para digerir eficientemente la fibra (Pordomingo, 2005). El principal objetivo de la fibra en estos casos es promover la rumia y la salivación con el consecuente efecto buffer en el rumen para disminuir así el riesgo de acidosis (Kreikemeier et al., 1990).

Parish (2007) señaló que cuando se cambia de una dieta con alta relación voluminoso concentrado a una altamente concentrada se requiere un proceso gradual de una dieta a la otra para permitir el desarrollo de los microorganismos del rumen degradadores de almidón sin que el pH disminuya a menos de 5,7.

Según Simeone y Beretta (2009) dietas altamente concentradas con inclusiones de forraje menores a 10-15% de la materia seca son una alternativa viable para incrementar el consumo de energía neta y conseguir altas ganancias de peso vivo. Además superan las limitantes operativas que genera el manejo de grandes cantidades de forraje pudiendo manejarse grandes volúmenes de alimento.

La calidad de la fibra va perdiendo importancia conforme disminuye su proporción en la dieta. En sistemas de alimentación a corral donde la proporción de concentrados es mayor al 80% es muy importante el rol de la fibra para mantener el adecuado funcionamiento ruminal. Según algunos nutricionistas la efectividad de la fibra se manifiesta cuando los animales mantienen un alto consumo de energía lo que indicaría un buen funcionamiento ruminal.

#### **2.2.1.2. Alta relación voluminoso/concentrado**

Poore et al. (1990), evaluaron dietas con diferentes niveles de concentrado (30, 60 y 90%), y concluyeron que a mayores niveles de concentrado disminuye la degradabilidad de la fibra. Este resultado los autores lo atribuyen, entre otras cosas, a un pH menor en dietas más concentradas que desfavorece a las bacterias degradadoras de la fibra en el rumen.

Miller y Muntifering (1985), trabajaron con animales fistulados con dietas con 0, 20, 40, 60 y 80% de concentrado en la dieta, y observaron que los menores niveles de degradabilidad de la fibra se dieron en las dietas con mayores proporciones de concentrado, no habiendo diferencias significativas en la degradabilidad de la fibra a partir del uso de 60% de concentrado.

Mertens y Loften (1980) afirman lo anteriormente dicho, y aseveran que la menor degradabilidad de la fibra en raciones altamente concentradas se debe a los cambios de pH que surgen en el rumen, ya que las raciones con altos contenidos de almidón derivan en ambientes más ácidos en el rumen por fermentaciones más rápidas de dicho componente, que tienen efectos negativos sobre las bacterias degradadoras de la fibra.

Theurer et al. (1999) evaluaron distintas fuentes de fibra con una relación voluminoso concentrado 40:60, las fuentes de fibra de las dietas fueron heno de alfalfa, mezclas de cáscara de semilla de algodón o paja de trigo con heno de alfalfa en relación 50:50 (igual FDN). El tipo de fibra no afectó la ganancia diaria ni calidad de carcasa, pero el consumo de MS fue inferior y la eficiencia de conversión fue superior cuando el heno de alfalfa era la fuente de fibra exclusiva.

En dietas con alta relación voluminoso/concentrado, a igual proporción de concentrado la calidad del voluminoso modifica la eficiencia de conversión siendo mejor cuando el voluminoso es de mayor calidad (mayor contenido de proteína cruda y energía). La sustitución de la mitad de la FDN de alfalfa por la cáscara de semilla de algodón o la paja de trigo causó aumento en el consumo de MS (CMS) en la fase de crecimiento, y durante todo el período de alimentación (Theurer et al., 1999).

Simeone et al. (2008), marcan que este tipo de dietas tienen como ventaja un menor costo por kg/MS y un menor riesgo de generar acidosis, por contraparte tienen una mayor dificultad operativa, un menor potencial de ganancia y en cuanto a aspectos nutricionales existe una mayor variabilidad en la calidad de la dieta.

### **2.2.2. Rol de la fibra en el proceso ingestión – digestión**

El componente fibra de la dieta es el encargado principal del correcto funcionamiento digestivo del animal, jugando un rol principal en la salud del mismo. Entre sus principales funciones se destacan la promoción de la masticación, rumia, motilidad ruminal y secreción de saliva con su consecuente efecto buffer (Defoor et al., 2002). Por un lado, Bargo et al. (2006) sostienen que solo es necesario una cantidad mínima para estimular la salivación y rumia, mientras que González y González (1999) afirman que es indispensable para los rumiantes dietas muy fibrosas que aseguren la motilidad y fermentación ruminal. Por otra parte, Simeone y Beretta (2007a) sostienen que la fibra desempeña un rol fundamental para mantener un adecuado pH y motilidad ruminal debido al estímulo de la masticación y consecuente producción de saliva que ayuda a mantener las condiciones del rumen.

Schwartzkopf et al. (2003), mencionan que en confinamiento las variaciones de pH pueden estar dadas por varios factores: proporción de concentrado, fuente de grano y su procesamiento, así como también la frecuencia de alimentación. Una de las funciones principales de la fibra es mantener un pH ruminal adecuado (> 5,8). En el rumen se encuentran varias poblaciones de distintos microorganismos y cada uno de ellas se especializa en degradar diferentes tipos de componentes del alimento. Estos microorganismos requieren determinadas condiciones ambientales, una de ellas es el pH ruminal.

El rol que juega la fibra en la dieta en los encierros sobre el pH ruminal determinará la salivación mediante la rumia. La saliva actúa como efecto buffer manteniendo el pH del rumen estable y esto conlleva a una adecuada población de los microorganismos en el rumen (Schwartzkopf et al., 2003).

Los efectos de poseer un inadecuado pH ruminal desencadena en una disminución del consumo, por lo tanto la performance animal se verá afectada. Es por este motivo que es un factor determinante a tener en cuenta a la hora de formular una dieta (Zebeli et al., 2012).

El componente de fibra en la dieta y la digestibilidad de la misma influyen directamente con la cantidad de consumo de MS, por consiguiente también puede influir en las ganancias de los animales (kg/día). Según Zebeli et

al. (2012), otro factor relevante es el tamaño de fibra, ya que las fuentes de alimento que posee la denominada fibra larga aumentan la cantidad de fibra efectiva y el efecto buffer ruminal. Esto tiene como consecuencia una menor tasa de pasaje ruminal y por lo tanto una menor tasa de consumo, cobrando gran importancia en dietas con fibra larga y más aún en altas proporciones, la calidad de la misma. Por el contrario, al utilizarse fuentes de alimentos de fibra corta, la tasa de pasaje se incrementa ya que estos contienen una menor proporción de fibra efectiva, incrementando así los riesgos de acidosis. Al trabajar con estos alimentos se deberá tener la precaución debida en cuanto al ajuste de la cantidad de fibra suministrada en el total de la dieta para evitar posibles desbalances en el pH ruminal. En cuanto a la calidad de la misma, no es tan relevante ya que la función es netamente físico-mecánica.

### **2.2.3. Fibra físicamente efectiva**

La fibra físicamente efectiva (FDNef) está relacionada a las propiedades físicas de la fibra (tamaño) que estimula la masticación en el animal, y que establece una estratificación bifásica en el rumen (fibras y partículas largas que flotan por un lado y líquido y partículas pequeñas por otro). Esta FDNef es la que va a estimular la rumia, la masticación, la salivación y toda la dinámica de fermentación y velocidad de pasaje (Mertens, 2002).

La fuente de fibra cumple o no con el rol mencionado dependiendo de la cantidad de fibra físicamente efectiva que aporta. La misma varía según la concentración de fibra en la materia seca y las características químicas y físicas, principalmente el tamaño de partícula (Mertens, 2002). Para Zebeli et al. (2012) encontrar un tamaño de forraje óptimo es complejo producto de tener efectos parcialmente antagónicos sobre el rendimiento del animal. Por un lado la alimentación con un tamaño de partícula largo, aumenta el contenido de FDNef en la dieta con efectos positivos sobre la rumia y efectos buffer en el rumen, disminuyendo así el riesgo acidótico. Por otra parte, aumentar el tamaño de partícula disminuiría la tasa de pasaje, disminuyendo la degradación de fibra neta en el rumen producto de una menor disponibilidad de ataque microbiano. Esto genera una disminución de la ingesta de alimento y captación de nutrientes.

Según Bargo et al. (2006) tamaños de partículas muy pequeños (menores a 10 mm) disminuirían la proporción de FDNef. Zebeli et al. (2012) concuerdan con lo anteriormente dicho en cuanto a tamaños de partículas de 4 a 6 mm pero a su vez demuestran que una disminución en el tamaño de partícula en el forraje mejora la uniformidad de la RTM. Esto favorece reduciendo la variación de la ingesta de nutrientes al no permitir la selección de los componentes del alimento, contribuyendo a la reducción de trastornos

ruminales.

Mertens (2002) afirma que se ha demostrado que se puede calcular el aporte de fibra físicamente efectiva como el producto entre el contenido de FDN del alimento y un factor de efectividad física (fef) que varía entre 0 y 1, lo que indica capacidad nula o máxima de la fibra para promover masticación. Como valor máximo de referencia se toma el heno de gramínea sin picar. Cada alimento dependiendo de su forma física, presenta una FDN efectiva diferente como se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Contenido de fibra (FDN), factor de efectividad física de la fibra (fef) y físicamente efectiva (FDNef) para diferentes alimentos y forma de procesamiento.

Alimento	Forma física	FDN(%MS)	Fef	FDNef (%MS)
Heno de gramíneas	Largo	73	1	73
Heno de alfalfa 10% floración	Largo	42	0,95	39,9
Heno de alfalfa 10% floración	Picado grueso	42	0,85	35,7
Ensilaje de maíz	Picado grueso	40	0,9	36
Ensilaje de maíz	Picado fino	40	0,8	32
Ensilaje de planta entera	Picado grueso	65	0,95	61,8
Maíz grano	Entero	10	1	10
Maíz grano	Molido grueso	10	0,4	4
Harina de soja	Peleteado	15	0,4	6
Cáscara de soja	Peleteado	67	0,4	26,8
Retornable fino	Picado fino	67	0,4	2,1

Fuente: Mertens (2002)

Tanto en gramíneas como en leguminosas la fibra efectiva varía con el tamaño de partícula, disminuyendo de 98% a 73% en gramíneas y de 92% a 67% en leguminosas cuando el tamaño de partícula se reduce a 1/4 de su longitud original (Parish, 2007).

Los subproductos industriales (cascarilla de soja, cáscara de arroz, etc.) presentan diferente efectividad para promover la rumia debido al tamaño de la partícula, el cual se considera muy pequeño por lo que no logran estimular la rumia (Van Horn, 1997).

#### **2.2.4. ¿Cuánta fibra requieren los bovinos en feedlot?**

Para dietas de corral altamente concentradas valores de FDNef entre 7 y 10% de la materia seca son recomendados por Fox y Tedeschi (2002), para mantener el pH del rumen por encima de 5,7, valores a partir del cual comenzaría a afectarse el consumo de materia seca. Para Mertens (1997) un valor de FDNef de 15% sería el óptimo, obteniéndose muy poca variación en ganancia de peso vivo cuando ésta varía de 12 a 18% de la materia seca.

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

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

#### **2.2.5. Fuentes de fibra: tipificación y respuesta animal**

Existen dos formas de voluminoso: los llamados de fibra larga (proveniente de henos o silajes) y los de fibra corta como afrechillo de trigo, raicilla de malta, semilla de algodón o maní (Pordomingo, 2005).

En términos generales la fuente de fibra larga más comúnmente utilizada es el heno, de calidad intermedia a baja. El heno es presentado en forma de rollo o fardo y puede ser procesado, picado o molido grueso. Para el aporte de fibra larga también son utilizados los silajes de planta entera, como pueden ser los de maíz, sorgo, etc. los cuales también aportan energía a través del grano que contiene el silo. Este se usa en mayores proporciones en la dieta ya que cumple un rol de aporte de energía y no solo mecánico como en el caso del heno (Pordomingo, 2006).

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

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

Se han evaluado alternativas en cuanto a sustitución de fibra larga en dietas altamente concentradas por subproductos de la industria, generando

resultados interesantes. La inclusión de este tipo de fibra sería entorno al 10% de la dieta, trayendo ventajas desde el punto de vista operativo, ya que se descarta el uso de fardo o ensilaje de planta entera, que necesitan maquinaria más compleja para su procesamiento. La desventaja de incluir estos alimentos primeramente mencionados, es que utilizados en estas proporciones, pueden contribuir a trastornos digestivos no deseados (Simeone et al., 2010).

Las fuentes de fibra presentan diferente calidad según su composición química. En el cuadro 2 se presentan las fuentes de fibra más utilizadas con su respectiva composición.

Cuadro 2. Composición química de diferentes fuentes de fibra.

Fuente de fibra	MS	PB	FDN	FDA	EM
Ensilaje de maíz*	94,37	7,78	51,82	31,07	2,42
Ensilaje de sorgo*	95,08	7,55	50,53	36,71	2,16
Heno de pradera*	94,25	10,13	75,54	51,32	1,6
Paja de arroz**	--	3,2 – 4,6	68-83	--	--
Paja de trigo*	93,77	9,62	58,15	49,37	1,98
Afrechillo de trigo*	89,45	17,2	35,47	12,83	2,86
Semilla de algodón*	90,65	23,17	43,35	37,31	3,57
Raicilla de cebada*	93	29,07	57,26	23,18	2,73
Retornable fino	90	1	90	--	--

Fuente: adaptado de \*Pigurina y Methol (2004), \*\*Bartaburu et al. (2006)

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

En dietas iso FDN, Theurer et al. (1999) sustituyeron parcialmente fuentes de fibra de alta calidad como el heno de alfalfa por fuentes de menor calidad como la paja de trigo y cáscara de semilla de algodón en dietas con una relación voluminoso/ concentrado entorno al 40/60 para terneros y 10/90 para novillos y obtener ganancias similares. La eficiencia de conversión mostró diferencias significativas, siendo mejor en la dieta que utilizaba heno de alfalfa como única fuente de fibra en ambas categorías.

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

En los trabajos de Pordomingo et al. (2007), Simeone et al. (2008) donde sustituyeron totalmente la fuente de fibra larga por fuentes de fibra corta (entendiendo por tal a la aportado por subproductos con alto contenido de FDN), se demuestra que es factible tanto en terneros como en novillos la sustitución de la fibra larga en el feedlot sin afectar la performance animal, el consumo de materia seca o la eficiencia de conversión del alimento, mientras se mantenga un nivel de FDN efectiva adecuado. Según Simeone et al. (2008) en características de carcasa como peso, rendimiento y espesor de grasa subcutánea tampoco se registraron diferencias entre tratamientos. Los resultados de Simeone y Beretta (2009) concuerdan con los de Elizalde, citados por Ayçaguer et al. (2011) que sugieren que es posible sustituir fuentes de fibra larga por otras alternativas mientras se mantengan los consumos de fibra efectiva cuando el forraje representa menos del 15% de materia seca de la dieta. Esta sustitución no afecta la performance animal (Simeone y Beretta, 2009).

Bartle et al. (1994) encontraron diferencias en el consumo y la eficiencia de conversión siendo más eficientes los animales consumiendo heno de alfalfa. También se observaron diferencias en las características de las carcasas presentando carcasas más pesadas y más engrasadas los animales que consumieron alfalfa con respecto a los que consumían cáscara de semilla de algodón. Conrad, citado por Bartle et al. (1994) obtuvo resultados similares y asigna las diferencias encontradas al mayor aporte de nutrientes de la alfalfa en comparación a la cáscara de algodón.

Sin embargo Pordomingo et al. (2002) evaluaron dietas con fibra larga vs. dietas sin fibra larga y no encontraron diferencias en ganancia diaria de peso, consumo de materia seca ni eficiencia de conversión entre los tratamientos en ninguna de las categorías (novillos de 155 kg y novillos de 270 kg de peso vivo inicial). Incluso se detectó una tendencia en ambas categorías hacia una mayor ganancia en los tratamientos sin heno con respecto al testigo. Los autores concluyen que en dietas de feedlot sin fibra larga puede contrarrestarse la posible deficiencia de fibra efectiva utilizando granos enteros de maíz o maíz y avena. El grano de maíz entero ofrecido solo o en mezcla con grano de avena es suficiente para estimular un adecuado funcionamiento ruminal y en consecuencia una alta eficiencia de conversión de la dieta.

Se entiende por fuentes “alternativas” de fibra a los alimentos voluminoso subproductos de la agroindustria con altos niveles de FDN efectiva, FDA, con niveles bajos de proteína y energía y pequeño tamaño de partículas.

Diversas fuentes alternativas de fibra han sido evaluadas: aserrín de álamo, cáscara de semilla de algodón, cáscara de arroz, y cáscara de maní. No

se observaron diferencias significativas en performance animal al compararlas con dietas totalmente concentradas (Tillman et al. 1969, White y Reynolds 1969, Mc Cartor et al. 1972, Utley et al. 1973).

Los resultados obtenidos por Mc Cartor et al. (1972), sobre la características de la carcasa realizando un análisis estadístico de los datos no mostró ningún efecto de tratamiento sobre el porcentaje de dressing, el área de músculo longissimus, la calidad de carcasa o el grado de terminación. Tampoco Utley et al. (1973) obtuvieron diferencias en las características de la canal.

En el trabajo de Tillman et al. (1969) se observó que en dietas sin fibra larga, 84 % sorgo + 10 % harina de semilla de algodón, la inclusión de niveles crecientes de cáscara de arroz como fuente de fibra (de 3 a 9%) no afectó a la performance animal con respecto a la dieta totalmente concentrada.

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

En España, Bayón, citado por González y González (1999) evaluó la inclusión de aserrín de pino en la dieta de terneros en engorde alimentados con granos de cebada, se sustituyó hasta 20% de la dieta y no se percibieron efectos tóxicos sino que aumentó el consumo por animal.

Tillman et al. (1969), obtuvieron como resultados que no hubo diferencias en ganancias diarias, eficiencias de conversión, características de carcasa, entre otras mediciones que realizaron. Los datos aportados por Leme et al. (2003), sobre las características de la carcasa, indican que no hubo diferencias en cuanto a peso de la carcasa caliente, área de ojo de bife y espesor de la grasa subcutánea cuando se modifica el nivel de fibra en la dieta. En cambio reportan que el peso del hígado y el rendimiento de la carcasa muestran un comportamiento lineal en función de los niveles de fibra, siendo mayor en los tratamientos con mayor porcentaje de concentrado debido a un mayor contenido de energía en la dieta.

En cuanto a las fuentes de fibra evaluadas, tanto en sustitución de la fibra como evaluación de fuentes de fibras alternativas, aparecen como interesantes, el uso de cáscara de arroz en baja proporción, importante ya que en nuestras condiciones de producción se podría obtener para el uso de dietas altamente concentradas.

De los dos trabajos (Tillman et al. 1969, Mc Cartor et al. 1972) donde se utilizó cáscara de arroz como fuente de fibra, se observa la posibilidad del uso

de este subproducto sin afectar las ganancias diarias de los animales. Además indican que la fibra de baja calidad podría mejorar la utilización de la fracción del grano restante.

Por último Ayçaguer et al. (2011) evaluaron fuentes alternativas de fibra efectiva derivadas de subproductos agroindustriales de baja calidad nutricional. Dicho experimento fue realizado con novillos y terneros alimentados con dietas de corral altamente concentradas. Se suministraron tres dietas isoenergéticas, isoproteicas e isoFDN, para cada categoría utilizando como fuente de fibra cáscara de arroz (CA), retornable fino de la industria de la celulosa (RF) y heno de moha (HM) como testigo. El efecto de la fibra sobre la ganancia media diaria fue dependiente de la categoría animal, no hallándose diferencias entre fuentes en terneros; en tanto en novillos los alimentados con CA mostraron menor ganancia que RF y HM, 1,514, 2,025 y 1,773 kg/día respectivamente. En cuanto al consumo de materia seca, éste no estuvo afectado significativamente por la categoría, la fuente de fibra ni la interacción entre ambos. Respecto a la eficiencia de conversión, dentro de los terneros la fibra no causó efectos significativos. En cambio en novillos, el retornable fino mostró una mejor eficiencia al compararse con cáscara de arroz y heno de moha.

Se concluye de los trabajos existentes sobre el uso de fuentes alternativas de fibra, que es posible la utilización de subproductos de la agroindustria como fuentes de fibra alternativa en la alimentación de animales a corral, sin afectar la performance animal. Dada la variabilidad entre subproductos y la gran diversidad, es necesario continuar con evaluaciones sobre el uso de fuentes de fibra alternativas en la alimentación de animales de engorde.

#### **2.2.6. Retornable fino**

*“El subproducto llamado retornable fino es obtenido luego que la madera que llega a la planta de celulosa es chipeada e introducida en la caldera de acopio. El sobrante de ese proceso, que es clasificado según su tamaño de partícula como grueso o fino, es a su vez acopiado y luego devuelto a las plantaciones (...). En algunas plantas de celulosa ese sub producto es usado como fuente de energía a través del proceso de combustión”* (Simeone et al., 2010).

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

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

Ayçaguer et al. (2011) concluyeron que el uso de subproductos agroindustriales como la cáscara de arroz y el retornable fino de celulosa, entorno al 7% en dietas altamente concentradas, no modifica la performance animal ni la eficiencia de conversión, sin importar la categoría animal considerada. Esto permite sustituir las fuentes tradicionales de fibra como ensilajes o heno.

Cuadro 3. Composición química del retornable fino

MS	%MS DIG.	FDN	PB
90	30	90	1

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

### 2.3. MANEJO DEL COMEDERO EN LA ALIMENTACIÓN A CORRAL

El consumo es el primer factor y el más directamente asociado al crecimiento y aumento de peso. Altos consumos en forma sostenida (mayores al 2,5 % del peso vivo) se correlacionan con altos aumentos de peso (NRC, citado por Pordomingo et al., 2002). Según Pordomingo (2005), en categorías más grandes (novillos de 350 kg o superiores) el consumo puede variar entre 2,6 y 2,8 % del peso vivo. Estos consumos podrían deprimirse con dietas de alta concentración de energía metabolizable (superiores al 80% de concentrado) debido al efecto de la concentración energética sobre el metabolismo y los mecanismos quimiostáticos sobre la saciedad. También podrían mermar debido al incremento del contenido de componentes fibrosos (heno, silajes y cáscaras) por encima del 50% del consumo voluntario.

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

Los objetivos de manejo de alimentación han sido moderar el comportamiento de la misma y reducir la variación diaria de la ingesta tratando de minimizar los trastornos digestivos. Por ejemplo, una ingesta más uniforme de los hidratos de carbono fermentables de modo que el régimen de

alimentación conduzca a episodios de ingesta más pequeñas y frecuentes (Schwartzkopf et al., 2003).

Britton y Stock, citados por Schwartzkopf et al. (2003) mencionan que las fluctuaciones en la ingesta pueden causar acidosis y reducir las ganancias diarias. Se considera acidosis subclínica cuando el pH ruminal cae por debajo de 5,8 durante más de 12 horas.

Los factores que influyen en el pH, tales como relación de forraje-concentrado, fuente y procesamiento de grano, así como el tamaño, el número y frecuencia de las comidas pueden también tener grandes efectos sobre el pH ruminal (Schwartzkopf et al., 2003).

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

Diferencias en la eficiencia de conversión, podrían también estar asociadas a diferencias en el aprovechamiento de los nutrientes consumidos, como resultado de un patrón de consumo más variable. La estabilidad del consumo en el corral a lo largo del período de alimentación es relevante a efectos de promover condiciones de fermentación favorables a una eficiente utilización del alimento, evitando picos de consumo potencialmente predisponente a cuadros de acidosis (Schwartzkopf et al., 2003).

La alimentación restringida al 85 o 90% del consumo voluntario del animal es una estrategia que algunos feedlots incorporan para mejorar la eficiencia de conversión y regular los sobreconsumos. En la mayoría de las dietas de alta energía (a base de 70 a 90% de grano), la restricción de la oferta diaria de alimento en un 10 a 15% con respecto al consumo voluntario esperable resulta en aumentos de peso similares a los alcanzables en consumo *ad libitum*, particularmente en etapas tempranas del engorde (Pordomingo, 2005).

Simeone et al. (2007b) mencionan que la forma de suministro del concentrado, ya sea bajo autoconsumo o suministro diario, así como también la forma de inclusión de la fuente de fibra cuando ésta es un heno de baja calidad (mezclada con el concentrado o el fardo *ad libitum*), perturbarían la performance animal. Esto afectaría el consumo total de materia seca, la relación voluminoso/concentrado en el alimento consumido, el aprovechamiento de los nutrientes ingeridos y la eficiencia de conversión del alimento en el corral. El

racionamiento del concentrado en comederos de autoconsumo respecto al suministro diario podría afectar a la estabilidad en el consumo diario, el ambiente ruminal y la performance animal.

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

La alternativa de suministro del alimento en comederos de autoconsumo (AC) en animales en confinamiento se inserta en los sistemas pastoriles de producción de carne como una estrategia que permitiría afrontar la disminución de mano de obra y aprovechar oportunidades de negocio teniendo en cuenta indicadores productivos (como la eficiencia de conversión y precio de la ración), contemplando que es una tecnología de baja inversión.

Simeone et al. (2007b) mencionan que la estrategia de autoconsumo como suministro tanto del concentrado como el voluminoso, podría enfrentar las restricciones operativas (falta de maquinaria para la distribución, el picado y mezclado del material) y podría modificar el consumo y proporción voluminoso/concentrado al permitir que el animal componga su propia dieta.

Según Toffaletti et al. (2016) este tipo de suministro de alimento se justifica para engordes en confinamiento de menos de mil cabezas por motivos ya mencionados (costos operativos y mano de obra principalmente). Asimismo Vittone et al. (2015) concuerdan con este autor y añaden que este tipo de suministro en la cual se utilizan raciones sin fibra larga, favorece a predios de baja escala en la cual se pueden encontrar dificultades en la operativa del manejo de este tipo de fibra (maquinaria, espacio para producirlo, etc.). Alimentos secos y sin fibra poseen ventajas comparativas frente a los tradicionales de fibra larga y alimentos húmedos comúnmente utilizados en los feedlots con alimentación diaria. Una de las principales es el acopio y el suministro del alimento, otra es que requiere menos espacio por unidad de energía. El tipo de alimento que se debe utilizar en el autoconsumo debe de ser de composición sencilla y de fácil manejo. Según Elizalde y Riffek (2017), las ventajas que posee el autoconsumo es que se utilizan alimentos de facilidad de manejo y una menor necesidad de mano de obra, ya que el suministro de ración es de baja frecuencia (de 4 a 7 días, depende de volumen de

autoconsumo y cabezas a alimentar) pero posee limitantes. Éstas están enfocadas en el control de las variables productivas, como por ejemplo consumo, ganancia de peso y eficiencia de conversión.

En cuanto al comportamiento animal en el autoconsumo, como la oferta de alimento es constante, hay una menor competencia, aumentando el número de ingesta diaria Vittone et al. (2015). Por el contrario, Beretta et al. (2013) evaluaron los sistemas de suministro de alimento tanto diario como en autoconsumo. Para terneros destetados a corral concluyeron que los mismos alimentados diariamente tuvieron una mayor ingesta del alimento (kg/MS) que los alimentados con autoconsumo (3,68 vs. 3,19 kg/100 kg de peso vivo respectivamente) debido a una mayor actividad alimentaria. Ésta en comparación al sistema de suministro diario, es mayor en las horas de la mañana (8:00 a 11:00) para aquellos que fueron suministrados en autoconsumo. Por último mencionan que el sistema de alimentación de autoconsumo sería un sistema seguro dado que la ingesta del alimento observada es estable durante el día y entre los días.

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

Simeone et al. (2011) llevaron a cabo un experimento con terneros Hereford de 148 kg evaluando el sistema autoconsumo en corrales con dietas altamente concentradas sin fibra larga. Para ello se utilizó cáscara de arroz (6,27% en base fresca). La performance de los terneros manejados bajo la forma de autoconsumo fue menor que los alimentados diariamente (1,362 kg GMD vs. 1,562 kg GMD respectivamente). Los primeros tuvieron una mejor eficiencia de conversión, debido a un menor consumo de MS. El comportamiento de los terneros en el corral tiende a ser similar a lo largo del día en los dos tratamientos, no hay diferencias importantes en tasas de consumo. Sin embargo hay una diferencia notoria a favor del suministro diario al dedicar más tiempo al consumo en horas de la mañana, luego de depositado el primer suministro, lo que explica el mayor consumo de MS.

Manasliski y Rodríguez (2013) evaluaron la forma de suministro diario y en autoconsumo en terneros destetados precozmente en confinamiento, con una dieta basada en una RTM iso energética, iso proteica e iso FDN, utilizando al retornable fino como fuente de fibra. Concluyeron que la forma de suministro no afectó la performance (GMD) de los animales pero si el consumo de materia

seca por tratamiento. Se obtuvo un mayor consumo en los animales suministrados en autoconsumo (4,604 vs. 4,975 kg/animal/día). La eficiencia de conversión no fue afectada por la forma de suministro (3,240 vs. 3,514 Kg MS/kg PV).

En tanto, Félix y Marizcurrena (2016) midieron la cáscara de arroz como fuente de fibra, y el autoconsumo como forma de suministro en terneros de destete precoz a corral (100 kg) evidenciando que era viable la sustitución del suministro diario (tres veces por día) por comederos de autoconsumo sin afectar la performance animal. Las GMD no mostraron diferencias significativas (ambas 1,4 kg/animal/día) mientras que las eficiencias de conversión se vieron favorecidas en los tratamientos con autoconsumo en comparación a los diarios (3,43 vs. 4,01 kg alimento/kg PV respectivamente).

Por otro lado, Toffaletti et al. (2016) evaluaron la eficiencia productiva del engorde a corral de novillos de 320 kg con el uso de autoconsumo. El alimento utilizado fue sin fibra y el mismo estaba compuesto por 85% grano entero de maíz y 15% de expeler de girasol para las dos variables. Los tratamientos de suministro diario se ofrecía el alimento 2 veces al día tratando que el rechazo no supere el 5%, mientras que los tratamientos con autoconsumo la alimentación era *ad libitum*. Los resultados obtenidos fueron que los animales en tratamientos con autoconsumo tuvieron un mayor y más variable consumo entre semanas que los de suministro diario ( $7,91 \pm 1,02$  vs.  $7,21 \pm 0,82$  kg MS/animal/día,  $p < 0,05$ , respectivamente). Esto estaría relacionado al menor control de la ingesta cuando se utiliza dicha forma de suministro por encontrarse con una disponibilidad *ad libitum*. No obstante, la ganancias medias diarias y la eficiencia de conversión no obtuvieron diferencias significativas ( $1,01 \pm 0,24$  vs.  $0,94 \pm 0,15$  Kg/animal/día,  $p < 0,05$ ,  $8,18 \pm 1,79$  vs.  $7,81 \pm 1,41$  Kg de MS/Kg de PV,  $p < 0,05$ , respectivamente).

## 2.4. HIPÓTESIS

En dietas altamente concentradas ofrecidas a novillos en feedlot, es posible la sustitución de la fibra larga (heno) por retornable fino (fibra corta), sin afectar la performance animal tanto en el corral como en la faena, en tanto se mantenga el aporte mínimo de FDNef en la dieta.

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

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía, ubicada en el litoral oeste del Uruguay en el departamento de Paysandú; a 32°20’9” de latitud sur, y 58°2’9” de longitud oeste. Fue realizado entre el 6 de julio y el 13 de setiembre del año 2016, siendo los 30 días previos al inicio la fase pre-experimental.

#### 3.2. CLIMA

Uruguay cuenta con un clima templado, con una temperatura media anual para el departamento de Paysandú de 17,9° C y precipitaciones medias anuales de 1218 mm (MDN. DNM, s.f.). En el cuadro 4 se presentan los valores medios mensuales históricos (2002-2015) para temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones para los meses de junio a setiembre en Paysandú.

Cuadro 4. Temperatura (T), Humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR), medias mensuales para Paysandú (2002 – 2015).

Parámetros	junio	julio	agosto	setiembre
T (C)	11.7	11.8	12.9	14.6
HR (%)	80	79	75	73
RR (mm)	70	71	73	91

Fuente: MDN. DNM (s.f.)

#### 3.3. INFRAESTRUCTURA

Se utilizaron 9 corrales a cielo abierto con piso de tosca (7 x 23 metros cada uno), ubicados sobre un terreno sin pendiente y delimitados perimetralmente por alambrado electrificado de 3 hilos.

Tres corrales contaban con un comedero autoconsumo con capacidad para 2,5 toneladas de ración y 3m de frente de ataque. Los comederos de los restantes corrales, fueron diseñados a partir de tanques de 200 litros cortados longitudinalmente, tres medios tanques por corral, ubicados sobre el lado norte, donde accedían los animales (34 cm lineales/cabeza). Cada corral disponía de un bebedero, generados a partir de los mismos tanques pero cortados transversalmente (58 cm de diámetro y 45 cm de altura), ubicado del lado sur del corral.

### 3.4. ANIMALES

Fueron utilizados 36 novillos, provenientes del rodeo experimental de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental M. A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía, nacidos en primavera 2014. Dichos animales eran en su totalidad de raza Hereford, con un peso promedio al inicio de la fase de confinamiento de  $362 \pm 48,5$  kg.

### 3.5. ALIMENTOS

Se formularon dos raciones totalmente mezcladas a base de ración comercial, variando la fuente de fibra, procurando que las mismas fueran similares en su aporte de energía, proteína y FDN por kg de materia seca. La composición química se presenta (cuadro 5).

Se utilizaron los siguientes ingredientes.

- Retornable fino (RF), subproducto derivado del procesamiento de la madera para la extracción de celulosa (cuadro 6).

- Heno de moha (HM) picado fino (cuadro 6).

- Ración comercial molida (RCM) para novillos en engorde, elaborada a base de los siguientes ingredientes probables: sorgo, cebada, avena, afrechillo de arroz, afrechillo de trigo, harina de soja, torta de soja extrusada, torta de soja (expeller), harina de lino, harina de girasol, raicilla, brotes de cebada, peleas de citrus (pulpa), melaza, carbonato de calcio, fosfato bicálcico, láser milk mineral a razón de 1kg/1000 kg de ración.

Cuadro 5. Composición de ingredientes

INGREDIENTES	RTM con RF	RTM con HM
Heno de moha	0	20
Retornable fino	8	0
Ración comercial molida	92	80

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

COMPOSICIÓN	HM	RF	RCM
Materia seca (%)	92,3	93,03	95,25
Proteína cruda	8,07	1,75	12,65
Fibra detergente neutro	66,34	93,23	23,12
Fibra detergente ácido	35,76	77,89	7,65
Cenizas	9,49	1,19	1,19

HM: heno de moha; RF: retornable fino; RCM: ración comercial molida

### 3.6. TRATAMIENTOS

Los 36 novillos fueron sorteados en 9 grupos y estos distribuidos al azar a uno de tres tratamientos, evaluándose el efecto de la fuente de fibra (HM vs. RF) cuando la forma de suministro fue diaria, y el sistema de suministro del alimento (diario vs. autoconsumo) para raciones a base de RF:

- 1) Suministro diario de la RTM incluyendo HM como fuente de fibra (HD).
- 2) Suministro diario de la RTM incluyendo RF como fuente de fibra (RD).
- 3) Suministro en comederos de autoconsumo de la RTM incluyendo RF como fuente de fibra (AC).

Cada grupo de animales, representando una unidad experimental (n= 3/ tratamiento), fue manejado en un corral independiente.

### 3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Dentro del procedimiento experimental del trabajo, pueden ser diferenciadas las siguientes etapas:

- Período pre-experimental.
- Período de confinamiento.
- Período de faena y post faena.

Tanto el periodo de confinamiento como el de faena y post faena, se enmarcan dentro del periodo experimental.

### **3.7.1. Período pre-experimental**

Previo al ingreso al corral, los animales fueron manejados en campo natural durante primavera, verano, otoño. La adaptación a las nuevas dietas, fue realizada en forma gradual durante 30 días, (desde 6/6/2016 al 5/7/2016). En los primeros quince días, se realizó el acostumbramiento gradual al consumo de concentrado; seguido luego en los siguientes 15 días por la introducción a su respectiva ración experimental y manejo de suministro del alimento según el tratamiento asignado. El detalle de manejo durante este período se presenta en anexo 26.

Previo al comienzo de la segunda fase se realizó la pesada y sorteo de los animales a los tratamientos.

### **3.7.2. Período de confinamiento**

Este período tuvo una duración de 70 días, desde el 6/7/2016 hasta el 13/9/2016. El alimento fue ofrecido *ad libitum*, ajustándose la oferta de alimento, en base a lectura diaria de comedero, con el objetivo de que haya siempre un sobrante de alimento del día anterior (mayor o igual al 10%).

La RTM en los tratamientos con suministro diario, se distribuyó en 3 comidas diarias, ofrecidas a las 8:30 horas, siendo la misma el 40% del alimento diario total, a las 13:00 horas el 30% y a las 17:00 horas el 30% restante.

En cuanto al tratamiento con suministro en comederos de autoconsumo, fue llenado con alimento suficiente para 10 días y rellenado cada 7 días, de forma de asegurar el suministro a voluntad.

El agua estaba disponible en los corrales a voluntad.

### **3.7.3. Período de faena y post faena**

Los novillos fueron faenados a fecha fija cuando alcanzaron un peso vivo promedio de 480 Kg. La faena se realizó en un frigorífico comercial en el departamento de Tacuarembó, el 14 de setiembre de 2016 y a las 48 horas (16/09/16) se realizaron mediciones sobre la canal.

Los animales tuvieron un ayuno de aproximadamente 18 horas, con una distancia de traslado al frigorífico de 230 km.

### **3.8. MANEJO SANITARIO**

Los animales fueron dosificados con clorhidrato de levamisol, al comienzo del período de confinamiento con el objetivo de controlar parásitos gastrointestinales y pulmonares.

### **3.9. DETERMINACIONES**

#### **3.9.1. Peso vivo**

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

#### **3.9.2. Altura de anca**

Se realizaron mediciones de altura al anca de cada animal al iniciar y al finalizar el período experimental.

#### **3.9.3. Consumo de alimento**

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

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

En el tratamiento de autoconsumo, todas las semanas se registró la cantidad de alimento colocado en el comedero y cada siete días se registró el rechazo, estimándose un consumo promedio diario. En las semanas pares (2, 4, 6 y 8) el consumo diario del alimento se midió registrando el alimento total

colocado en el comedero en el día 1 de cada semana y pesando el residuo cada 24 horas durante 7 días, retornándolo al comedero una vez pesado.

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

#### **3.9.4. Patrón de consumo y comportamiento animal**

En las semanas 4 y 8 del período experimental, durante 2 días consecutivos, se midió el patrón de consumo de MS en todos los tratamientos, registrando el alimento presente en el comedero al momento del suministro y en intervalos de 3 horas a los efectos de describir el patrón de consumo dentro del día.

Por otro lado, el comportamiento animal en el corral fue registrado sobre la totalidad de los animales, identificando la actividad de rumia, descanso, consumo de alimento y consumo de agua. La toma de registros comenzaba con la primera comida (8 AM), extendiéndose durante el período de horas luz del día, hasta las 18hs. La actividad realizada por cada animal, fue registrada por apreciación visual, en una planilla a intervalos de 15 minutos.

#### **3.9.5. Digestibilidad en vivo**

En las semanas 5 y 9, se estimó la digestibilidad in vivo de la materia seca utilizando la concentración de ceniza insolubles en ácido en heces y alimento como marcador interno (AIA). Se recolectaron las heces de cada animal desde el suelo, luego de cada suministro del alimento (tres heces/animal/día), por un tiempo de tres días continuos, luego se realizó una muestra compuesta por animal, donde se secaron en estufa (a 60° C, durante 48 hs., hasta peso constante). Una vez secas las muestras, fueron identificadas claramente, para posterior análisis químico.

#### **3.9.6. Caracterización de la fibra efectiva**

El contenido de fibra efectiva de la dieta se estimó como el producto entre el contenido de FDN (fibra detergente neutra) y el factor de efectividad de la fibra. Este último se estimó utilizando el separador de partículas Penn State, el cual determina la distribución porcentual de las partículas según su tamaño en raciones e ingredientes de raciones. El mismo está compuesto por tres tamices con un tamaño de criba de 19mm, 8mm, y 1,18mm, respectivamente y una bandeja final de recolección de partículas menores a 1,18mm. El factor de

efectividad de la fibra se estima como la proporción de partículas mayores a 1,18mm (Mertens, 2002).

### **3.9.7. Muestreos y análisis químicos de los alimentos**

El muestreo de cada alimento se hizo en cada semana del período experimental al comienzo de la misma y se tomó una muestra representativa del heno de moha, retornable fino y una muestra de la ración comercial de engorde ofrecido a los animales. Por otro lado, el rechazo de alimento correspondiente al ofrecido, se muestreó luego de haber sido pesado. Se tomaron submuestras del residuo de cada corral. En cuanto a los comederos de autoconsumo, semanalmente previo a rellenar el comedero se tomó una muestra del alimento residual.

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

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

### **3.9.8. Mediciones en faena**

Los novillos fueron pesados individualmente en la planta frigorífica previo a la faena, luego de 24 horas de ayuno, siendo este el peso en primera balanza.

Posteriormente se obtuvo el peso en segunda balanza (peso de la media canal caliente). El rendimiento de los animales, se calculó como la relación entre peso de la canal caliente y el peso vivo a la faena, expresado como porcentaje.

Luego de la faena las reses permanecieron en cámaras de frío durante 48 horas (proceso de maduración). Al finalizar este proceso, se obtuvieron los siguientes registros en cada uno animales, realizados sobre la media res izquierda identificada de acuerdo al orden de ingreso a la planta: pH, espesor de grasa subcutánea, color de grasa y músculo, área de ojo de bife y peso de los diferentes cortes con valor comercial (lomo, bife angosto y tapa, corazón y colita de cuadril).

El pH se midió con un peachímetro HANNA con electrodo de penetración

de carne, con regulación de temperatura ambiente. El color se registró a través de un colorímetro Minolta CR-300, a nivel del *longissimus dorsi* y utiliza el sistema CIELAB de registros de colores, midiéndose los parámetros L (luminosidad), a (índice de rojo) y b (índice de amarillo).

El espesor de la grasa se midió con una regla, en el corte pistola a nivel de la 13<sup>a</sup> costilla.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

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

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

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

donde,

$Y_{ijkl}$ : peso vivo (PV)

$\beta_0$ : intercepto  $\zeta_i$  : efecto del i-ésimo tratamiento (i= HD, RD, AC)

$\varepsilon_{ij}$  : error experimental

$\beta_1$ : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días ( $d_k$ )

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

$\beta_2$ : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento ( $PV_{ij}$ )

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

Para el análisis estadístico del PV se utilizó dicho modelo que considera el efecto de cada tratamiento, la ganancia diaria en función de los días y el PV inicial como covariable.

En tanto para el análisis estadístico del CMS se utilizó el siguiente modelo:

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

donde,

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

$\mu$ : media poblacional (Consumo).

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

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

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

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

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

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

Dicho modelo considera el efecto de cada tratamiento, del momento de medición del consumo, de los días dentro de cada semana y la interacción entre los efectos tratamiento y momento de medición con sus errores asociados.

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo de los animales fue realizada la transformación LOGIT de los datos originales.

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

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

donde,

P es la probabilidad de consumo, rumia o descanso.

$b_0$  es el intercepto

$\zeta_j$  es el efecto de los tratamientos

$B_j$  es el efecto de bloque

$S_k$  es el efecto de la semana de observación

$\zeta_{Sik}$  es la interacción entre tratamiento y semana

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

Dicha transformación asume que la variable “número de registros/ registros totales” tiene distribución binomial.

Por último, para 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 (SAS, 2017), de acuerdo al modelo general:

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

Las medias de cada tratamiento se compararon mediante contrastes ortogonales, evaluándose el efecto de la fuente de fibra a través del contraste (HD vs. RD) y el efecto de la forma de suministro a través del contraste (RD vs. AC). En todos los casos se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo 1 fue al 5% ( $P < 0.05$ ). Efecto de la fuente de fibra: D/H vs. (D/RF + AC/RF)/2. Efecto de la forma de suministro : D/RF vs. AC/RF.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CONDICIONES CLIMÁTICAS

En el cuadro 7 se detallan las temperaturas medias, mínimas y máximas mensuales y precipitaciones registradas durante el período experimental en la estación experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC), Facultad de Agronomía, ubicada en el litoral oeste del Uruguay en el departamento de Paysandú.

Cuadro 7. Temperatura mínima, media y máxima y precipitaciones registradas durante el período experimental.

Variable	junio	julio	agosto	setiembre
T mínima	5,1	7,2	7,6	7,8
T media	9,8	10,9	13,5	13,5
T máxima	15	14,9	19,8	19,1
RR (mm)	66,3	162,8	23,6	62,5

RR: precipitaciones; T: temperatura.

Durante el período experimental se presentaron condiciones normales en lo que respecta a temperaturas, mientras que las precipitaciones mensuales correspondientes al mes de agosto estuvieron por encima de la media para dicho mes (71 mm); de igual manera no existieron condiciones climáticas extremas (frío o calor) o problemas por barro que hayan generado algún efecto en la respuesta animal, dado que los animales fueron cambiados de lugar.

### 4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA DIETA

En el cuadro 8 se presenta la composición química y características físicas de las dietas ofrecidas en el período experimental para cada tratamiento.

Cuadro 8. Composición química (expresada como base seca) y características físicas (distribución de partículas según tamaño de tamiz % de peso total, fef y FDNef) de la raciones experimentales.

	RTM con heno de moha	RTM con Retornable fino
Materia seca	94,7	95,1
Proteína cruda	11,7	11,8
Fibra detergente neutro	31,8	28,7
Fibra detergente ácido	13,5	13,23
Cenizas	2,9	1,2
Características físicas de la dieta		
Distribución de partículas según tamaño <sup>1</sup>		
19 mm	13,45	0
8 mm	5,07	0,35
1,18 mm	30,25	45,32
Bandeja	51,2	54,35
Fef <sup>2</sup>	0,49	0,46
FDNef (%) <sup>2</sup>	15,3	13,1

<sup>1</sup>% de retención según tamaño del tapiz del separador de partículas PennState.

<sup>2</sup>fef: factor de efectividad de la fibra FDNef: fibra efectiva = FDNxfef.

La composición química del alimento ofrecido no mostró grandes diferencias entre tratamientos, ya que las mismas se formularon para ser isoenergéticas, isoproteicas e isoFDN. En cuanto a las características físicas, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para ninguno de los parámetros evaluados, entre las dietas ofrecidas.

El factor de efectividad de la fibra no difirió entre los diferentes tipo de fibra evaluadas (HM 94,7 vs. RF 91,4,  $P > 0,05$ ), resultando en similar aporte de FDNef (%) con las distintas RTM ( $P > 0,05$ ). Esto estaría explicado por la mayor concentración de FDN (%) del RF en comparación al HM (93,2 vs. 66,3, respectivamente) lo cual permite formular las dietas con una menor participación de RF en comparación a cuando se utiliza como fibra el HM (8 vs. 20%, respectivamente).

En el cuadro 9 se presenta la composición química del alimento rechazado en los diferentes tratamientos. Sus características físicas, se presenta en el anexo 25.

Cuadro 9. Composición química del alimento rechazado (expresados como porcentaje en base seca), según fuente de fibra y forma de suministro de la ración (promedio para el período experimental)

	HD	RD	AC
Materia seca (% base fresca)	93,8	94	94,1
Proteína cruda	10,4	11,8	12,9
Fibra detergente neutro	30,6	28,4	30,6
Fibra detergente ácido	12,5	12,1	12,5
Cenizas	6,1	4,9	6,3

HD: ración con heno de moha y suministro diario. RD: ración con retornable fino y suministro diario. AC: ración con retornable fino ofrecida en autoconsumo.

A pesar de no contar con un análisis estadístico de dicha información, se podría sostener que la composición química de las dietas ofrecidas y sus respectivos rechazos no parecerían mostrar grandes diferencias entre sí.

#### 4.3. PESO VIVO Y GANANCIAS DIARIAS

El peso vivo, aumentó linealmente en el tiempo ( $P < 0,01$ , figura 1), la GMD estimada a partir de la pendiente de las curvas, no difirió entre tratamientos ( $P = 0,651$ ).

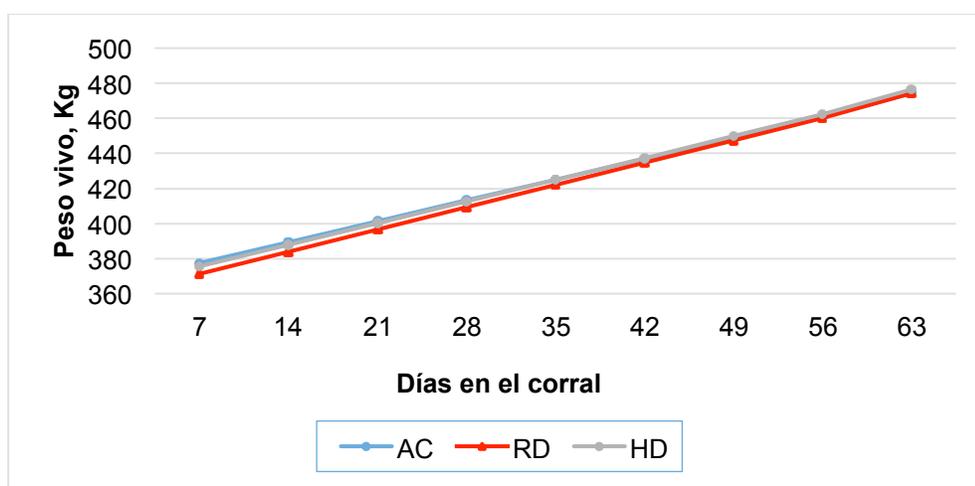


Figura 1. Evolución de peso de novillos en confinamiento consumiendo dietas altamente concentradas difiriendo en la fuente de fibra (Heno de moha, HD o retornable fino, RF) y forma de suministro de la ración (diariamente, RD o en comederos de autoconsumo, AC).

Las GMD de cada tratamiento se presentan en el cuadro 10. No se hallaron diferencias significativas en GMD por efecto en la forma de suministro

( $P=0,258$ ) ni por, la fuente de fibra ( $P=0,646$ ); tampoco se encontraron diferencias en lo que respecta a peso vivo final ni altura final del anca ( $P<0,05$ ).

Cuadro 10. Ganancia de peso vivo (GMD), consumo de materia seca (CMS), eficiencia de conversión y altura del anca final de novillos en confinamiento consumiendo dietas altamente concentradas difiriendo en la fuente de fibra y forma de suministro.

	TRATAMIENTO			CONTRASTES	
	HD	RD	AC	Tipo de fibra 1 vs. 2	Forma de suministro 2 vs. 3
GMD (Kg/día) <sup>1</sup>	1,77	1,81	1,70	ns	ns
Peso final (Kg)	480,4	485,5	482,8	ns	ns
Altura final anca (cm)	130,4	130,5	129,9	ns	ns
CMS (Kg/animal/día) <sup>2</sup>	13,2	11,0	11,7	**	*
CMS (%PV) <sup>2</sup>	3,1	2,7	2,8	**	ns
EC <sup>3</sup>	7,6	5,9	6,8	**	*

\*\* $P<0,01$ ; \* $P<0,05$ ; ns  $P>0,05$

<sup>1</sup>Ganancia media diaria expresada en kg/día

<sup>2</sup>Consumo de materia seca expresado en kg/animal/día y como porcentaje del peso vivo

<sup>3</sup>Eficiencia de conversión expresada como kg de alimento/kg de peso vivo ganado  
Medidas ajustadas por tratamiento y sus contrastes

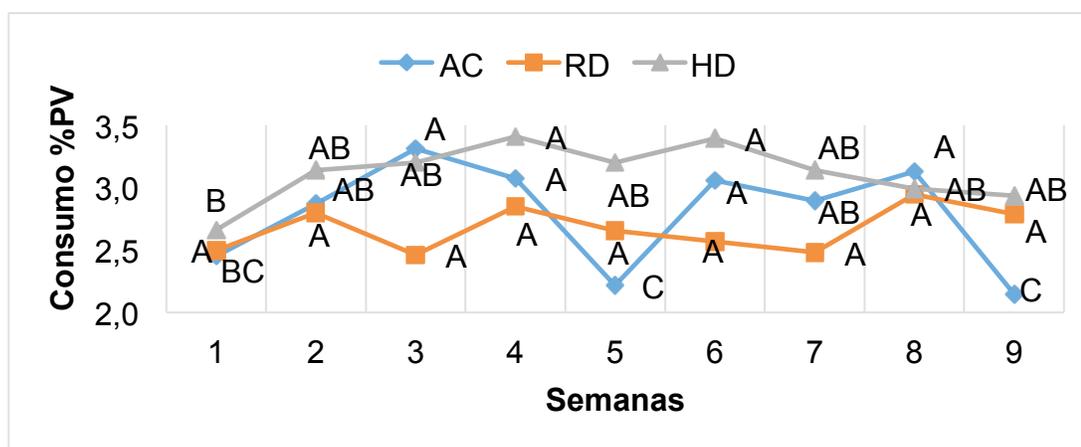
#### 4.4. CONSUMO

El CMS diario, medido tanto en porcentaje de peso vivo como en kg por animal fue afectado significativamente por los tratamientos (T), la semana experimental (S), día dentro de semana D(S) y la interacción TxS, TxD(S), y TxSxD(S) (anexos 2 y 3).

El consumo diario (kgMS/animal/día) fue afectado significativamente por la fuente de fibra (siendo mayor el tratamiento con heno de moha) y la forma de suministro (viéndose favorecido el suministro diario por sobre el autoconsumo). Por otro lado, el consumo expresado como porcentaje de peso vivo, fue afectado por tipo de fuente de fibra, no observándose diferencias debidas a la forma de suministro (ver cuadro 10).

#### 4.4.1. Variación del consumo entre semanas

La interacción significativa en la figura 2 se puede observar la evolución del consumo de materia seca expresado como porcentaje PV/semana en el período experimental.



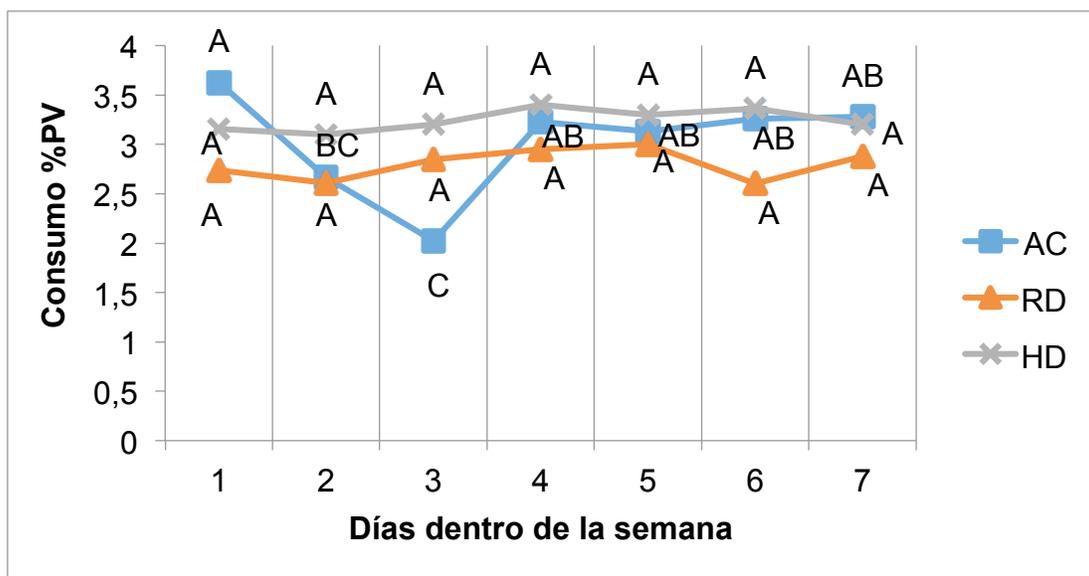
Nota: valores de consumo con diferente letra entre semanas, dentro de un mismo tratamiento, difieren significativamente ( $p < 0,010$ ).

Figura 2. Efecto de la forma de suministro y de la fuente de fibra sobre la evolución semanal del consumo de materia seca (kg/100 kg de peso vivo) en novillos en confinamiento (promedio semanal, período julio-setiembre).

En la figura 2, puede observarse que, mientras el CMS en RD no difirió entre semanas ( $P > 0,10$ ), en AC el CMS fluctuó entre semanas registrando valores por encima o por debajo del CMS de novillos con suministro diario.

#### 4.4.2. Variación del consumo entre días dentro de la semana

En la figura 3, se observa la variación del consumo entre días dentro de una semana. El CMS varió significativamente entre días en AC ( $P < 0,05$ ), con registros de variaciones de consumo expresado como %PV, cercanas al 55%. Contrariamente a esto, los novillos suministrados diariamente, presentaron un consumo relativamente estable, sin diferencias estadísticas entre días ( $P > 0,10$ ).



Nota: valores de consumo con diferente letra entre semanas, dentro de un mismo tratamiento, difieren significativamente ( $p < 0,01$ ).

Figura 3. Efecto de la forma de suministro (diario o en autoconsumo) y la fuente de fibra (RD o HD) sobre la variación de consumo entre días (de una misma semana), en novillos en confinamiento.

#### 4.5. DIGESTIBILIDAD Y CONSUMO DE LA MATERIA SECA Y ORGÁNICA

La digestibilidad de la materia seca y orgánica fue afectada significativamente por tratamiento ( $P=0,0065$ ;  $P=0,0138$ , respectivamente). El consumo de materia seca digestible (CMSD) y orgánica digestible (CMOD) fueron significativos para el tipo de fibra ( $P=0,05$ , respectivamente), no así para forma de suministro (ver cuadro 11).

Cuadro 11. Valor % de digestibilidad y consumo en kgMS/an./día, según tratamiento con sus respectivos efectos en tipo de fibra y forma de suministro.

				Contrastes de P valor		
	HD	RD	AC	Tipo de fibra 1 forma de suministro 2		
				vs. 2	vs. 3	
DMS	86	93,7	91,6	**		ns
DMO	88,2	94,5	92,6	*		ns
CMSD	11,3	10,2	10,7	*		ns
CMOD	10,9	9,9	10,9	*		ns

Nota: digestibilidad de la materia seca (DMS); digestibilidad de la materia orgánica (DMO); consumo de materia seca disponible (CMSD); consumo de materia seca orgánica digestible (CMOD).

#### 4.6. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

La eficiencia de conversión, expresada como los kilogramos MS de alimento consumido por unidad de ganancia de peso, fue afectada significativamente por tipo de fuente de fibra ( $p < 0,010$ ) y forma de suministro ( $p < 0,010$ ). Los animales, en RD presentaron la mejor eficiencia de conversión (cuadro 10), la cual representó 0,83 kg, menos de ración por kg de peso vivo ganado, con relación a AC. En lo que respecta al efecto sustitución del HM por el RF, significó una mejora en términos de eficiencia, en un 22% aproximadamente.

#### 4.7. COMPORTAMIENTO

En la figura 4, se representa el patrón de distribución de la actividad diurna del CMS, según tratamiento. Al no existir un análisis estadístico del mismo, se podría decir que existe una mayor actividad de consumo, por parte de los animales, que se les suministraba diariamente el alimento (HD y/o RD), mayoritariamente en las horas de la mañana y tarde. Los animales del tratamiento AC, mostraron una mayor variación de consumo a lo largo del día, en comparación a los otros tratamientos.

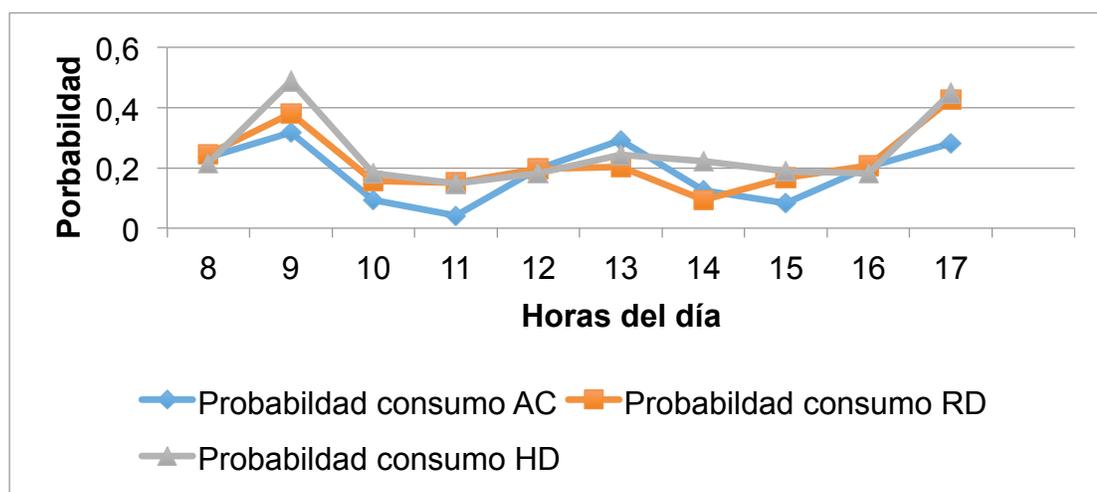


Figura 4. Actividad diurna del CMS con valores reales, según tratamiento.

En el cuadro 12, se presentan las probabilidades de ocurrencia de las actividades consumo, rumia, descanso y agua para los diferentes tratamientos; y las significancias de los efectos incluidos en el modelo de análisis: (T), (S), D (T), T x S y T x D(S).

Cuadro 12. Comportamiento animal según tratamiento.

Variable	HD	RD	AC	CONTRASTES P VALOR				
				T	S	D(T)	TxS	TxD(S)
Consumo	0,26 <sup>A</sup>	0,23 <sup>AB</sup>	0,19 <sup>B</sup>	0,025	0,38	0,24	0,34	0,57
Rumia	0,14 <sup>A</sup>	0,048 <sup>B</sup>	0,058 <sup>B</sup>	0,0006	0,093	0,54	0,12	0,166
Descanso	0,67 <sup>A</sup>	0,66 <sup>A</sup>	0,54 <sup>B</sup>	0,0013	0,0031	0,89	0,72	0,379
Agua	0,04 <sup>A</sup>	0,038 <sup>A</sup>	0,035 <sup>A</sup>	0,59	0,0002	0,17	0,4	0,96

Nota: T=tratamiento S=semana, D (T) día dentro de la semana, TxS = tratamiento\*semana TxD(S) tratamiento\*día dentro de la semana. Las diferencias de letras dentro de las filas, difieren significativamente (P<0,05).

La sustitución del HM por RF, solamente afectó la actividad de rumia. Por otra parte en cuanto al efecto de la forma de suministro, se encontraron diferencias significativas en la variable descanso, presentando mayor actividad aquellos sometidos al autoconsumo. Esto puede verse explicado en el acto reflejo generado por el suministro diario, dado que los animales se acostumbran a visitar el comedero inmediatamente después de cada comida. En cambio en autoconsumo los animales realizan varias visitas en el día dado que además de no tener el estímulo del suministro, el comedero siempre esta con alimento

#### 4.8. CALIDAD DE LA CANAL Y DE LA CARNE

En el siguiente cuadro se presentan las medias ajustadas por tratamiento, para características de canal y carne.

Cuadro 13. Efecto de la fuente de fibra y forma de suministro sobre las características de la canal y de la carne en novillos en confinamiento consumiendo dietas altamente concentradas.

	TRATAMIENTOS		
	AUTOCONSUMO	RETORNABLE DIARIO	FARDO DIARIO
PESO FAENA (kg)	452,50	451,48	456,03
PESO CANAL (Kg)	262,23	268,28	265,99
RENDIMIENTO CANAL (%)	59,51	58,03	58,46
AOB (cm <sup>2</sup> )	53,35	55,83	53,93
EGD (mm)	11,57	11,05	11,21
Ph	5,56	5,63	5,60
COLOR			
L	35,97	35,48	35,54
A	26,51	25,44	25,00
B	13,88	13,24	13,28

Nota: AOB (área ojo de bife); EGD (espesor de grasa subcutánea)

No existieron diferencias significativas asociadas a la fuente de fibra ni a la forma de suministro en ninguna de las características de canal evaluadas en la faena.

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. EFECTO DE LA FUENTE DE FIBRA SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL EN EL CORRAL**

Los resultados obtenidos confirman la primera hipótesis planteada. Sería posible sustituir la fuente de fibra comúnmente utilizada, como lo es el heno de moha, por retornable fino de celulosa en dietas altamente concentradas, sin perjudicar la GMD y afectando positivamente la eficiencia de conversión de los animales en el corral.

Estos resultados coinciden con los reportados por Ayçaguer et al. (2011) quienes sustituyeron el heno de moha como fuente de fibra por retornable fino, en novillos en confinamiento (280 kg) y obtuvieron diferencias significativas para GMD (1,773 vs. 2,025 Kg/animal/día,  $P < 0,01$ , respectivamente) y EC (6,09 vs. 4,97,  $P < 0,05$ ) a favor de los novillos recibiendo RF, aunque no así para consumo (11,49 vs. 11,21 kg/animal/día,  $P > 0,01$ , respectivamente). Simeone et al. (2007b), evaluaron la remoción de la fuente de fibra larga de la dieta en novillos ICACÉ en confinamiento (350 Kg) consumiendo una RTM 85% de concentrados (grano de sorgo molido, harina de girasol y urea) y 15 % de paja de trigo sin picar; y otra sin fibra larga sustituyendo la paja por afrechillo de trigo, tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas en GMD (1,645 vs. 1,745 Kg/día,  $P > 0,10$ , respectivamente).

En el presente trabajo se utilizó 80% de concentrado en las dietas con HM y 92% de concentrado con RF. Este alto porcentaje de concentrado en la dieta no evidenció trastornos digestivos para los tratamientos. Los niveles mínimos de voluminoso evaluados en este experimento, fueron de 8 y 20% para ración con RF y con HM respectivamente, sin embargo las RTM presentaron un 13,1 % y un 15,3% de fibra efectiva respectivamente. Estos valores son cercanos a los recomendados por Mertens (2002) quien plantea que en dietas de corral el óptimo de FDNef rondaría en los 15% obteniéndose muy poca variación en ganancia de peso vivo cuando ésta varía entre 12% y 18%.

Estos niveles de FDNef habrían sido suficientes para cumplir con la función mecánica, que en dietas altamente concentradas, debe de cumplir dicho componente, generando suficiente masticación, salivación y rumia, para evitar trastornos digestivos (Mertens, 2002). Fox y Tedeschi (2002), para dietas de corral altamente concentradas reportan menores valores mínimos de FDNef (entre 7 y 10 % de la materia seca) para mantener el pH del rumen por encima de 5.7, valores a partir del cual comenzaría a afectarse el consumo de materia seca. Pordomingo (2005) recomienda que entre 5 y 10% de la dieta debe ser

alimento voluminoso, alcanzando valores de 10% de FDN en la dieta, el cual al menos la mitad debe ser efectiva, dependiendo de los niveles de fibra efectiva aportados por el resto de los componentes.

En cuanto a la actividad ruminal, los datos obtenidos indican que existe una mayor probabilidad de encontrar un animal rumiando, cuando la fuente de fibra era heno de moha. Con esta información se puede asumir que la fibra efectiva aún al ser menor en las dietas RD y AC se encontraba dentro de los valores requeridos para un correcto funcionamiento ruminal (Mertens, 1997).

En cuanto al CMS (expresados Kg/día), se registró una notoria reducción, en torno al 15% cuando se le sustituyó el HM por el RF.

Esta reducción en consumo, podría estar explicada por una mayor digestibilidad de la materia seca cuando se sustituyó el HM por RF (86,03 vs. 93,7,  $P < 0,01$ , respectivamente) y mayor tasa de fermentación del alimento a nivel ruminal debida a la mayor proporción de concentrado en la RTM. Estas características, habrían incidido en una regulación del consumo donde la incidencia de los factores metabólicos de retroalimentación (Illius y Jessop 1996, Mertens 1997) debido al mayor contenido energético de la dieta (Mc Donald et al., 2006) habrían predominado sobre la regulación física por efecto de la fibra (Mertens, 1997). Calsamiglia (1997) indica un valor de 1,2 % del peso vivo como máximo en forma de FDN para no limitar el consumo. En el presente experimento se obtuvo un valor promedio de 0,96 vs. 0,74 como % PV en forma de FDN para aquellos que se suministró HM o RF respectivamente.

Esta disminución de consumo en aquellos animales donde se le sustituyó el HM por RF, generó una mejora en la eficiencia de conversión (7,56 vs. 6 kg de alimento/KgPV ganado respectivamente). Ayçaguer et al. (2011) obtuvieron misma tendencia en términos de eficiencia, cuando se sustituyó el HM por RF (6,09 vs. 4,97,  $P < 0,05$ ), al compararlo con los niveles de eficiencia que presenta Pordomingo et al. (2007), 6 a 9 kg de alimento/kg carne producida con dietas bien diseñadas. Estos buenos niveles de eficiencia se deben a un aumento de la concentración energética de la dieta mediante una menor proporción de fibra en la misma y un aumento en la proporción C3/C2, generando una fermentación más eficiente, pudiendo esperarse que las mismas mejoren la performance productiva.

## **5.2. EFECTO DE LA FUENTE DE SUMINISTRO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL EN EL CORRAL**

La sustitución del suministro diario por comederos de autoconsumo, no generó diferencias significativas en la GMD entre los tratamientos RD y AC (1,812 vs. 1,698 kg/día,  $P > 0,10$ ; respectivamente). Sin embargo ello se logró a

expensas de un mayor consumo cuando la RTM fue ofrecida en AC, incrementándose la cantidad de alimento necesario por kg de peso vivo ganado con relación al suministro diario.

Esta respuesta es similar a la reportada por Toffaletti et al. (2016) trabajando con engorde de novillos a corral y evaluando el uso de comederos de autoconsumo con una dieta compuesta 85% grano entero de maíz y 15% de expeller de girasol, sin la utilización de fibra larga. Estos autores, no tuvieron diferencias significativas en GMD entre los animales alimentados diariamente o con autoconsumo (0,94 kg/día vs. 1,01 kg/día,  $P>0,05$ ) pero al igual que en el presente trabajo, el consumo medio diario absoluto (kg/día) fue superior cuando los animales fueron suministrados en comederos de autoconsumo (7,91 vs. 7,21 kg Ms/día,  $P<0,05$ ) así como también presentó una mayor variación del CMS entre semanas.

Esta menor estabilidad del CMS, que ocurrió también en el presente experimento, registrando variaciones en torno al 35% entre semanas (ver figura No. 2, semana 4 a 5), que no fueron observadas en aquellos animales con suministro diario con RF, evidencia el menor control de la oferta de alimento cuando se utilizan los comederos de autoconsumo.

Por otro lado, a nivel nacional, Manasliski y Rodríguez (2013) evaluaron el efecto del tipo de fibra y forma de suministro sobre la performance de terneros destetados precozmente a corral, registrándose ganancias en torno 1,40 vs. 1,48 (RD vs. AC,  $P=0,17$ ; respectivamente), aunque sin diferencias en los CMS.

En cuanto a la eficiencia productiva dentro del corral (EC) el suministrar el alimento en comederos de autoconsumo generó un aumento de 0,83 kg más de ración por kg de peso vivo ganado, con respecto a los animales suministrados diariamente (6,83 vs. 6,  $P=<0,05$ ). Este dato se torna relevante a la hora de pensar en opciones de alimentación a corral para sistemas de menor escala e infraestructura. Toffaletti et al. (2016) registraron mejoras en eficiencias de conversión cuando los animales fueron suministrados diariamente en comparación con los suministrados en autoconsumo (7,81 vs. 8,18,  $P>0,05$ , respectivamente).

La disminución en la eficiencia de conversión por parte del AC con respecto al RD puede deberse a la inestabilidad en el consumo de materia seca, el cual osciló tanto entre semanas como en los días dentro de las semanas (ver figuras 2 y 3). Como consecuencia de ello, pudo haber ocurrido un aprovechamiento digestivo menor de los nutrientes, a pesar de que la DMS no presentó diferencias significativas.

Por otra parte, los mayores CMS por parte del AC no se vieron reflejados en un peso vivo superior. Esto daría la pauta de que dichos incrementos en consumo traen aparejado una mayor tasa de fermentación lo que conllevaría a mayores descensos en el pH ruminal, pudiendo incluso llegar a condiciones de acidosis subclínicas las cuales no pudieron ser detectadas durante la fase experimental.

### **5.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO**

En lo que respecta al tiempo dedicado a la rumia, los resultados concordaron con los supuestos planteados dado que era de esperar una diferencia en el mismo entre el tratamiento con HM y los restantes con RF. Aquellos novillos cuya fuente de fibra fue el HM presentaron una mayor probabilidad de encontrar un animal rumiando en comparación con los tratamientos con RD y AC (14 vs. 4,8 y 5,8,  $P < 0,05$ , respectivamente). A pesar de estas diferencias, la performance animal no se vio afectada a diferencia de lo reportado por Mc Cartor et al. (1972) quienes evaluando dietas sin fibra larga evidenciaron que no rumiaban con normalidad concluyendo que la forma física o los niveles de fibra contenidos no eran los adecuados dado que fueron los que presentaron los peores desempeños.

Al analizar el patrón de consumo de los diferentes tratamientos, se observa un comportamiento similar en los dos tratamientos diarios lo que se puede ver explicado por el acostumbramiento de los animales al horario de suministro. Tal como fue reportado por Ayçaguer et al. (2011), donde suministraban el alimento cuatro veces por día (8, 11:30, 14:30 y 17:30) para el cual se midió el patrón de consumo obteniendo la mayor ocurrencia de animales en el comedero en el entorno de los horarios que se suministraba el alimento. Por lo tanto se puede afirmar que los momentos de suministro de alimento determina el mayor consumo dentro del día. En el presente trabajo, los picos de consumo se presentan al comienzo (8:00 – 9:00) y al final del día (17:00), horarios en los que se realizaba el racionamiento. En cuanto al horario de suministro del mediodía, si bien se ve una tendencia al aumento, el pico es menor debido al aumento de la temperatura. En cuanto al tratamiento con autoconsumo, si bien presenta similar comportamiento, el mismo no es tan acentuado como en los tratamientos diarios dado que no existía tal comportamiento rutinario de suministro.

Por otro lado, en cuanto a lo que al patrón de descanso se refiere, los tratamientos diarios (HD y RD) no difirieron significativamente entre ellos pero si lo hicieron con el AC. A pesar de ello no se vio afectada la performance animal en cuanto a GMD refiere. Esta mayor actividad por parte del AC se puede ver

explicada por el hecho de no existir una rutina de suministro lo cual conlleva a que los animales visiten en reiteradas ocasiones el comedero.

#### **5.4. CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL**

Según los resultados obtenidos, ni la fuente de fibra ni la forma de suministro afectó ninguna de las características referentes a la calidad de la canal: peso media res caliente derecha e izquierda, pH a las 24 hs., espesor de grasa subcutánea ni color de grasa. Similar tasa de ganancia en el corral explicaría la ausencia de diferencias en peso de canal y engrasamiento de la carcasa.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Ayçaguer et al. (2011), cuando evaluaron el retornable fino como fuente de fibra en novillos en confinamiento, no encontró diferencias en las características en la canal.

Mader et al. (1991), evaluaron diferentes fuentes de fibras (heno de alfalfa, ensilaje de maíz, alfalfa ensilada) y tampoco observaron diferencias.

Del mismo modo pero evaluando fuentes de fibra como cáscara de semilla de algodón, aserrín de algodón o cáscara de arroz, Mc Cartor et al. (1972) no encontraron diferencias en las características de la canal.

En peso de rumen vacío y peso del rumen lleno no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,1$ ) tanto como para efecto fibra como efecto suministro, por lo que la interrogante al iniciar el experimento en la cual los altos contenidos de FDN de baja digestibilidad (retornable fino) podrían haber generado retención y acumulación del material indigestible lo que se diferenciarían en el llenado de rumen entre tratamientos quedaría descartado.

## **6. CONCLUSIONES**

En dietas altamente concentradas es posible sustituir la fibra larga (en este caso heno de moha) por el retornable fino de celulosa a razón del 8 %, sin afectar negativamente la ganancia de peso vivo y aun mejorando la eficiencia de conversión en novillos, alimentados a corral con suministro diario.

Para el caso de RTM sin fibra larga, la sustitución del suministro diario por comedero de autoconsumo, incrementó el CMS afectando negativamente la EC. No obstante esto, los valores logrados en términos absolutos son buenos (6,81 kg MS/ kg peso vivo ganado).

Las características de canal y carne, no se ven afectadas por la sustitución de fuente de fibra ni sistema de suministro.

Esta información resulta relevante a la hora de pensar en un encierro de menor escala e infraestructura y teniendo en cuenta que la disponibilidad del alimento voluminoso es menor en los últimos años, posibilitando el acceso a empresas de menor escala a negocios puntuales como lo es la cuota 481 con mejores precios de venta, lo que resultaría en un mejor resultado económico de la empresa si la relación precio del alimento/precio del ganado gordo son favorables.

## 7. RESUMEN

El objetivo que presenta este experimento es evaluar el efecto de sustitución de la fibra larga de heno (HM) por retornable fino (RF) y el uso de comederos de autoconsumo para el suministro de raciones sin fibra larga, sobre el aporte de fibra efectiva, eficiencia de uso del alimento y performance a corral y a la faena de novillos. El mismo fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, Paysandú, Uruguay. Se inició el 6 de julio 2016 y finalizó el 13 de setiembre del mismo año. Donde se evaluó peso vivo (PV), altura al anca (AA), consumo de materia seca (CMS), patrón de consumo y comportamiento, digestibilidad en vivo (DV) de la dieta, caracterización de la fibra efectiva (CFef) y registros climáticos en la etapa a campo. En cuanto a la etapa de faena se midió PV, peso de canal (PC), conformación y grado de terminación, área del ojo de bife (AOB), espesor de grasa subcutánea, color del musculo y grasa intramuscular, peso de los principales cortes y proporción de los cortes valiosos. Se utilizaron 36 novillos Hereford ( $362 \pm 48,5$  kg) nacidos en la primavera 2014, que previamente su alimentación era campo natural bajo el sistema ICACE (invierno carga cero) que se repartieron en 3 tratamientos, HD, RD y AC (heno más ración suministrado diariamente, retornable fino más ración suministrado diariamente y retornable fino más ración en autoconsumo, respectivamente). Las dietas utilizadas fueron raciones totalmente mezcladas que difirieron solo en la fuente de fibra, estas se componía de heno o retornable fino más una ración formulada para engorde de animales. Entre las mismas no hubo diferencias significativas en cuanto a la características físicas (factor de efectividad de la fibra y fibra efectiva) y químicas del alimento. El PV de los animales aumento linealmente en el tiempo, donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a ganancia media diaria (GMD). En lo que respecta al CMS se encontraron diferencias significativas, afectado por la fuente de fibra y no por la forma de suministro. En cuanto al patrón de consumo, en lo que respecta por semana los tratamientos RD y HD no difirieron, mientras que AC lo hizo significativamente. En lo que respecta al CMS por día dentro de la semana, AC se comporta variable nuevamente mientras que los otros dos tratamientos (RD Y HD) se ve una respuesta contraria. El comportamiento de los animales según los tratamientos en cuanto al consumo en el día muestra que los tratamientos RD y HD poseen una mayor actividad de consumo principalmente en la mañana y en la tarde mientras que AC muestra un patrón variable a lo largo del día en comparación a los otros. La digestibilidad de las dietas fue afectada significativamente entre tratamientos al igual que el CMS digestible y el CMS orgánica digestible. La eficiencia de conversión (EC) fue afectada significativamente por fuente de fibra y forma de suministro (7.56 HD, 5.96 RD y 6.83 para AC expresado kg de materia seca del alimento/ kg de peso vivo). En cuanto a la ocurrencia del comportamiento animal según distintas variables (consumo, rumia, descanso y

beber agua) se observó que la sustitución de HM por RF afectó únicamente la actividad de rumia. Mientras tanto en los tratamientos donde se compara la forma de suministro solo se afectó la variable descanso. En la etapa de faena no se encontraron diferencias en ningún tratamiento tanto para características de la canal como de la carne. Como conclusión final se puede decir que en dietas altamente concentradas se puede sustituir el HM por RF sin afectar negativamente la performance animal. En tanto en la forma de suministro solo se ve afectado levemente la EC a favor de RD pero pese a esto los valores obtenidos son satisfactorios.

Palabras clave: Feedlot; Novillos; Retornable fino; Autoconsumo.

## **8. SUMMARY**

The purpose of this research is to evaluate the effect of substitution of long fiber hay (HM) for fine returnable (RF) and the usage of self-intake feeders for the supply of rations without long fiber, the contribution of effective fiber, efficiency of the use of feeding and performance for corral and slaughter of steers. This research took place in Experimental station Mario A. Cassinoni, Paysandú, Oriental Republic of Uruguay. It began on July 6<sup>th</sup>. of 2016 and finalized in September 13<sup>th</sup>. of the same year, where live weight (PV), hip height (AA), intake of dry substance (CMS), pattern of intake and behavior, live digestibility (DV) of the diet, characteristics of the effective fiber (CFef) and climate records during this stage were evaluated. In regards to the slaughtering phase, PV, dressed weight (PC), conformation and degree of completion, rib eye area (AOB), density of subcutaneous fat, muscle color and intramuscular fat, weight of the main cuts and proportions of the valuable cuts were measured. 36 Hereford steers ( $362 \pm 48$ , 5 kg), born in the spring of 2014 were used; previously their nutrition consisted of natural field, under the ICACE (zero winter charge) system. They were divided three ways, HD, RD and AC (hay plus daily ration, fine returnable plus daily ration and fine returnable plus self-intake rations, respectably). The used diets were mixed rations that only varied in the source of fiber, this, being hay or fine returnable, plus a ration meant to fatten the animals. There were no significant differences between the physical (Effectivity factor of the fiber and effective fiber) and chemical characteristics of the feed. The animal's PV lineally incremented throughout time, where no significant differences in the treatments were to be found with regards to the daily medium growth (GMD). In regards to the CMS, significant differences were found, influenced by the fiber source and not the supply form. The pattern of weekly intake in regards to RD and HD did not vary, meanwhile the AD did significantly. Concerning daily CMS within a week, the AC behaved variably while in the other two methods (RD and HD) an opposite reaction can be observed. The behavior that the animals displayed according to the different methods in daily consumption shows that RD and HD possess an increased intake, mainly in the mornings and afternoons, while AC shows a variable pattern throughout the day in comparison with the other two. The digestibility of these diets was significantly affected in between methods, similar to the digestible CMS and organic digestible CMS. The conversion efficiency (EC) was significantly affected by the fiber source and intake approach (7.56 HD, 5.96 RD and 6.83 AC expressed in kg of dry feed material/kg of live weight). As for the animal behavior according to different variables (food and water intake, rumination and rest), it was noted that the substitution of HM for RF only affected the rumination activity. Meanwhile in the methods where the supply form is compared, only the rest variability was affected. In the slaughtering stage no differences were found in either method, for both dressed weight and the

meat. As a final conclusion it can be said that in diets highly concentrated, the HM can be substituted for RF without negatively affecting the animal performance. Whereas in the supply form only the EC is slightly affected in favor of the RD, despite this, the levels achieved were satisfactory.

Key words: Feedlot; Steer; Fine returnable; Self-intake.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Ayçaguer, S.; Iriñiz, 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. Facultad de Agronomía. 83 p.
2. Bargo, F.; Palladito, A.; Wawrzkiec, M. 2006. La fibra. (en línea). Infortambo (Buenos Aires). 202: 82-84. Consultado 30 jul. 2017. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
3. Bartle, S. J.; Preston, L.; Miller, F. 1994. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. 72(8): 1943-1953.
4. Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (13º., 1997, Barcelona). Textos. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. p. 16. Consultado 13 oct. 2017. Disponible en [http://www.ucv.ve/fileadmin/user\\_upload/facultad\\_agronomia/Usode\\_Fibra\\_en\\_Rumiantes.pdf](http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Usode_Fibra_en_Rumiantes.pdf)
5. 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 Animal Science*. 80:1395-1404.
6. De Souza, N. H.; Franzolin, R.; Rodrigues, P.; Scoton, R. 2000. Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a fermentação ruminal em bubalinos e bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(5): 1553-1564.
7. Elizalde, J. C.; Riffek, S. L. 2017. Análisis económico de la terminación de vacunos a corral con oferta diaria de alimentos versus comederos de autoconsumo con dos raciones diferentes. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 19 oct. 2017. Disponible en [http://www.elizalderiffel.com.ar/elirif\\_control/files/fck/file/ANALISIS\\_ECONOMICO\\_DE\\_LA\\_TERMINACION\\_DE\\_VACUNOS\\_A\\_CORRAL](http://www.elizalderiffel.com.ar/elirif_control/files/fck/file/ANALISIS_ECONOMICO_DE_LA_TERMINACION_DE_VACUNOS_A_CORRAL)

CON OFERTA DIARIA DE ALIMENTOS VERSUS COMEDEROS  
DE AUTOCONSUMO CON DOS RACIONES DIF

8. Fox, D. G.; Tedeschi, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. (en línea). Ithaca, NY, Cornell University. Animal Science Department. 16 p. Consultado 23 ago. 2017. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/241758477\\_Application\\_of\\_Physically\\_Effective\\_Fiber\\_in\\_Diets\\_for\\_Feedlot\\_Cattle](https://www.researchgate.net/publication/241758477_Application_of_Physically_Effective_Fiber_in_Diets_for_Feedlot_Cattle)
9. Gil, S. B. 2006. Engorde intensivo (feedlot), elementos que intervienen y posibles impactos en el medio ambiente. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_a\\_corral\\_o\\_feedlot/08-feedlot.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/08-feedlot.pdf)
10. González, G.; González, L. 1999. Algunos residuos forestales y madereros en la alimentación del ganado. (en línea). Madrid, España, s.e. 25 p. Consultado 18 ago. 2017. Disponible en <http://www.inia.es/IASPF/1999/Allue/24.G.GONZALEZ.pdf>
11. Illius, A. W.; Jessop, N. S. 1996. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. 74:3052-3062.
12. Kreikemeier, K. K.; Harmon, D. L.; Brandt Jr, R. T.; Nagaraja, T. G.; Cochran, R. C. 1990. Steam-rolled wheat diets for finishing cattle; effects of dietary roughage and feed intake on finishing steer performance and ruminal metabolism. *Journal of Animal Science*. 68:2130-2141.
13. Leme, P. M.; Da Luz, E.; Silva, S.; Simone Cravo Pereira, A.; Marques Putrino, A.; Duarte Lanna, D. P.; Machado Nogueira, J. C. 2003. Utilização do bagaço de cana de açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novillos nelore em confinamento. (en línea). *Revista Brasileira. Zootecnia*. 32(6): 1786-1791. Consultado 24 jul. 2017. Disponible en <http://www.scielo.br/scielo>
14. 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.

15. Mc Donald, P.; Edwards, R. A; Greenhalgh, J. F. D.; Morgan, C. A. 2006. *Nutrición animal*. 6ª. ed. Zaragoza, España, Acribia. 587 p.
16. Mader, T. L.; Dahlquist, J. M.; Schmidt, L. D. 1991. Roughage sources in beef cattle finishing diets. *Journal of Animal Science*. 69:462-471.
17. Manasliski, E.; Rodríguez, P. 2013. Evaluación del efecto del tipo de fibra y formas de suministro sobre la performance de terneros destetados precozmente y manejados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 61 p.
18. Mertens D. R.; Loften, J. R. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. *Journal of Dairy Science*. 63:1437-1446.
19. \_\_\_\_\_. 1997. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463- 1481.
20. \_\_\_\_\_. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. Madison, WI, USDA. ARS/US. DIRY Forage Research Center. s.p.
21. Miller, B. G.; Muntifering, R. B. 1985. Effect of forage on kinetics of forage fiber digestion in vivo. *Journal of Dairy Science*. 68(1): 40-44.
22. Nishida, R.; Inoue, Y.; Morita, Z.; Oura, R.; Sekine, J. 1989. Effects of ratio of concentrate to roughage and kinds of hay in a ration on digestion kinetics of fibrous and soluble plant materials in the rumen. *Journal of the Faculty of Agriculture (Tottori University)*. 25: 65-76.
23. Parish, J. 2007. Effective fiber in beef cattle diets. Beef production strategies. (en línea). s.l., Cattle Business in Mississippi. s.p. Consultado 15 jul. 2017. Disponible en [https://extension.msstate.edu/sites/default/files/topic-files/cattle-business-mississippi-articles/cattle-business-mississippi-articles-landing-page/mca\\_mar2007.pdf](https://extension.msstate.edu/sites/default/files/topic-files/cattle-business-mississippi-articles/cattle-business-mississippi-articles-landing-page/mca_mar2007.pdf)
24. Poore, M. H.; Moore, J. A.; Swingle, R. S. 1990. Differential passage rates and digestion of neutral detergent fiber from grain and forages in 30, 60 and 90% concentrate diets fed to steers. *Journal of Animal Science*. 68:2965-2973.
25. Pordomingo, A. J.; Jonas, O.; Adra, M.; Santucho, G.; Azacárate, M. P.;

Juan, N. A. 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. (en línea). Buenos Aires, Argentina, Engormix. s.p. Consultado 5 jun. 2017. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/evaluacion-dietas-basadas-grano-t26101.htm>

26. \_\_\_\_\_. 2005. Manual de feedlot. (en línea). Anguil, INTA Anguil. 224 p. Consultado 15 oct. 2017. Disponible en <http://www.youblisher.com/p/22995-Manual-de-FeedLot/>
27. \_\_\_\_\_. 2006. La fibra en feedlot. (en línea). Buenos Aires, Engormix. s.p. Consultado 3 jun. 2017. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/selenium-yeast-production-t26445.htm>
28. \_\_\_\_\_.; Volpi Lagreca, G; Miranda, A.; García, T.; Grigioni, G.; Kugler, N. 2007. Efecto del nivel de fibra de dietas de recría a corral sobre el ritmo de engorde y parámetros de calidad de carne de vaquillonas Angus. EEA INTA. Anguil. Boletín de Divulgación Técnica no. 88: 83-88.
29. Rode, L. M.; Weakley, D. C.; Satter, L. D. 1985. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial protein synthesis. Canadian Journal of Animal Science. 65 (1): 101-111.
30. Rovira, P.; Velazco, J. 2012. Suplementación de bovinos en pastoreo; autoconsumo. Montevideo, INIA. 80 p. (Serie Técnica no. 199).
31. Schwartzkopf Genswein K. S.; Beauchemin K. A.; Gibb D. J.; Crews D. H.; Hickman D. D.; Streeter M.; McAllister T. A. 2003. Effect of bunk management on feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle. Journal of Animal Science. 81:E149-E158.
32. Simeone, A.; Bonino, F.; Costa, E.; Moyal, S. 1996a. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos (I). Cangüé. no. 6: 27-32.
33. \_\_\_\_\_. 1996b. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos (II). Cangüé. no. 7: 10-15.

34. \_\_\_\_\_.; Beretta, V. 2002. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 118 p.
35. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Franco, J.; Cortazzo, D. 2005. Manejo nutricional del ganado de carne. Suplementación y engorde a corral; cuando y como integrarlo en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (7<sup>a.</sup>, 2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.
36. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_..2007a. La internada en los tiempos de la soja; ¿la hora del feedlot? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (9<sup>a.</sup>, 2007, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 8-16.
37. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Bentancur, O.; Lagreca, M.; Rattin, A.; Mederos, P. 2007b. El manejo de la fibra en el confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. (en línea). Cusco, Perú, s.e. 4 p. Consultado 23 oct. 2017. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/237251267\\_El\\_manejo\\_de\\_la\\_fibra\\_en\\_el\\_confinamiento\\_de\\_terneros\\_como\\_alternativa\\_de\\_alimentacion\\_invernal\\_Feedlot\\_as\\_an\\_alternative\\_for\\_calf\\_winter\\_feeding\\_fibre\\_management](https://www.researchgate.net/publication/237251267_El_manejo_de_la_fibra_en_el_confinamiento_de_terneros_como_alternativa_de_alimentacion_invernal_Feedlot_as_an_alternative_for_calf_winter_feeding_fibre_management)
38. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Franco, J.; Elizalde, J. C. 2008. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción intensiva de Carne (10<sup>a.</sup>, 2008, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 42-47.
39. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.. 2009. Alternativas técnicas. Reformulando la ganadería en Uruguay; ¿cómo se va a criar y engordar el ganado en los tiempos venideros? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (11<sup>a.</sup>, 2009, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 12-32.
40. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Elizalde, J. C.; Franco, J.; Ferrés, J. C. 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<sup>a.</sup>, 2010, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 22-33.
41. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Cortazo, D.; Viera, G.; Ferrés, A.

2011. Alimentación a corral en sistemas ganaderos ¿cuándo y cómo? *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13<sup>a</sup>., 2011, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 34-41.
42. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Caorsi, C. J.; Ferres, A. 2012. Alimentación a corral de terneros; evaluación del sistema de autoconsumo para dietas sin fibra larga. (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*. 32 (1): 195. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/download/2559/2412>
43. Slyter, A.; Kamstra, A. 1974. Utilization of pine sawdust as a roughage substitute in beef finishing rations. *Journal of Animal Science*.38:693-696.
44. Theurer, C. B.; Swingle, R. S.; Wanderley, R. C.; Kattnig, R. M.; Urias, A.; Ghenniwa, G.1999. Sorghum grain flake density and source of roughage in feedlot cattle diets. *Journal of Animal Science*. 77:1066-1073.
45. 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.
46. Toffaletti, J. R; Burges, J. C.; Aello, M. S.; Santini, F. J. 2016. Eficiencia productiva del engorde a corral con el uso de comederos de autoconsumo. (en línea). *In*: Congreso Argentino de Producción Animal (38<sup>o</sup>., 2015, Buenos Aires). Resúmenes. *Revista Argentina de Producción Animal*. 35 (1):83-136. Consultado 20 oct. 2017. Disponible en <http://decisionganadera.com.ar/eficiencia-productiva-del-engorde-a-corral-con-el-uso-de-comederos-de-autoconsumo/>
47. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Tosi, J. C. 2017. Terminación de novillos a corral. Evaluación económica de la alimentación diaria vs. comederos de autoconsumo. (en línea). Balcarce, INTA. s.p. Consultado 17 set. 2017. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/terminacion-novillos-corral-evaluacion-t40879.htm>
48. Utley, P. R.; Lowrey, R. S.; McCormick, W. C. 1973. Types of roughage

and intermittent changes of roughage types in beef cattle finishing diets. *Journal of Animal Science*. 37:395-398.

49. Van Horn, H. H. 1997. Maximizing milk production or minimizing cost with the use of byproduct feedstuffs. *In: Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium (8th., 1997, Gainesville). Proceedings.* Gainesville, FL, s.e. pp.23 - 36.
50. Vasallo, M.; Yanil, B.; Carriquiry, M. R.; Courdin, V.; Durán, V.; Garcia, F.; Hernández, A.; Rodríguez, N.; Tamosiunas, M. 2011. Dinámica y competencia intrasectorial en el agro Uruguay 2000-2010. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 163-138.
51. White, T. W.; Reynolds, W. L. 1969. Various sources and levels of roughage in steer rations. *Journal of Animal Science*. 28:705-710.
52. Zebeli, Q.; Aschenbach, J. R.; Tafaj, M.; Boguhn, J.; Ametaj, N.; Drochner, W. 2012. Invited review; role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 95:1041-1056.

## 10. ANEXOS

Anexo 1. Fuente de variación para pesos vivos.

Fuente de variación	DF núm.	DF den.	F-valor	Pr > F
Tratamiento	2	16,4	0,44	0,65
Bloque	2	10,9	1,6	0,24
Días	1	21	1936,93	<,0001
Días*tratamiento	2	21	0,68	0,52
Pv. inicial	1	10,9	22,87	0,0006

Anexo 2. Fuente de variación para consumo en Kg de MS.

Fuente de variación	DF Núm.	DF den.	F-valor	Pr > F
Tratamiento	2	208	16,84	<,0001
Bloque	2	208	4,34	0,0142
Semana	3	208	14,64	<,0001
Tratamiento*semana	6	208	2,2	0,0442
Día dentro de semana	6	208	4,43	0,0003
Trat. día dentro sem.	12	208	3,9	<,0001

Anexo 3. Fuente de variación para consumo de MS expresado como porcentaje de PV.

Fuente de variación	DF Núm.	DF den.	F-valor	Pr > F
Tratamiento	2	208	11,62	<,0001
Bloque	2	208	2,53	0,082
Semana	3	208	1,15	0,3308
Tratamiento*semana	6	208	1,84	0,0922
Día dentro de semana	6	208	4,53	0,0002
Trat. día dentro sem.	12	208	3,85	<,0001

Anexo 4. Fuente de variación para eficiencia de conversión del alimento.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	cuadrado de la media	F-valor	PR > F
Tratamiento	2	3,44	1,72	27,37	0,0118
Bloque	2	0,48	0,24	3,84	0,149
PV. Inicial	1	0,04	0,04	0,64	0,48

Anexo 5. Fuente de variación para comportamiento de consumo total de MS.

Fuente de variación	DF núm.	DF den	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	6	7,24	0,0251
Semana	1	6	0,89	0,38
Día*dentro sem	1	6	1,73	0,24
Trat.*semana	2	6	1,28	0,35
Trat.*día_dentro sem.	2	6	0,61	0,57

Anexo 6. Fuente de variación para comportamiento de rumia.

Fuente de variación	DF núm.	DF den.	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	6	32,48	0,0006
Semana	1	6	3,97	0,0933
Día_dentro sem.	1	6	0,43	0,54
Trat.*semana	2	6	3	0,125
Trat.*día_dentro sem.	2	6	2,46	0,166

Anexo 7. Fuente de variación para comportamiento de descanso.

Fuente de variación	DF núm.	DF den.	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	6	24,2	0,0013
Semana	1	6	22,83	0,0031
día_dentro sem.	1	6	0,02	0,89
Trat.*semana	2	6	0,35	0,72
Trat.*día_dentro sem.	2	6	1,14	0,38

Anexo 8. Fuente de variación para comportamiento ingestivo de agua.

Fuente de variación	DF núm.	DF den.	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	6	0,58	0,59
Semana	1	6	59,88	0,0002
día_dentro sem.	1	6	2,46	0,17
Trat.*semana	2	6	1,07	0,4
Trat.*día_dentro sem.	2	6	0,04	0,96

Anexo 9. Fuente de variación para peso vivo inicial.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	75,5	37,75	0,55	0,62
Bloque	2	3021,2	1510,6	21,92	0,007

Anexo 10. Fuente de variación para peso vivo final.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	35,36	17,68	0,91	0,49
Bloque	2	7,31	3,66	0,19	0,84
Pv inicial	1	228,63	228,63	11,75	0,042

Anexo 11. Fuente de variación para altura anca final.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	0,32	0,162	0,2	0,83
Bloque	2	0,089	0,044	0,05	0,94
Altura inicial	1	1,64	1,64	1,98	0,25

Anexo 12. Fuente de variación para peso de faena.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	132,88	66,44	0,09	0,91
Bloque	2	12157,52	6078,76	8,62	0,0011

Anexo 13. Fuente de variación para peso canal.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	215,21	107,6	0,44	0,647
Bloque	2	2200,78	1100,4	4,52	0,0193

Anexo 14. Fuente de variación para rendimiento

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	13,3	6,64	0,58	0,56
Bloque	2	17,01	8,5	0,75	0,48

Anexo 15. Fuente de variación para área de ojo de bife.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	39,1	19,55	0,82	0,45
Bloque	2	76,1	38,03	1,59	0,22
Peso faena	1	188,99	188,99	7,92	0,0087

Anexo 16. Fuente de variación para espesor de grasa subcutánea.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1,64	0,82	0,19	0,83
Bloque	2	2,35	1,17	0,27	0,76
Peso faena	1	8,84	8,84	2,05	0,163

Anexo 17. Fuente de variación para PH a 24 horas de pos faena.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	0,027	0,014	1,13	0,34
Bloque	2	0,002	0,0012	0,1	0,91
Peso faena	1	0,0005	0,0005	0,04	0,84

Anexo 18. Fuente de variación para color de musculo parámetro L.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1,62	0,81	0,34	0,72
Bloque	2	13,54	6,77	2,81	0,08
Peso faena	1	3,39	3,39	1,41	0,24

Anexo 19. Fuente de variación para color de musculo parámetro a.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	13,5	6,75	1,81	0,181
Bloque	2	25,97	12,98	3,49	0,04
Peso faena	1	0,063	0,063	0,02	0,898

Anexo 20. Fuente de variación para color de musculo parámetro b.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	2,95	1,48	1,48	0,245
Bloque	2	2,088	1,044	1,05	0,36
Peso faena	1	0,25	0,25	0,25	0,62

Anexo 21. Fuente de variación para digestibilidad de la materia seca.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	94,4	47,2	22,87	0,0065
Bloque	2	14,1	7,07	3,42	0,136

Anexo 22. Fuente de variación para digestibilidad de la materia orgánica.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	63,93	31,96	15,03	0,013
Bloque	2	14,19	7,09	3,34	0,14

Anexo 23. Fuente de variación para consumo (Kg) de la materia seca digestible.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1,77	0,88	7,09	0,048
Bloque	2	1,22	0,61	4,89	0,084

Anexo 24. Fuente de variación para consumo (Kg) de la materia orgánica digestible.

Fuente de variación	DF	TIPO IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Tratamiento	2	1,66	0,83	7,18	0,047
Bloque	2	1,12	0,56	4,83	0,086

Anexo 25. Distribución de tamaño de partículas (% peso total), factor efectividad de la fibra (fef), fibra detergente neutro (FDN), fibra efectiva (FDNef %) en los ingredientes que componen la dieta experimental.

	HM	RF	Ración
19 mm	63,5 <sup>A</sup>	12,26 <sup>B</sup>	0 <sup>B</sup>
8 mm	17,67 <sup>A</sup>	12,53 <sup>A</sup>	0 <sup>B</sup>
1,18 mm	13,5 <sup>C</sup>	66,6 <sup>A</sup>	38,52 <sup>B</sup>
Bandeja	5,3 <sup>C</sup>	8,5 <sup>C</sup>	61,48 <sup>A</sup>
Fef	94,67 <sup>A</sup>	91,4 <sup>A</sup>	38,52 <sup>C</sup>
FDN	35,76	77,89	7,65
FDNef	62,8 <sup>B</sup>	85,2 <sup>A</sup>	8,9 <sup>D</sup>

Anexo 26. Suministro de cantidades de ingredientes, en el período pre-experimental, expresado en base seca.

Ingredientes/días	1	2	3	4	5	6	7
Fardo	6	6	6	6	6	6	6
Ración	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Total	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Volumen/ Concentrado (%)	92	86	80	75	71	67	63

Ingredientes/día	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Fardo	6	5	5	4,5	4,0	3,5	3	2,5	2
Ración	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7	7,5	8,0
Total	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Volumen/ concentrado (%)	60	55	50	45	40	35	30	25	20