

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACION DE FUENTES ALTERNATIVAS DE FIBRA EN DIETAS
ALTAMENTE CONCENTRADAS PARA NOVILLOS Y TERNEROS
ALIMENTADOS A CORRAL**

por

**Sebastián AYÇAGUER
Joaquín IRIÑIZ
Valentina MARTÍNEZ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**

Tesis aprobada por

Director:

.....
Ing. Agr.

Álvaro SIMEONE

.....
Ing. Agr.

Virginia BERETTA

.....
Med. Vet.

Juan FRANCO

Fecha:

.....

Autor:

.....
Sebastián AYÇAGUER

.....
Joaquín IRIÑIZ

.....
Valentina MARTÍNEZ

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Agrónomos Gustavo Viera y Diego Cortazzo por su gran ayuda y colaboración durante el período experimental.

A los directores de tesis Álvaro Simeone y Virginia Beretta

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

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

Al establecimiento San Ramón que nos facilitó sus instalaciones y maquinaria para el picado de fardos y a sus funcionarios por el apoyo en la ejecución de esta tarea.

A Juan Franco por la colaboración en la obtención de ciertas mediciones en el frigorífico

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

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

A RINDE Y UPM por el financiamiento del experimento

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

A nuestras familias que hicieron posible que realicemos nuestra carrera y nos ayudaron a lo largo de la misma.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	3
2.1. EL FEED LOT EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE CARNE DE URUGUAY	3
2.1.1. <u>Importancia de la dieta en el feedlot</u>	5
2.2. LA FIBRA EN LA DIETA DE FEEDLOT	6
2.2.1. <u>Que es la fibra y como se cuantifica</u>	6
2.2.2. <u>Función de la fibra en el rumen</u>	7
2.2.2.1. Degradabilidad de la fibra	7
2.2.2.2. Fibra físicamente efectiva	9
2.2.3. <u>Fuentes de fibra</u>	10
2.2.4. <u>Niveles de fibra requeridos por los bovinos</u>	11
2.3. TIPOS DE DIETA	12
2.3.1. <u>Dietas con alta relación voluminoso/concentrado</u>	13
2.3.2. <u>Dietas con baja relación voluminoso/ concentrado</u>	14
2.4. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE TRABAJOS QUE EVALÚAN DIFERENTES FUENTES DE FIBRA	15
2.4.1. <u>Trabajos que evalúan dietas con fibra larga como testigo</u>	18
2.4.1.1. Trabajos que evalúan dietas con fibra larga vs. sin fibra larga..	18
2.4.1.2. Trabajos que evalúan dietas con fibra larga vs. dietas sin fibra	19
2.4.2. <u>Trabajos que evalúan dietas sin fibra vs. dietas con fuentes “alternativas” de fibra</u>	20
2.5. CASCARA DE ARROZ Y RETORNABLE FINO DE CELULOSA	22
2.5.1. <u>Cáscara de arroz</u>	22
2.5.2. <u>Retornable fino de celulosa</u>	23
2.6. HIPOTESIS	24
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	25
3.1. PERIODO Y AREA EXPERIMENTAL	25
3.2. CLIMA	25
3.3. ANIMALES	26
3.4. CORRALES.....	26
3.5. ALIMENTOS.....	26
3.6. TRATAMIENTOS	27
3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	28

3.7.1. <u>Acostumbramiento</u>	28
3.7.2. <u>Período de confinamiento</u>	29
3.7.3. <u>Período de faena y post faena</u>	29
3.8. <u>REGISTROS Y MEDICIONES</u>	30
3.8.1. <u>Peso vivo</u>	30
3.8.2. <u>Consumo de materia seca</u>	30
3.8.3. <u>Comportamiento animal</u>	30
3.8.4. <u>Mediciones en faena</u>	31
3.8.5. <u>Análisis del contenido ruminal</u>	32
3.8.6. <u>Registros climáticos</u>	32
3.9. <u>ANALISIS ESTADISTICO</u>	32
4. <u>RESULTADOS</u>	35
4.1. <u>CONDICIONES CLIMATICAS</u>	35
4.2. <u>PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA</u>	35
4.3. <u>CONSUMO</u>	37
4.4. <u>EFICIENCIA DE CONVERSION</u>	38
4.5. <u>COMPORTAMIENTO ANIMAL</u>	38
4.5.1. <u>Actividad de consumo de alimento</u>	38
4.5.2. <u>Consumo de agua</u>	39
4.5.3. <u>Rumia</u>	39
4.5.4. <u>Descanso</u>	39
4.5.5. <u>Patrones diurnos de comportamiento</u>	41
4.5.5.1. <u>Patrón de consumo</u>	41
4.5.5.2. <u>Patrón de rumia</u>	43
4.6. <u>PESO A LA FAENA Y CARACTERISTICAS DE CANAL</u>	45
5. <u>DISCUSIÓN</u>	47
5.1. <u>CONDICIONES CLIMATICAS</u>	47
5.2. <u>PERFORMANCE</u>	47
5.3. <u>COMPORTAMIENTO INGESTIVO</u>	51
5.4. <u>CARACTERISTICAS DE CANAL</u>	52
5.5. <u>DISCUSION GENERAL</u>	53
6. <u>CONCLUSIONES</u>	55
7. <u>RESUMEN</u>	56
8. <u>SUMMARY</u>	58
9. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	58
10. <u>ANEXOS</u>	68

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No	Página
1. Contenido de fibra (FDN), factor de efectividad física de la fibra (fef) y fibra físicamente efectiva (FDNfe) para diferentes alimentos y forma de procesamiento.....	9
2. Composición química de diferentes fuentes de fibra.....	10
3. Efectos de la fuente de fibra y nivel de inclusión de fibra sobre la performance de terneros y novillos consumiendo dietas altamente concentradas. (Síntesis de trabajos experimentales).....	16
4. Composición química de cáscara de arroz.....	22
5. Composición química del retornable fino de celulosa.....	23
6. Temperatura, humedad relativa y precipitaciones medias mensuales para Paysandú.....	24
7. Composición de las dietas experimentales ofrecidas para terneros y novillos variando la fuente de fibra en dietas altamente concentradas en confinamiento, como porcentaje de la materia seca.....	26
8. Descripción de los tratamientos.....	27
9. Condiciones climáticas durante el período experimental (8/7/2009 al 2/10/2010).....	34
10. Efecto de la fuente de fibra sobre la ganancia media diaria (Kg/animal/día) de novillos y terneros consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento, durante el período experimental.....	35
11. Efecto sobre la fuente de fibra sobre el consumo de materia seca (CMS) en terneros y novillos consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento, expresado en porcentaje de peso vivo (% PV) y en kg de MS por animal por día (kg/a/d).....	36
12. Efecto de la fuente de fibra sobre la eficiencia de conversión (Kg de alimento consumido/kg ganancia media diaria) de terneros y	

novillos consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.....	37
13. Efecto de la fuente de fibra sobre características de la canal y de la carne en novillos consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.....	44
14. Efecto de la fuente de fibra sobre el peso de rumen lleno en el campo, peso rumen lleno luego de sacrificio, peso de rumen vacío y contenido ruminal, en novillos consumiendo dietas altamente concentradas.....	45
15. Requerimientos de energía metabolizable (Mcal/día), proteína metabolizable y aporte real de los mismos en la dieta (g/día).....	48
Figura No	
1. Vista de la extracción de líquido ruminal en el frigorífico.....	32
2. Evolución de peso vivo en terneros (T) y novillos (N) consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento difiriendo en la fuente de fibra: heno de moha (H), cáscara de arroz (CA) o retornable fino (RF).....	36
3. A y B. Efecto de la fuente de fibra sobre la probabilidad de ocurrencia de consumo de MS, rumia, descanso y consumo de agua, durante las horas de luz (7:00 a 18:30 horas) en terneros (A) y novillos (B) consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.....	40
4. A y B. Patrón diario (7:00 a 18:30 hs) de la actividad de consumo de alimento según fuente de fibra en la dieta para terneros (4 A) y novillos (4 B).....	43
5. A y B: Patrón de rumia según fuente de fibra en terneros (5 A) y novillos (5 B) durante las horas de luz (7:00 a 18:30) consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento	44

1. INTRODUCCION

La ganadería en Uruguay se basa en el pastoreo directo de campo natural y pasturas sembradas. En la última década asociado al aumento de los precios de los cereales y oleaginosas el área de pastoreo ganadero se ha reducido y desplazado hacia tierras de menor aptitud pastoril.

En este contexto surge la implementación de sistemas de alimentación a corral complementando el pastoreo tanto para novillos en la última etapa previa a la faena como para terneros durante el primer invierno de vida, estación en la cual esta categoría se ve muy restringida y el corral permite levantar esa limitante.

En condiciones de alimentación a corral, la relación voluminoso/ concentrado de la dieta utilizada afecta la ganancia de peso vivo de los animales. Para estos sistemas las dietas altamente concentradas (proporción de grano igual o superior a 80%) son una buena alternativa ya que permiten alcanzar altas ganancias en un período corto de tiempo. En estas dietas la fibra cumple un rol mecánico de estimulación de masticación y rumia por lo cual los voluminosos que la aportan pueden ser materiales de escaso valor nutritivo.

La fuente de fibra más comúnmente utilizada en los sistemas de producción es el heno proveniente de residuos de cosecha o pastura. Este tipo de material ocasionalmente es escaso y presenta algunas limitantes logísticas asociadas a su distribución, picado, y transporte; y otras económicas, ya que representa el alimento más costoso por unidad de energía aportada.

Una de las condiciones para que la agricultura y la ganadería actúen en sinergia y sean sustentables en el largo plazo, es que debe devolverle al suelo la mayor cantidad de biomasa posible. En este escenario la utilización de fardos de paja o ensilajes de planta entera serán un recurso cada vez más escaso.

Subproductos agroindustriales con alto contenido de fibra y bajo aporte energético y proteico, como cáscara de arroz y “retornable fino” de la industria de la celulosa, actualmente disponibles en el país, podrían ser utilizados como fuentes alternativas de fibra. Al presentar altos niveles de fibra podrían cumplir con el rol mecánico necesario en las dietas muy concentradas. Estas alternativas podrían superar las limitantes operativas del heno evitando el manejo de grandes volúmenes y la incorporación de infraestructura adecuada para el manejo de la fibra. Además, 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

La fuente de fibra utilizada en el corral podría afectar de distinta manera la performance de novillos y terneros debido a que los mismos presentan diferencias en el consumo, eficiencia de conversión y patrones de comportamiento asociado a la etapa de crecimiento. Además podría afectar negativamente las características de canal y de carne de los animales que van a faena.

Para incrementar la productividad de sistemas ganaderos y mejorar la eficiencia de la recría y engorde existe tecnología disponible en donde se plantea un sistema de doble encierre de ambas categorías en invierno. En este sistema la carga durante el invierno sobre campo natural es nula de manera de aliviar las pasturas.

En el Uruguay existen pocos experimentos que evalúen la inclusión de estos subproductos en dietas altamente concentradas en feedlot.

El objetivo de este trabajo fue evaluar fuentes alternativas de fibra efectiva derivadas de subproductos agroindustriales de baja calidad nutricional en sustitución a la fibra larga aportada por reservas forrajeras, en dietas de corral altamente concentradas ofrecidas a novillos y terneros en el período invernal.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. EL FEED LOT EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION DE CARNE DE URUGUAY

Históricamente en Uruguay la producción de carne ha sido esencialmente con base pastoril (Simeone y Beretta, 2004). Este tipo de producción aprovecha la capacidad de los rumiantes para procesar los alimentos fibrosos y transformarlos en carne; el forraje es cosechado directamente por los animales sin ningún tipo de alimento ofrecido directamente por el hombre (sistemas extensivos). La intensificación de los sistemas propone el suministro del alimento por el hombre a animales en confinamiento y con dietas altamente concentradas en energía y de alta digestibilidad. Debido a la mayor rentabilidad que generan otros rubros, uno de los objetivos de dicha intensificación es generar área disponible para la explotación de los rubros con mayores ingresos (Gil, 2006).

Esta situación plantea a los alimentos concentrados como un recurso que puede favorecer los resultados físicos y económicos de los sistemas ganaderos (Simeone y Beretta, 2004). Tanto los granos como las raciones se pueden manejar como suplemento de los sistemas pastoriles para aumentar la eficiencia de utilización de la pastura (Simeone y Beretta, 2004), o como base de la dieta en sistemas de alimentación en el confinamiento (feedlot o engorde a corral) (Simeone et al., 1996a). En estos casos los alimentos ofrecidos son concentrados energéticos de alta digestibilidad (Gil, 2006).

Simeone definió al confinamiento como: *“la práctica que consiste en alimentar animales que permanecen encerrados en una área restringida y reducida (corral) por un cierto tiempo, con el objetivo de obtener ganancias de peso pre determinadas, lo que implica una restricción casi total de la actividad del pastoreo”* (Simeone et al., 1996a). En un confinamiento se pretende obtener una buena eficiencia de conversión (kg alimento ofrecido /kg de carne producida), para obtener así una alta producción de carne por animal y de buena calidad (Gil, 2006).

La adopción del engorde a corral se debe principalmente a que la ganadería en nuestro país se ha visto perjudicada por los altos precios de la agricultura que como consecuencia traen aparejado un avance del área agrícola en las zonas tradicionales del país, y también en zonas “no tradicionales” (centro y noreste del país) para la agricultura. Este avance se da en las tierras con

aptitudes agro-ecológicas para la implantación de un cultivo, dejando así la ganadería en zonas de menor potencial productivo, y a la vez en menor área (Blasina y Tardagila, 2007).

Simeone y Beretta (2004) consideran la alimentación del ganado a corral, tanto de categorías en terminación como de recria, como una posibilidad que logre amortizar los cambios en la capacidad de carga de los sistemas ganaderos afectados, y así contribuir positivamente al resultado global de este rubro dentro de las empresas, ya que no se vería afectada la productividad (y en algunos casos podría aumentar). A la vez con la alimentación a corral es posible alcanzar pesos de faena elevados como lo requiere la industria actualmente (Blasina y Tardagila, 2007).

Otra ventaja que presenta el confinamiento, es la “liberación” de área de pastoreo para que ingresen más animales, y a la vez hacer más eficiente el uso del recurso forrajero, ya que el corral absorbe los animales con mayor peso, y entran categorías más livianas al sistema pastoril que son más eficientes. También se deben considerar algunas situaciones donde por diferentes motivos (condiciones climáticas, ubicación geográfica, etc.) no se logran terminar el 100% de los animales a engordar en la época primaveral (época de mayor producción forrajera), y estos animales se pueden engordar correctamente en un feedlot (Santini, 2003).

Gil (2006) cita también varias ventajas de la adopción del confinamiento tales como: una forma de dar valor agregado al grano transformándolo en carne; la posibilidad de liberar campo para categorías más eficientes o para rubros más rentables; aprovechar las relaciones de precios de los granos y las haciendas que permitan hacer un “engorde de oportunidad”; tener ciclos de invernada más cortos por mayores ganancias diarias de peso de los animales logrando también un buen grado de terminación; engordar animales “post zafra” y aprovechar la estacionalidad de los precios; etc.

La implementación de un corral (y principalmente de forma coyuntural) debe tener una ejecución lo más sencilla posible, tanto en la infraestructura para el manejo de los alimentos y la realización del corral propiamente dicho; como en la logística de trabajo que afecte lo menos posible el funcionamiento del establecimiento (Simeone, 2005).

Según Simeone y Beretta (2009) el nuevo escenario productivo plantea el desafío de lograr mayores ganancias diarias de peso vivo con menor disponibilidad y calidad de forraje. La inserción de la alimentación a corral dentro de la estrategia productiva con dietas de baja relación voluminoso/concentrado, aparecería como alternativa promisoría para levantar las limitantes

diagnosticadas. En este planteo, el alimento voluminoso que aporte la fibra de la dieta probablemente se constituya en uno de los ingredientes más difícil de conseguir, generándose la necesidad de evaluar nuevas fuentes alternativas. Esto plantea, como cuestionamientos, si es posible sustituir las fuentes tradicionales de fibra provenientes de reservas forrajeras (henos y ensilajes) por otras fuentes alternativas, y cuáles podrían ser estas nuevas fuentes de fibra.

2.1.1. Importancia de la dieta en el feedlot

El tipo de dieta es uno de los factores más relevantes en el resultado de un feedlot, pudiendo elegir el tipo de dieta según factores estrictamente nutricionales (teniendo en cuenta la eficiencia de conversión de cada dieta) ó los aspectos operativos y logísticos del sistema (Simeone, 2005).

Por otra parte, el alimento ofrecido en un confinamiento es el factor determinante en el costo de esta tecnología (Pordomingo, 2005). Santini, citado por Santini (1999) le asigna el 80% de los costos de un feedlot a los alimentos. Maresca et al. (s.f.) también consideran que la variable de mayor influencia en el costo es el alimento suministrado, lo que atribuye suma importancia a la eficiencia de la utilización del mismo para obtener una eficiencia adecuada en el sistema de producción. Tillman et al. (1969), Bartle et al. (1991), Pordomingo et al. (2002, 2005) indican que la fibra es el componente más caro dentro de la dieta considerado por kg de energía digestible.

Las dietas utilizadas usualmente en los corrales de engorde se componen de mezclas simples de grano (molido, aplastado ó entero), concentrado proteico (sub productos de la agroindustria aceitera como harina de girasol y soja, etc.), núcleos vitamínicos minerales, sumándole una fuente de fibra (henos o silajes). Dentro de los componentes de la dieta el grano es el mayoritario excediendo normalmente el 65% del total del alimento, aportando la energía metabolizable y las características físicas del mismo. Los concentrados proteicos son utilizados en la cantidad mínima necesaria para cubrir los requerimientos animales (Pordomingo, 2005).

Según Simeone (2005) las dietas tienen niveles variables tanto de voluminoso como de concentrado, lo que hace que sean alternativas de alimentación más costosas en comparación a la alimentación exclusivamente a pasto.

Por otra parte, los alimentos voluminosos presentan limitantes operativas para el manejo de las dietas de feedlot, ya que se requiere de una maquinaria apropiada para su picado, suministro y transporte (Tillman et al. 1969, Pordomingo et al. 2002). Reafirmando el concepto precedente, Gorosito (2008) también indica otras limitantes como la lentitud de los procesos de picado y suministro, pérdidas por volado del alimento y rotura de las máquinas en cuestión que dificultan el uso efectivo de los alimentos voluminosos.

Calsamiglia (1997) afirma que la fibra determina la calidad del alimento, definiendo la ingestión de materia seca, su digestibilidad y el aporte de energía. Dicho autor caracteriza a la fibra como un componente de baja digestibilidad y que estimula la rumia y el equilibrio ruminal.

2.2. LA FIBRA EN LA DIETA DE FEEDLOT

2.1. ¿Qué es la fibra y cómo se cuantifica?

La fibra son los hidratos de carbono fibrosos o estructurales (Bargo et al., 2006). El valor de la misma se estima a través del método de Van Soest (1967) que mide el nivel de fibra detergente neutro (FDN) como la cantidad del alimento que es insoluble en detergente neutro (Gaggiotti 1996, Bach y Calsamiglia 2006). Estos carbohidratos fibrosos sólo se degradan a nivel ruminal por la acción de las enzimas de los microorganismos del rumen y se componen de hemicelulosa, celulosa y lignina (Gaggiotti 1996, Bargo et al. 2006, Parish 2007). Su degradación oscila entre 20 y 55% (Bach y Calsamiglia, 2006) y está correlacionada inversamente al consumo de MS del alimento (Gaggiotti 1996, Parish 2007).

La fibra detergente ácido (FDA) es medida como la cantidad del alimento que es insoluble en detergente ácido y se obtiene luego de un lavado de la FDN. Se compone principalmente por celulosa y lignina (Gaggiotti et al., 1996), además de algunos residuos de nitrógeno y minerales (Bach y Calsamiglia, 2006). Se relaciona inversamente con la digestibilidad del alimento (Gaggiotti 1996, Parish 2007).

2.2.2. Función de la fibra en el rumen

El rol de la fibra es mantener un correcto funcionamiento ruminal promoviendo la masticación, rumia, motilidad ruminal y la secreción de saliva cuyo efecto buffer contribuye al mantenimiento del pH (Defoor et al., 2002). En dietas altamente concentradas (grano > 80%) la función principal es prevenir trastornos digestivos optimizando el consumo de energía neta. Según Bargo et al. (2006) se requiere una cantidad mínima de fibra para estimular la salivación y rumia. González y González (1999), afirman que los rumiantes requieren dietas muy fibrosas para asegurar la motilidad y fermentación en el rumen lo que significaría un buen funcionamiento ruminal.

Simeone (2007), también hace referencia a la fibra con un rol mecánico, que mantiene un correcto pH y motilidad ruminal a través de la acción mecánica que estimula la masticación y rumia del alimento y aumenta así la producción de saliva que ayuda a mantener las condiciones adecuadas del rumen.

A continuación se desarrollaran las características de las fuentes de fibra que determinan la funcionalidad de la fibra en el rumen.

2.2.2.1. Degradabilidad de la fibra

Según Van Soest (1994) los rumiantes tienen poblaciones de microorganismos en el rumen (bacterias, protozoos y hongos) para la degradabilidad del alimento; esta población es modificada y se adapta según el tipo de dieta que ingiera el animal, esto hace que determinado tipo de microorganismos produzcan ciertos ácidos con los que se auto favorecen y dominan sobre otro tipo de microorganismos los cuales el ambiente ruminal no les es favorable. Los microorganismos celulolíticos tienen un crecimiento óptimo en un pH 6,7 y su funcionamiento es normal en pH 6,2 – 7,2; las condiciones dentro del rumen deben ser mantenidas en estos rangos para mantener un correcto crecimiento de los microorganismos y una correcta función ruminal. El ambiente ruminal se mantiene en estos valores por la producción de saliva y su efecto buffer.

De la misma manera Grant (1994), Bargo et al. (2006), Calsamiglia, citado por Bach y Calsamiglia (2006) consideran que cuando el pH es menor a 6,2 la actividad de las bacterias degradadoras de la fibra se ven afectada negativamente. Disminuciones de pH pueden darse a causa de un aumento en la cantidad de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen, por altas

proporciones de almidón en la dieta, niveles de fibra efectiva muy bajos ó baja digestibilidad de la misma (Bach y Calsamiglia 2006, Parish 2007).

Las bacterias fibrolíticas son las encargadas de la degradación de la fibra mediante una fermentación lenta, este proceso comienza con la adhesión de las bacterias a la pared celular y lo hacen con una velocidad inversamente proporcional al contenido de lignina. La velocidad de tránsito en el rumen, y la degradabilidad de la propia fibra son los componentes que determinan la efectividad de la degradación de la fibra en el rumen (Calsamiglia, 1997).

La forma en que las fibras lignocelulolíticas se degradan determina el tipo de fermentación (butírica, propiónica ó acética) que prevalece en el rumen (Bach y Calsamiglia, 2006).

La fibra varía su degradabilidad según la composición, estructura física y relacionamiento de la lignina con la celulosa y la hemicelulosa en la pared celular. La lignina es el único componente de la fibra que es totalmente indigestible (Bargo et al. 2006, Bach y Calsamiglia 2006).

El tamaño de partícula y la tasa de consumo modifican la velocidad de pasaje de la fibra. En general, la reducción del tamaño de partícula, mejora la degradación ya que aumenta la superficie de ataque para los microorganismos ruminales. Por otro lado, si el tamaño de partícula es excesivamente pequeño aumenta la tasa de pasaje y en consecuencia la fibra escapa más rápido del rumen con lo cual el tiempo para degradarse es menor. Por lo tanto la degradabilidad de la fibra dependerá de la posibilidad de ser atacada por los microorganismos y de la velocidad por la cual circule por el rumen (Bargo et al., 2006).

Según Van Soest (1994), las diferentes fuentes de fibra presentan distintas tasas de degradación y reducción del tamaño de partícula lo que puede afectar la tasa de pasaje del alimento e incrementar el tiempo de retención de la fibra en el rumen.

Un metanálisis realizado por Bach y Calsamiglia (2006) con estudios del Journal Dairy Science garantiza que existe una relación entre el pH ruminal y la cantidad de FDN en la dieta, incluso confirma que existe una relación mayor aun entre pH ruminal y los carbohidratos no estructurales de la dieta. Esto último podría indicar que la cantidad de carbohidratos no estructurales de la dieta tienen efecto mayor para mantener el pH ruminal que la cantidad y tipo de FDN. Por otro lado aparentemente la relación entre el pH ruminal y tamaño de partícula del alimento es muy baja.

2.2.2.2. Fibra físicamente efectiva

Bargo et al. (2006) considera que para definir el aporte de FDN necesario hay que considerar la composición química de la fibra y también el tamaño y la forma de partícula, concepto que se define como Fibra Efectiva (FDNef). Bargo (2006), Calsamiglia (1997) afirman que la FDNef es la cantidad de fibra con capacidad de estimular la rumia y la salivación y es el criterio de formulación más adecuado para valorar el aporte mínimo de fibra que garantiza una alimentación adecuada.

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).

Mertens (2002) 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 fibra físicamente efectiva (FDNfe) para diferentes alimentos y forma de procesamiento.

ALIMENTO	FORMA FISICA	FDN (%MS)	fef	FDNfe (%MS)
Heno gramíneas	Largo	73	1,00	73,00
Heno alfalfa 10% floración	Largo	42	0,95	39,9
Heno 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 sorgo planta entera	picado grueso	65	0,95	61,8
Maíz grano	Entero	10	1	10
Maíz grano	molido grueso	10	0,4	4
Harina soja (44% PC)	Peleteado	15	0,4	6
Cáscara de soja	Peleteado	67	0,4	26,8

Fuente: modificado de Mertens (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 $\frac{1}{4}$ de su longitud original (Parish, 2007).

Según Bargo et al. (2006) tamaños de partículas muy pequeños (menores a diez mm) disminuirían la proporción de FDNef.

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).

2.2.3. Fuentes de fibra

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

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

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).

A demás se utilizan como fuente de fibra silaje de raigrás, avena o cebada, afrechillo de trigo, raicilla de malta y cáscaras de girasol, semilla de algodón o

maní, como fuentes de fibra utilizadas en sistemas de alimentación (Pordomingo, 2007).

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

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

2.2.4. Niveles de fibra requeridos por los bovinos

Owens, citado por Kreikemeier (1990), afirma que el alimento voluminoso es adicionado en las dietas con alta concentración energética de terminación de novillos para reducir problemas digestivos y metabólicos. Los niveles óptimos de alimentos fibrosos varían según tipo de grano, su procesamiento y las características del voluminoso.

Pordomingo (2002) considera niveles adecuados de fibra entre 5 y 10% de la materia seca de la dieta (dependiendo de los niveles de fibra aportados por el resto de los componentes de la dieta), y sugiere 10% de fibra detergente ácido (del cual al menos el 50% debe provenir de una fuente de fibra efectiva) para mantener una actividad fermentativa adecuada.

Fox y Tedeschi (2002), recomiendan valores similares de fibra efectiva en la dieta a los reportados por Pordomingo (2002), siendo estos entre 7 y 10% de la materia seca de la dieta, fundamentándolo en que serían los niveles requeridos para mantener el pH del rumen entorno a 5,7 (valores menores de pH ruminal afectan el consumo de materia seca). En este sentido Parish (2007) recomienda valores de 8% de la materia seca de la dieta para mantener el pH mencionado.

Luego de la recopilación de datos de consumo de materia seca (CMS) de 700 vacas con 49 raciones diferentes Hayirili, citado por Bach y Calsamiglia (2006), concluyeron que el contenido de FDN de la dieta es el factor nutricional que más influye en el CMS.

Calsamiglia (1997) asevera que altos niveles de fibra limitan el consumo de materia seca que además tiene una baja digestibilidad, aportando un nivel bajo de energía y limitando así la síntesis de microbiana ruminal; siempre hablando de animales de producción media a baja. Por lo contrario animales de producción alta requieren niveles de fibra más bajos o mínimos, consumiendo dietas de alta concentración energética y alta digestibilidad.

Bach y Calsamiglia (2006), afirman que los sistemas de alimentación se han orientado a formular dietas cada vez más bajas en fibra de manera de maximizar el aporte energético aunque se recomienda un valor mínimo para que el rumen funcione correctamente.

Barra (2005), afirma que la fibra debe ser manejada como un cofactor de la energía y la proteína ofrecida en la dieta, y que la cantidad de fibra que debe suministrarse es según el nivel de seguridad con que se quiera trabajar para no afectar el ambiente ruminal, pero siempre teniendo en cuenta que altos niveles de fibra llevan a malos resultados en la eficiencia de conversión.

2.3. TIPOS DE DIETA

Alimentos voluminosos son aquellos que contienen más de 18% de fibra cruda o 35% de pared celular (FDN) en su composición química y constituyen a los forrajes secos o fibrosos como pajas y henos (Pigurina y Methol, 2004). Estos alimentos pueden ser poco importantes como dadores de energía y proteína pero se incluyen en las dietas como fuente de fibra para mantener un correcto funcionamiento del rumen (Simeone, 1996).

Los alimentos concentrados energéticos presentan más de 20% de proteína cruda, menos de 18% de fibra cruda ó menos de 35% de fibra detergente neutro (Pigurina y Methol, 2004).

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, 2005).

En lo que refiere al tipo de dieta, 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 (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.

2.3.1. Dietas con alta relación voluminoso/concentrado

Chimwano et al., citados por De Souza (1999) aseveran que la degradabilidad del voluminoso aumenta a medida que la proporción de dicho componente en la dieta es mayor. Sin embargo, Uden, citado por De Souza (1999), concluye a partir de un estudio con vacas, que dicha tendencia se observa hasta niveles de voluminosos de 70% no registrándose variaciones en la degradabilidad de la fibra para proporciones en la dieta mayores al 70%. Rode et al. (1985), Nishida et al. (1989), trabajando con diferentes niveles de voluminoso encontraron similar respuesta, siendo menor la degradabilidad de la fibra con valores bajos de ésta en la dieta (22 – 24%) y los valores máximos con proporciones altas del voluminoso en la dieta (80 – 100%).

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 et al. (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 eficacia 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) (Theurer et al., 1999).

El mismo autor relata que la sustitución de la mitad de la FDN alfalfa por la cáscara de semilla de algodón o la paja de trigo causó aumento en consumo de MS (CMS) en la fase crecimiento, y durante todo el período de alimentación.

2.3.2. Dietas con baja relación voluminoso/ concentrado

Con el aumento de la concentración energética de la dieta mediante una menor proporción de la fibra en la misma, se deben esperar mejores performances productivas en los animales, y el rol de la fibra será principalmente lograr mantener un buen status de salud ruminal (Gorocica et al., 2005).

En dietas altamente concentradas (95%) el consumo de materia seca en los animales está limitado por factores metabólicos y no por el llenado del rumen (limitante física), dicho consumo puede ser modificado según la fuente de fibra utilizada y el contenido de FDN de la dieta. Estas modificaciones ayudan a prevenir trastornos metabólicos y a la vez maximizan el consumo de energía, mejorando la performance de los animales. En estas dietas concentradas al aumentar en pequeñas cantidades la fibra aumenta el consumo de materia seca, causado por la dilución de la energía en la dieta (Galyean y Defoor, 2003).

Tillman et al. (1969), consideran muy importante la utilización de dietas de engorde muy concentradas (90 – 100% concentrado) ya que ven a la fibra como un insumo caro y de complicada logística.

“Cuando las estrategias de formulación se orientan a la reducción de los niveles de fibra (en particular de fibra forrajera) y a la utilización de subproductos, la composición, estructura, forma y comportamiento de la fibra en el rumen cobra una importancia adicional” (Calsamiglia, 1997).

Según Simeone et al. (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.

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.

2.4. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE TRABAJOS QUE EVALÚAN DIFERENTES FUENTES DE FIBRA

Existen antecedentes de experimentos que evalúan la performance de animales alimentados en confinamiento con diferentes fuentes de fibra larga y fuentes alternativas de fibra.

En el cuadro 3 se presenta una recopilación de resultados de experimentos en los que se evaluó el efecto del nivel de inclusión y la fuente de fibra utilizada sobre la performance de terneros y novillos consumiendo dietas altamente concentradas.

Cuadro 3: Efectos de la fuente de fibra y nivel de inclusión de fibra sobre la performance de terneros y novillos consumiendo dietas altamente concentradas (Síntesis de trabajos experimentales).

ANIMAL			DIETA					PERFORMANCE			Ref.*
Cat.	Peso inicial	Raza	Dieta base	% CONC.	%FDN	%PC	Fuentes de Fibra	Ganancia (Kg/d)	Consumo Kg/d (%PV)	EC	
Nov.	341	He	SG	85	-	-	H Tr.	1,646	(2,45)	5,9	1
							Af.Tr.	1,745		5,4	
Ter.	176,5	-	MZ+EEG	93	-	14,4	H.AA	1,212	7,06 (2,6)	5,87	2
	176,3			100	-	14,4	Af.Tr.	1,206	7,04 (2,59)	5,84	
Ter.	155,1	Ag.	MZ+EEG	90	18,2	14,3	H.AA	1,218	6,95 (2,95)	4,85	3
	155,2		MZ+EEG	100	17,2	14,2	--	1,325	7,07 (2,92)	4,62	
	155,1		MZ+GAV+EEG	100	20	14	--	1,33	7,01 (2,9)	4,56	
Nov.	271		MZ+EEG	90	18,2	14,3	H.AA	1,358	10,31 (2,81)	6,67	
	272		MZ+EEG	100	17,2	14,2	--	1,384	10,06 (2,76)	6,62	
	269,6		MZ+GAV+EEG	100	20	14	--	1,42	10,08 (2,77)	6,45	
Nov.	324	Mz.	SGt	90	-	13,6	H.AA	1,58	8,8b	5,56	4
	326			90	-	13,5	CSA	1,53	9,6a	6,27	
Nov.	275	-	MZC	83	12,31	15,39	H.AA12,5%	1,09f	6,61 f	6,06	5
	275			78	17,93	15,04	CSA13%	1,22g	6,99g	5,7	
	275			86	12,95	14,74	CSA6%	1,13fg	6,56f	5,8	
	275			90	7,51	15,73	CSA2,5%	0,89e	6,06e	6,8	
Nov.	275		MZC	83	12,31	15,39	H.AA12,5%	1,09h	6,61h	6,06	
	275			79	16,95	14,14	ES14%	1,2ij	6,7h	5,58	
	275			86	14,38	14,79	ES8%	1,26j	6,95i	5,51	
	275			90	10,77	15,45	ES3,6%	1,14hi	6,57h	5,76	
Nov.	340	Hf.	SG+HSA	84	-	-	--	1,3	9,84	7,6	6
				81	-	-	CAA3%	1,38	9,83	7,14	
				78	-	-	CAA6%	1,32	9,89	7,49	
				75	-	-	CAA9%	1,38	9,93	7,22	
				90	-	-	CAC3%	1,25	10,14	8,11	
				78	-	-	CAC6%	1,3	10	7,72	
				75	-	-	CAC9%	1,41	10,73a	7,81	
Nov.	273,6	Hf.	SG	100	-	-	--	1,51	(2,68)	6,74	7
	282,1			90	-	-	CSA10%	1,42	(2,78)	7,49	
	272,4			90	-	-	As.Ai.10%	1,29	(2,73)	7,7	
	269,1			90	-	-	CA10%	1,42	(2,82)	7,34	
Ter.	181	Cz.	SGt	60	-	11	H.AA40%	1,35	7,29 (2,82)	5,43	8
	182			70	-	11,4	H.AA20%+CSA10%	1,4	8,04 (3,09)	5,72	
	182			68	-	11,8	H.AA20%+H Tr12%	1,36	7,69 (2,98)	5,68	
Nov.	332		SGt	88	-	11	H.AA12%	1,07	7,15 (1,74)	6,73	
	339			91	-	11,4	H.AA6%+CSA3%	1	7,4 (1,79)	7,41	
	334			90	-	11,8	H.AA6%+H.Tr.4%	0,97	7,36 (1,81)	7,6	
Nov.	350	-	MZ	100	-	11,8	--	1,15	12,6	10,9	9
	350			80	-	12,5	CS.PS20%	1,14	10,3	9,1	
	348			80	-	12,3	CSA20%	1,26	12,1	9,6	
	347			80	-	13,1	CM20%	1,17	11,5	9,9	
	346			90	-	11,8	CSA8%+Oy.sh2%	1,15	10,1	8,8	
Ter.	193	Ag.	SG+SJ+M	100	-	14,3	--	0,98 ^{b,c,d}	5,8 ^c	5,9	10
	193		SG	80	-	12,4	PA20%	1,23 ^a	8,9 ^a	7,23	
	193			60	-	12,6	PA40%	1,09 ^b	9,4 ^a	8,6	
	193			80	-	13,2	H.AA20%	1,00 ^{a,b,c}	6,7 ^{b,c}	6,7	
	193			60	-	13,4	H.AA40%	0,98 ^{b,c,d}	7,4 ^b	7,55	
	193			80	-	12,3	CA20%	1,02 ^{b,c}	7,0 ^b	6,86	
	193			80	-	12,1	PL20%	0,89 ^d	7,4 ^b	8,31	
	193			60	-	12,6	SD40%	1,06 ^{b,c}	8,6 ^a	8,11	
Tor.	260	E-Z	MZ+PUL.C	91,00	22,43	14,6	BC9%	1,2 b	6,85b(1,99b)	5,7	11
	258			85	26,8	14,6	BC15%	1,36 a	7,93a(2,24a)	5,8	
	252			79	31,23	14,5	BC21%	1,22ab	7,34ab(2,16ab)	6	
Nov.	277	N	MZ+PUL.C	15/85.	-	14,6	BC15%	1,51	8,3 (2,4)	5,5	12
	279			21/79.	-	14,3	BC21%	1,49	7,9 (2,3)	5,3	
	281			27/73	-	14	BC27%	1,38	7,5 (2,2)	5,4	

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

*Referencias: 1. Simeone et al. (2008), 2. Pordomingo et al. (2007), 3. Pordomingo et al. (2002), 4. Bartle et al. (1994), 5. Defoor et al. (2002), 6. Tillman et al. (1969), 7. McCartor et al. (1972), 8. Theurer et al. (1999), 9. Utley et al. (1973), 10. White y Reynolds (1969), 11. Medeiros et al. (2002), 12. Leme et al. (2003).

Abreviaturas: AA: Aberdeen Angus; Af Tr: Afrechillo de trigo; As. Al: Aserrín de álamo; BC: Bagazo de caña; CA: Cáscara de arroz; CAA: Cáscara de arroz amoniaco tratado; CAC: Cáscara de arroz cruda; Cat.: Categoría; CM= Cascara de mani; CS.PS: Coastal pellets; CSA: Cáscara de semilla de algodón; Cz: Cruza; EC: Eficiencia de conversión; EEG: Expeller de girasol; ES: Ensilaje de sudan; E-Z: Europeo-Zebu; FL: Fibra larga; G Av: Grano de avena; H.AA: Heno de alfalfa; H.Tr: Heno de trigo; Hf.: Hereford; HSA: Harina de semilla de algodón; M: Melaza; Mz.: Mestizos; MZ: Maíz; MZC: Maíz copos; Nov.: Novillos; Oy.Sh: Cascara de molusco; PA: Paja de arroz; PL: Polietileno pellets; PUL.C: Pulpa citrica; SFL: Sin fibra larga; SG: Sorgo molido; SGt: Sorgo tratado; SJ: Soja; SD: Sudangras pellets; Ter.: Terneros

2.4.1. Trabajos que evalúan dietas con fibra larga como testigo

En dietas iso FDN es posible la sustitución parcial de 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 (Theurer et al., 1999). 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.

2.4.1.1. Trabajos que evalúan dietas con fibra larga vs. sin fibra larga

Bartle et al. (1994) evaluaron dietas basadas en grano de sorgo y “steam flaked” de sorgo con diferentes inclusiones de heno de alfalfa picado (10, 20 y 30% de la materia seca). Los mismos encontraron que animales consumiendo dietas con 10 y 20% de alfalfa obtuvieron similares eficiencias, pero las ganancias fueron menores cuando la alfalfa era 20% de la dieta. Sin embargo los que consumieron 30% de alfalfa experimentaron ganancias y eficiencias de conversión del alimento inferiores debido a un menor consumo de energía por la dilución de ésta en la dieta.

En los trabajos de Pordomingo et al. (2007), Simeone et al. (2008) donde sustituyen 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 (2008) en características de carcasa como peso, rendimiento y espesor de grasa subcutánea tampoco se registraron diferencias entre tratamientos. Los resultados de Simeone et al. (2009) concuerdan con los de Elizalde (2008) 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 et al., 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. En dicho trabajo se cita a Conrad et al. (1967) quienes obtuvieron resultados similares y asigna las diferencias encontradas al mayor aporte de nutrientes de la alfalfa en comparación a la cáscara de algodón.

2.4.1.2. Trabajos que evalúan dietas con fibra larga vs. dietas sin fibra

White y Reynolds (1979), al comparar una dieta testigo sin fibra vs. dietas con diferentes fuente de fibra (paja de arroz, cáscara de arroz, heno de alfalfa y polietileno), encontraron diferencias en la performance siendo mejor en todos los animales que consumían dietas con fibra, y obteniéndose los mejores resultados en los que consumían paja de arroz (20% MS) como fuente de fibra en la dieta.

Sin embargo Pordomingo et al. (2002) evaluaron dietas con fibra larga vs. dietas sin fibra 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. 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 ó 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.

2.4.2. Trabajos que evalúan dietas sin fibra vs. dietas con fuentes “alternativas” de fibra

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 1969, White y Reynolds 1969, Mc Cartor et al. 1972, Utlely 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 Utlely et al. (1973) obtuvieron diferencias en las características de la canal.

En el trabajo de Tillman et al. (1969) se observa 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 afecto 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 de 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 bagazo en la dieta. En cambio reporta que el peso del hígado y el rendimiento de la carcasa muestran un comportamiento lineal en función de los niveles de bagazo, siendo mayor en los

tratamientos con mayor porcentaje de concentrado debido a un mayor contenido de energía en la dieta.

Mc Cartor et al. (1972) en su evaluación de dietas con fuentes alternativas encontraron que la presencia de cáscara de semilla de algodón, aserrín de algodón o cáscara de arroz crudo en las dietas no modificó ninguna de las características de carcasa de los animales excepto el número de abscesos en los hígados. También afirmaron luego de la observación periódica que después de los 28 primeros días de experimento los animales no rumiaban normalmente en ninguno de los tratamientos. Al parecer la forma física de estas dietas, o los niveles de fibra contenidos en ellos eran inadecuados para estimular la rumia normal.

De los trabajos analizados solamente el 17 % de los mismos evalúa la performance en terneros y novillos en conjunto, los otros trabajos evalúan únicamente terneros (17 % de los trabajos) o novillos (66 % de los trabajos). El peso vivo inicial de ambas categorías se encuentra en torno a los 170 kg y 272 kg para terneros y novillos respectivamente.

Del punto de vista de la raza utilizada en los experimentos no existe una preferencia sobre alguna raza, además no se cuenta con información en el 25 % de los trabajos analizados.

En cuanto a las fuentes de fibras 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 utiliza 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.

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. Dado 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.

2.5. CASCARA DE ARROZ Y RETORNABLE FINO DE CELULOSA

En el país existe disponibilidad de subproductos agroindustriales como derivados de la industria de celulosa y cáscara de arroz con alto contenido fibroso que podrían ser utilizados como fuentes de fibra en dietas altamente concentradas en situaciones de alimentación a corral (Simeone et al., 2009).

2.5.1. Cáscara de arroz

El arroz que ingresa al molino en primera instancia es secado hasta obtener un 13 % de humedad. En el proceso de molinado, el arroz pasa por una descascaradora que elimina la cáscara mediante la fricción de rodillos de goma, produciendo arroz marrón (conocido como arroz cargo o integral) con el afrechillo cubriendo el grano y la cáscara de arroz. Al finalizar el proceso se obtienen del total de arroz ingresado al molino: 70% de arroz blanco, 20 % de cáscara de arroz y 10 % de afrechillo (Asociación Cultivadores de Arroz, s.f.)

En la actualidad los usos de la cáscara de arroz son: en las cementeras se utiliza como combustible y las cenizas se inyectan en el Portland; en criaderos avícolas se utilizan como camas y en los stud para los boxes de los equinos. Además se quema para generar vapor en la planta de Arrozur (Planta generadora de energía eléctrica a partir de la quema de la cáscara de arroz) donde se produce el arroz parboiled y aceite de arroz (Consortio molinero, 2007).

En la última zafra de arroz (2009/2010) se estima una cosecha de 1.149.228 toneladas de arroz (Asociación cultivadores de arroz, s.f.), lo que estaría representando un total de aproximadamente 229 845 toneladas de cáscara de arroz.

Los subproductos del arroz presentan contenidos muy elevados de sílice y fibra, mermando la digestibilidad y aceptabilidad. Se componen de fracciones de diferente composición y propiedades distintas ya que son producto de muchos procesos (Cuitiño y Vázquez, 2005)

En el cuadro 4 se describen la composición química de la cáscara de arroz.¹

Cuadro 4: Composición química de cáscara de arroz.

FUENTE	MS	PB	FDN	FDA	EM	Fibra	Lignina
LAAI*	90	3	85	--	--		
UTP**	--	3,56	--	--	--	39,05	22,8

Fuente: * Laboratorio Analítico Agroindustrial¹.

** Universidad Tecnológica de Pereira

La información disponible sobre la composición química y evaluaciones de cáscara de arroz como alimento animal es escasa por lo que amerita seguir investigando este producto como alternativa para la alimentación animal.

2.5.2. Retornable fino de celulosa

“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).

González y González (1999) aseguran que los residuos de los árboles como hojas, ramas y corteza y los subproductos de la industrialización de los mismos se han utilizado y utilizan como fuente de alimento para el ganado especialmente cuando existe escasez de forraje o concentrados.

Estos mismos autores confirman que Satter et al. luego de varias evaluaciones concluyeron que el aserrín de *Populus* puede ser utilizado como sustituto de alimentos voluminosos en valores menores a 30% en raciones altamente concentradas. El aserrín de *Quercus* también puede utilizarse con el mismo fin pero sustituyendo entre 5 y 15% de los alimentos fibrosos de las dietas de vacunos (S.U.R.A.F., citado por González y González, 1999).

¹ Laboratorio Analítico Agroindustrial. 2009. Análisis de muestras (sin publicar).

Cuadro 5: Composición química del retornable fino de celulosa

FUENTE	MS	%MS dig.	FDN	PB
LAAI*	90	30	90	1

Fuente: Laboratorio Analítico Agroindustrial ¹.

2.6. HIPOTESIS

En dietas de corral altamente concentradas en energía, es posible sustituir la fibra larga por diferentes ingredientes de bajo valor nutricional pero elevado contenido fibroso sin afectar la performance animal, independientemente de la categoría animal que se considere.

La sustitución de la fibra larga por fibra derivada de subproductos no afectaría el consumo diario de materia. El animal modificaría su patrón de comportamiento ingestivo adaptando el tiempo de consumo y rumia a los cambios en las características de la fibra aportada.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. PERIODO Y AREA EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado en corrales de encierro de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni de la Facultad de Agronomía. La misma se ubica en Paysandú, Uruguay, a 32° 20'9" Latitud Sur, 58° 2'22" de Longitud Oeste y a 61 metros sobre el nivel del mar.

El período experimental fue de 57 días, comenzando el 6 de agosto y finalizando el 2 de octubre de 2009.

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 (URUGUAY. MDN. DNM, s.f.). En el cuadro 6 se presentan los valores medios mensuales históricos para temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones para los meses de junio a setiembre en Paysandú.

Cuadro 6: Temperatura (T), humedad relativa (HR) y precipitaciones (RR) medias mensuales históricas para Paysandú.

Variable	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: URUGUAY. MDN. DNM (s.f.)

3.3. ANIMALES

Se utilizaron 36 animales de raza Hereford pertenecientes al rodeo de experimental de la E.E.M.A.C.; 18 terneros machos castrados ($130 \pm 5,9$ kg) y 18 novillos ($283 \pm 2,9$ kg) nacidos en las primaveras de 2008 y 2007, respectivamente. Todos los animales habían sido destetados precozmente a los 80 kg de peso vivo, aproximadamente.

3.4. CORRALES

Se utilizaron 36 corrales individuales a cielo abierto (20 m de largo por 2,5 m de ancho), separados por dos hilos eléctricos y en la periferia delimitada por tres hebras de alambre fijo eléctrico.

Cada corral contaba con un bebedero de 0,45 metros de altura y 0,6 metros de diámetro y un comedero de 0,9 m de largo, 0,6 m de ancho y 0,3 m de alto; ambos de material plástico.

El terreno donde se encontraban los corrales presentaba una pendiente de 2,5% orientada de sur a norte.

3.5. ALIMENTOS

Fueron formuladas tres dietas para cada categoría animal difiriendo en la fuentes de fibra utilizada (heno de moha, HM; cáscara de arroz, CA; retornable fino de la industria de la celulosa, RF). Las misma se formularon para una ganancia en torno al 1,5kg novillos y 0,800Kg en terneros, de forma que fueran iso-energéticas, iso-proteicas e iso-FDN para una misma categoría. La composición de ingredientes y química de las raciones cuadro 6.

Cuadro 7: Composición de las dietas experimentales ofrecidas para terneros y novillos variando la fuente de fibra en dietas altamente concentradas en confinamiento, como porcentaje de la materia seca.

CATEGORIA ANIMAL FUENTE DE FIBRA	TERNEROS			NOVILLOS		
	HM	CA	RF	HM	CA	RF
Heno de moha picado (%)	10	-	-	13	-	-
Cáscara de arroz (%)	-	6,4	-	-	8,5	-
Retornable fino (%)	-	-	6,0	-	-	8,0
Sorgo grano molido (%)	74,9	76,5	74,0	76,2	79,7	78,2
Expeler de girasol (%)	10,0	12,0	14,0	6,0	7,0	9,0
Melaza (%)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Premix (%) ^a	3,1	3,1	3,1	2,8	2,8	2,8
Proteína cruda (%) ^b	14,6	14,6	15,1	13,2	12,8	13,2
Fibra detergente neutro (%) ^b	17,6	17,3	17,8	18,3	17,6	18,2
Materia seca digestible (%) ^b	72,1	70,0	70,9	72,1	70,0	70,8

(a) Premix: Urea (37.5, 41,7%), carbonato de calcio (37.1, 35.7%), suplemento de minerales y vitaminas (8.2, 5.9%), Rumensin (Elanco Animal Health IN)(1.6, 1.2%), Sal (12.4, 11.9%), Saborizante (MMCC01)(3.2, 3.6), para dietas de terneros y novillos, respectivamente.

(b) Calculado en base a valores tabulados de ingredientes.

Las raciones que incluían cáscara de arroz y retornable fino de celulosa fueron previamente mezcladas y almacenadas en bolsas de 40 kg para su posterior uso durante el periodo experimental. En el caso de las raciones incluyendo fardo, se mezclaron solamente los componentes no fibrosos de la dieta y se almacenaron en bolsas de 40 kg al igual que los anteriores. El fardo se ofrecía picado y era mezclado con la ración en el comedero, previo a cada comida.

El picado del fardo se realizó con una picadora para tal fin (TAARUP-KD 806), y el tamaño de partícula fue de aproximadamente 15 centímetros, regulado visualmente.

3.6. TRATAMIENTOS

Los animales dentro de cada categoría fueron distribuidos al azar, previa estratificación por peso vivo, a una de las tres dietas (RF, CA, HM); dando lugar a seis tratamientos en un arreglo factorial 3 x 2 (cuadro 8).

Cuadro 8: Descripción de los tratamientos.

TRATAMIENTO	CATEGORIA	FUENTE DE FIBRA
1	Terneros	Heno de moha picado
2	Terneros	Cáscara de arroz
3	Terneros	Retornable fino de celulosa
4	Novillos	Heno de moha picado
5	Novillos	Cáscara de arroz
6	Novillos	Residuo de industria de celulosa

Las dietas fueron ofrecidas a razón del 3 % del peso vivo.

3.7. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Dentro del procedimiento experimental se pueden diferenciar las siguientes etapas:

- Período de acostumbramiento.
- Período de confinamiento.
- Período de faena y post faena.

3.7.1. Acostumbramiento

Entre el 8 de julio y el 8 de agosto de 2009 se realizó el acostumbramiento gradual de los animales a las nuevas dietas experimentales e instalaciones. Previo a este período, todos los animales se encontraban en las mismas condiciones, pastoreando campo natural con oferta restrictiva.

Cada animal fue colocado desde el día 1 en su respectivo corral, manejándose durante todo el experimento individualmente.

Se comenzó suministrando heno de moha picado a razón del 2% del peso vivo en cada categoría. El concentrado se ofreció a razón de 0,300kg a los terneros y 0,700kg a los novillos; y se aumento día por medio en las mismas cantidades, hasta llegar al consumo objetivo. A los 21 días se comenzó a disminuir gradualmente la cantidad de heno, quitando 0,500kg en los terneros y 1kg en los novillos, diariamente hasta alcanzar niveles de correspondientes a la composición de la dieta de cada tratamiento.

El alimento fue suministrado 4 veces al día en los horarios: 8hs, 11:30hs, 14:30hs y 17:30hs. Antes de suministrar la primer comida se retiraba el rechazo del día anterior.

Al final de este período se realizó una pesada y con ésta se ajustaron las cantidades de alimento a ofrecer, según los pesos promedios de cada tratamiento.

Todo el ganado fue tratado con Ivermectina para el control de parásitos internos, pour on para el control de parásitos externos en ambas categorías, y oxitetraciclina a los terneros como antibiótico.

3.7.2. Período de confinamiento

Esta fase duró desde el 9 de agosto hasta el 2 de octubre. Al finalizar el periodo de alimentación a corral, los novillos fueron faenados y los terneros pasaron a ser manejados en pastoreo.

La cantidad de alimento ofrecido fue ajustada cada 14 días a razón del 3 % del peso vivo promedio del tratamiento en base al último peso vivo registrado

Durante el periodo experimental, el alimento se suministró en cuatro comidas diarias en los mismos horarios que durante el período de acostumbramiento. La cantidad a ofrecer en cada comida fue $\frac{1}{4}$ del total de la ración diaria. Antes de la primer comida se retiraba el rechazo del día anterior.

Se suministró agua *ad libitum*, reponiendo a diario y limpiando los bebederos semanalmente.

Durante este periodo, se realizó tratamiento preventivo/curativo en ambas categorías contra queratoconjuntivitis con polvo oftalmológico.

3.7.3. Período de faena y post faena

La última pesada en el corral coincidiendo con la finalización del periodo experimental fue realizada el 2/10/09, realizándose la faena de los novillos a

fecha fija, el 3/10/09, en una planta frigorífica comercial de la ciudad de Paysandú.

3.8. REGISTROS Y MEDICIONES

3.8.1. Peso vivo

El primer registro de peso vivo se hizo el 6 de Agosto y luego cada 14 días, coincidiendo la última pesada con el peso de embarque de los novillos previo a la faena.

Las pesadas se realizaron con balanza electrónica en las instalaciones de la Estación Experimental, a las 8 de la mañana sin ayuno previo, y antes de la primer comida.

Los días en que se realizaban las pesadas, la ración total a suministrar era dividida en tres comidas, quedando la cantidad total fija.

3.8.2. Consumo de materia seca

El rechazo diario de alimento fue pesado para cada animal y el consumo diario de MS (CMS) determinado a partir de la diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado.

El alimento ofrecido fue muestreado semanalmente para la determinación del contenido de MS, secando en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante (48 hs), en tanto el rechazo fue muestreado en un animal/ tratamiento y por día (de lunes a sábado), para la determinación del contenido de materia seca.

3.8.3. Comportamiento animal

El comportamiento animal fue caracterizado mediante observación directa durante el periodo de horas luz (7:00 a 18:30hs), registrando cada 10 minutos

la actividad que realizaba cada animal: consumo de alimento (C), consumo de agua (A), rumia (R) o descanso (X). La medición se realizó en todos los animales del experimento.

Estas observaciones se realizaron al inicio (18/8), mitad (9 y 10/9) y fin (28 y 29/9) del período experimental. Debido a condiciones climáticas desfavorables, a inicio del periodo sólo se pudo realizar un día de observaciones.

3.8.4. Mediciones en faena

A primera hora de la mañana del 3/10 se pesaron los animales en la planta frigorífica, registrándose el peso en primera balanza, pasando más tarde a la planta de faena.

Se registró peso de la media res caliente (canal derecha e izquierda) y seguidamente se hizo la clasificación INAC (escala INACUR) y su correspondiente grado de terminación (escala de 0 a 4) de todos los novillos (URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE CARNES, s.f.)

El rumen de cada animal fue pesado lleno y vacío, tomándose una muestra del contenido ruminal de aproximadamente 1,5 kg. Las muestras fueron congeladas, hasta su procesamiento para determinación de composición química.

Luego del sacrificio carcasas permanecieron en cámaras de frío y a las 36 horas se tomaron registros el pH, color de la carne y espesor de grasa.

El pH se midió con un peachimetro HANNA con electrodo de penetración de carne, con regulación de temperatura ambiente. El color se registro 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 12^a costilla.

3.8.5. Análisis del contenido ruminal

Las muestras de contenido ruminal fueron analizadas para la determinación del contenido de materia seca (AOAC 930.15 – secado a 135 °C) y materia seca fase líquida en g.MS liq/100g; fibra detergente ácido (ANKOM Technology Method) y fibra detergente neutro (ANKOM Technology Method),



Figura 1: Vista de la extracción de líquido ruminal en el frigorífico

3.8.6. Registros climáticos

Los registros de temperatura y precipitaciones para el periodo experimental (ver anexo) fueron tomados diariamente en la estación meteorológica de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni.

3.9. ANALISIS ESTADISTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar con arreglo factorial de tratamientos, considerándose cada animal una unidad experimental. Se utilizaron diferentes procedimientos dentro del paquete estadístico SAS (SAS, 1999).

El efecto de los tratamientos sobre la ganancia diaria de peso vivo fue analizado usando un modelo de heterogeneidad de pendientes de medidas repetidas en el tiempo, estudiándose la evolución del peso vivo en función de

los días experimentales, en base al procedimiento MIXED y de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ijklm} = \beta_0 + \alpha_i + \zeta_j + (\alpha\zeta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + \beta_1 d_l + \beta_{1i} \alpha_i d_l + \beta_{1j} \zeta_j d_l + \beta_{1ij} (\alpha\zeta)_{ij} d_l + \beta_2 PV_{ijk} + \sigma_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : Peso vivo

β_0 : intercepto

α_i : efecto de la i-ésima categoría animal (i= 1,2)

ζ_j : efecto de la j-ésima fuente de fibra (j= 1,2,3)

$(\alpha\zeta)_{ij}$: interacción entre categoría y fuente de fibra

ε_{ijk} : error experimental

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

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

β_{1j} : es la pendiente del peso vivo (PV) en función de los días (d_l) para cada fuente de fibra

β_{1ij} : es la pendiente del peso vivo (PV) en función de los días (d_l) para la combinación categoría x fuente de fibra.

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

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

El consumo de alimento fue analizado utilizando el procedimiento MIXED de SAS de acuerdo al modelo general:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \zeta_j + (\alpha\zeta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} + S_l + (\alpha S)_{il} + (\zeta S)_{jl} + (\alpha\zeta S)_{ijl} + \sigma_{ijklm}$$

Donde:

Y_{ijklm} : consumo de materia seca.

μ : media general

P_l : efecto de la l-ésima semana (k= 1, 2.. 4)

α_i : efecto de la i-ésima categoría animal (i= 1,2)

ζ_j : efecto de la j-ésima fuente de fibra (j= 1,2,3)

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

ϵ_{ijk} : error experimental

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

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

Transformación LOGIT: $[\text{LN} (P/ 1-P)]$; siendo P la proporción de observaciones de consumo, rumia o descanso. Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS (1999).

La eficiencia de conversión (calculada para cada animal a partir de la ganancia media diaria y el consumo medio diario de materia seca para el periodo), fue analizada utilizando el procedimiento GLM mediante un modelo lineal general de la forma:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \zeta_j + (\alpha\zeta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

α_i : efecto de la i-ésima categoría animal (i= 1,2)

ζ_j : efecto de la j-ésima fuente de proteína (j= 1,2,3)

$(\alpha\zeta)_{ij}$: interacción entre categoría y fuente de proteína

ϵ_{ijk} : error experimental

Asimismo las variables asociadas a características de canal y carne de novillos fueron analizadas utilizando el PROC GLM y mediante un modelo lineal general de la forma:

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

Donde:

ζ_j : efecto de la j-ésima fuente de fibra (j= 1,2,3)

$\beta_1 PV_{ijk}$ covariable PV al inicio del experimento

ϵ_{ijk} : error experimental

En todos los casos, para la comparación de medias ajustadas de se utilizó el test de Tukey, considerándose como efectos muy significativos y significativos aquello con $P < 0.01$ y $P < 0.05$, respectivamente.

4. RESULTADOS

4.1. CONDICIONES CLIMATICAS

En el cuadro 9 se observan las condiciones climáticas registradas durante el periodo experimental.

Cuadro 9: Condiciones climáticas durante el período experimental (8/7/2009 al 2/10/2009).

VARIABLE	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE
T (°C)	10,1	9,2	14,6	13,1
RR (mm)	34,3	59,7	43,9	140

Fuente: Elaborado en base a datos de la estación meteorológica E.E.M.A.C

*T: temperatura; RR: precipitaciones.

4.2. PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA

El peso vivo aumentó linealmente con el tiempo ($P < 0,0001$, Figura 4), estando afectado por el peso vivo al inicio ($P < .0001$), la categoría animal ($P = < .0001$), la fuente de fibra ($P = 0.0112$) y la interacción entre estos dos factores ($P = 0.0038$).

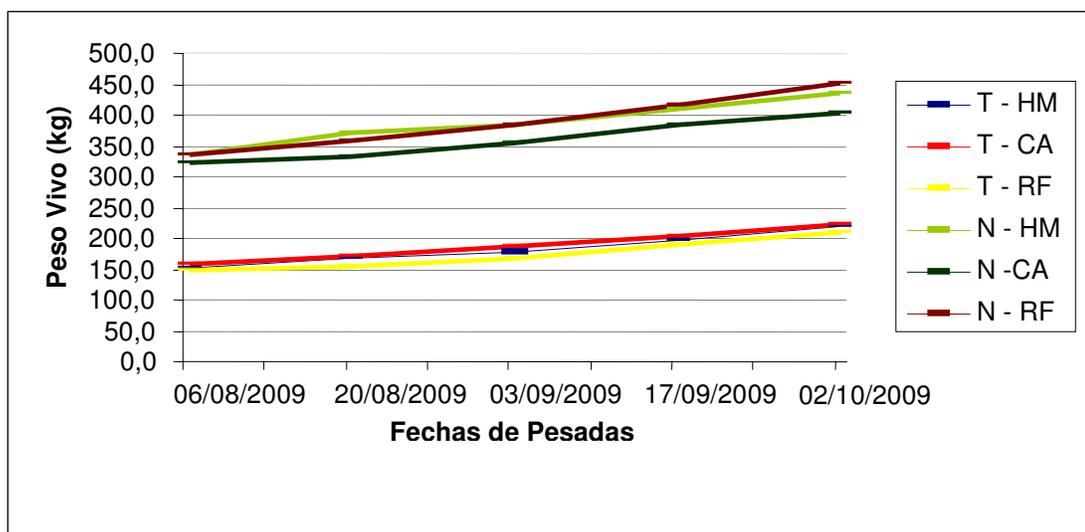


Figura 2: Evolución de peso vivo en terneros (T) y novillos (N) consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento difiriendo en la fuente de fibra: heno de moha (H), cáscara de arroz (CA) o retornable fino (RF).

Las ganancias medias diarias (GMD) de cada tratamiento, estimadas a partir de la pendiente de cada curva, se presentan en el Cuadro 10. El efecto de la fibra sobre la GMD fue dependiente de la categoría animal, no hallándose diferencias entre fuentes en terneros; en tanto en novillos, aquellos alimentados con CA mostraron menor ganancia que RF ($P < .0001$) y HM ($P = 0.0233$), a su vez el tratamiento HM presentó menores ganancias ($P = 0.0251$) que RF.

Cuadro 10: Efecto de la fuente de fibra sobre la ganancia media diaria (kg/animal/día) de novillos y terneros consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.

FUENTE DE FIBRA	CATEGORIA		
	TERNEROS	NOVILLOS	MEDIA
Fardo de moha	1,152	1,773 b	1,462 ab
Cáscara de arroz	1,146	1,514 c	1,330 b
Retornable fino celulosa	1,118	2,025 a	1,572 a
MEDIA	1,139 A	1,770 B	

a,b: Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,01$).

A, B: Letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,01$).

4.3. CONSUMO

En el cuadro 11, se presentan las medias ajustadas correspondientes al consumo de materia seca durante el período experimental.

Cuadro 11: Efecto de la fuente de fibra sobre el consumo de materia seca (CMS) en terneros y novillos consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.

	TERNEROS	NOVILLOS	MEDIA
CMS (kg/ 100 kg peso vivo)			
Heno moha	3,03	2,98	3,01
Cáscara arroz	2,98	2,91	2,94
Retornable fino	3,10	2,92	3,01
MEDIA	3,04	2,94	
CMS (kg/animal/día)			
Heno moha	5,47	11,49 a	8,48 a
Cáscara arroz	5,56	10,43 b	7,99 c
Retornable fino	5,26	11,21 a	8,24 b
MEDIA	5,43 B	11,04 A	

Media: promedio de los tres tratamientos, para cada categoría.

a,b: Letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,0001$). A, B: Letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,0001$).

El consumo de materia seca medido en porcentaje de peso vivo no fue afectado significativamente por la categoría ($P = 0,1515$), la fuente de fibra ($P = 0,6745$) ni por la interacción entre ambos ($P = 0,705$).

Sin embargo el efecto de la categoría, la fuente de fibra y la interacción entre ambas fue muy significativo ($P < 0,0001$) al ser medido en kg por animal por día. Dentro de la categoría terneros no se observaron diferencias significativas en consumo por efecto de la fuente de fibra, mientras que en novillos los alimentados con HM y RF no mostraron diferencias entre sí pero ambos mostraron mayor consumo ($P < 0,05$) que los alimentados con CA.

El CMS medido tanto en porcentaje de peso vivo como en kg por animal por día fue afectado significativamente por la semana y las interacciones categoría*semana, dieta*semana y categoría*dieta* semana (Anexos 2 y 3).

4.4. EFICIENCIA DE CONVERSION

La categoría no causó un efecto significativo en la eficiencia de conversión siendo las eficiencias de terneros y novillos iguales estadísticamente (Anexo 4). La eficiencia de conversión varió significativamente según la dieta ($P= 0.0191$), siendo este efecto dependiente de la categoría (interacción dieta*categoría significativa $P< 0.05$). La fuente de fibra no causó efecto significativo en la eficiencia de conversión de los terneros mientras que en los novillos el tratamiento RF mostró una mejor eficiencia que CA y HM ($P= 0.0005$ y $P= 0.0084$ respectivamente) y estos últimos no difieren estadísticamente (Cuadro 11).

La eficiencia de conversión media para cada tratamiento y efectos principales se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12: Efecto de la fuente de fibra sobre la eficiencia de conversión (kg de alimento consumido/kg ganancia media diaria) de terneros y novillos consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.

FUENTE DE FIBRA	CATEGORIA		
	TERNEROS	NOVILLOS	MEDIA
Fardo de moha	5,47	6,09 a	5,78 a
Cáscara de arroz	5,46	6,54 a	6,00 a
Retornable fino celulosa	5,40	4,97 b	5,18 b
MEDIA	5,44	5,87	

a,b: Medias en la misma columna seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P< 0,05$).

4.5. COMPORTAMIENTO ANIMAL

4.5.1. Actividad de consumo de alimento

La categoría no afectó la probabilidad de encontrar animales consumiendo en las horas de luz ($P= 0,1706$). La fuente de fibra y la interacción categoría*dieta causaron efectos significativos en el comportamiento de consumo (Anexo 5).

Dentro de la categoría terneros la fuente de fibra no causó diferencias significativas en la variable analizada; en tanto en los novillos, los tratamientos HM y RF (sin diferencias significativas entre si $P < 0,05$) mostraron valores mayores de probabilidad de consumo que CA ($P < 0,05$).

4.5.2. Consumo de agua

La categoría causó efecto significativo ($P = 0,0263$) en la probabilidad de encontrar animales tomando agua siendo mayor la probabilidad en terneros que en novillos, 0,015 vs 0,008, respectivamente.

La dieta y la interacción categoría*dieta no causaron efectos significativos ($P = 0,3011$ y $P = 0,2899$ respectivamente).

4.5.3. Rumia

La probabilidad de encontrar animales rumiando durante las horas de luz varió muy significativamente por efecto de la categoría y la dieta ($P < 0,0001$), sin embargo la interacción categoría*dieta no causó efectos significativos ($P = 0,5407$).

La probabilidad de encontrar novillos rumiando fue significativamente mayor ($P < 0,0001$) que la de encontrar terneros. En el tratamiento HM se encontraron más animales rumiando durante las horas luz que en los tratamientos CA y RF ($P < 0,05$).

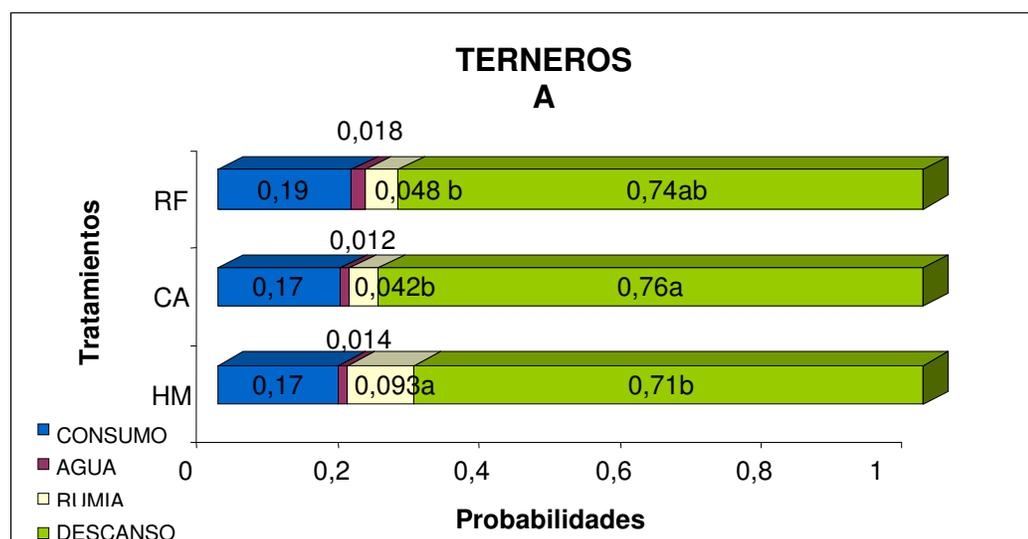
4.5.4. Descanso

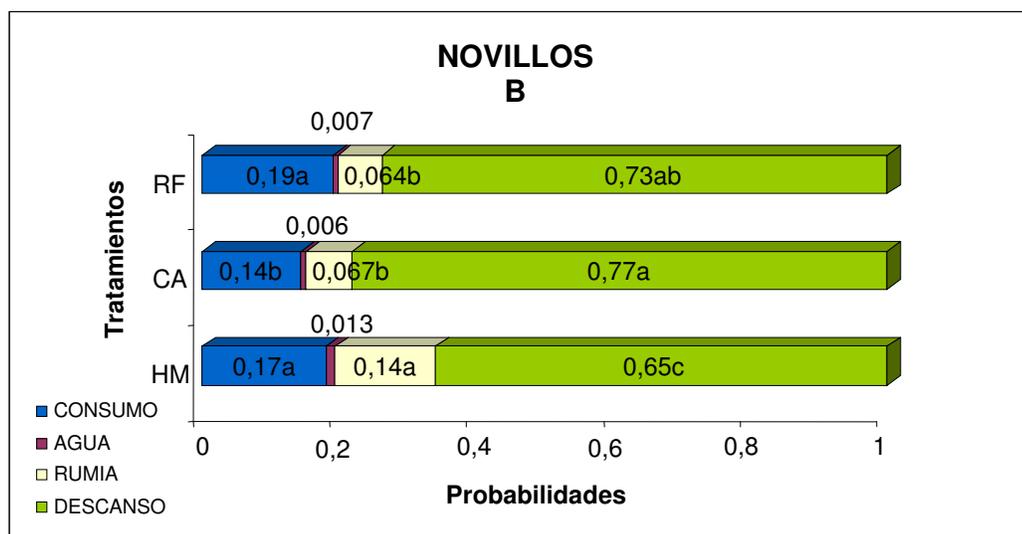
La probabilidad de encontrar animales descansando no fue afectada por la categoría ($P = 0,0870$), sin embargo fue muy significativamente ($P < 0,0001$) afectada por la dieta y significativamente ($P = 0,0172$) afectada por la interacción categoría*dieta.

Dentro de la categoría terneros la probabilidad de encontrar animales descansando en el tratamiento CA fue igual a la probabilidad en el tratamiento RF pero superior ($P < 0,05$) al tratamiento HM. Entre los animales alimentados con HM y RF no existieron diferencias significativas.

En la categoría novillos la respuesta fue diferente, siendo en el tratamiento CA igual la probabilidad que en el tratamiento RF y ambos tratamientos mayores en probabilidad que el tratamiento HM ($P < 0,05$).

En las figuras 3 A y 3 B, se muestran las probabilidades de ocurrencia de a la actividad de consumo, rumia o descanso durante el período de horas luz (de 7 a 18:30 hs) según fuente de fibra suministrada a terneros y novillos, respectivamente.





H: Heno de moha, CA: Cáscara de arroz, RF: Retornable fino de celulosa.

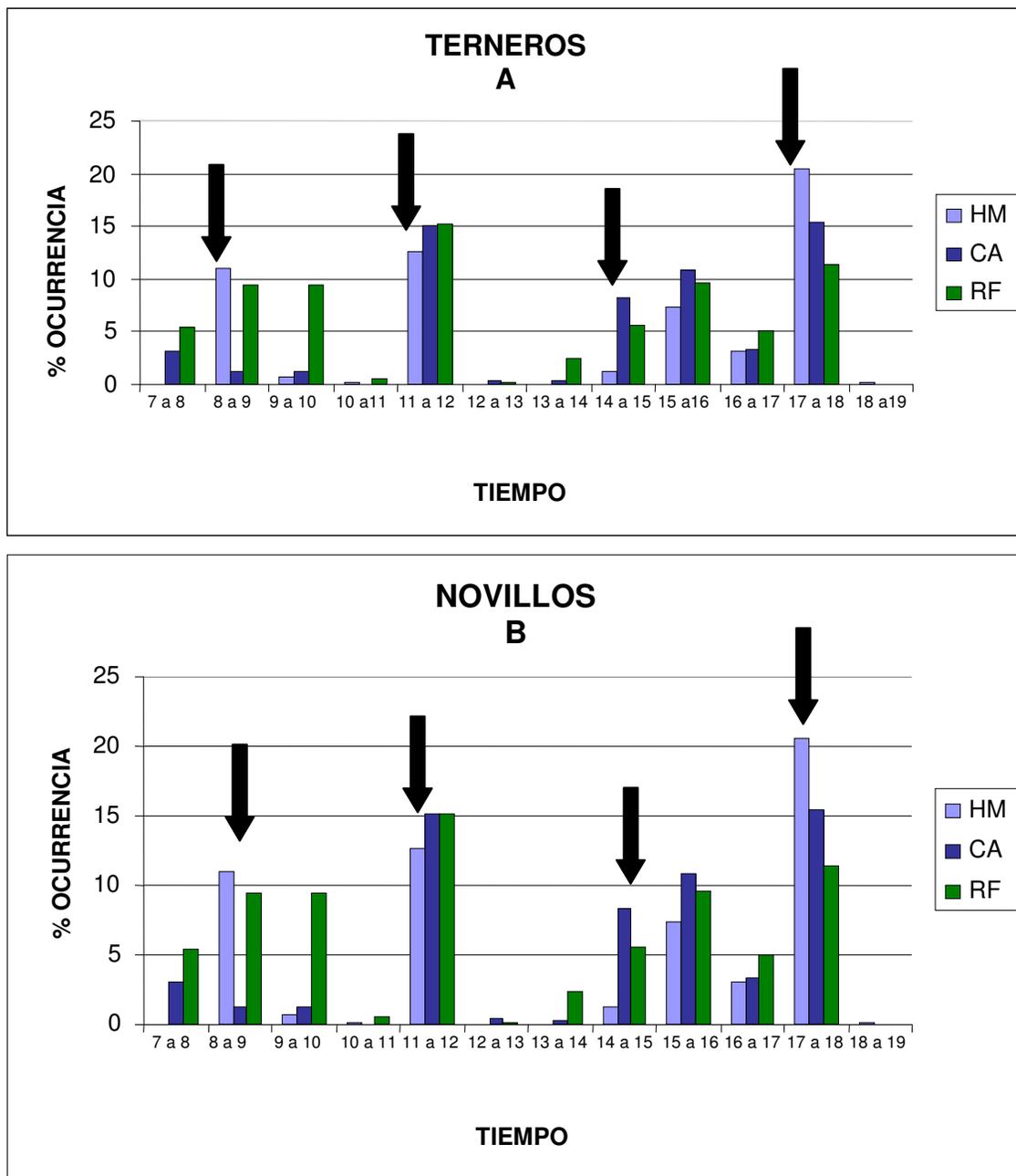
Figuras 3 A y 3 B: Efecto de la fuente de fibra sobre la probabilidad de ocurrencia de consumo de MS, rumia, descanso y consumo de agua, durante las horas de luz (7:00 a 18:30 horas) en terneros (A) y novillos (B) consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.

4.5.5. Patrones diurnos de comportamiento

4.5.5.1. Patrón de consumo

El patrón de consumo, describiendo la distribución del tiempo de consumo a lo largo del día, no fue afectado significativamente por la categoría, la fuente de fibra ni la interacción entre ambas en ninguna de las mediciones, o sea que en cada medición todos los animales presentaron comportamientos iguales estadísticamente (Anexos 9, 10, 11 y 12).

En las figuras 4 A y 4 B se muestra el patrón de consumo de materia seca en terneros y novillos.



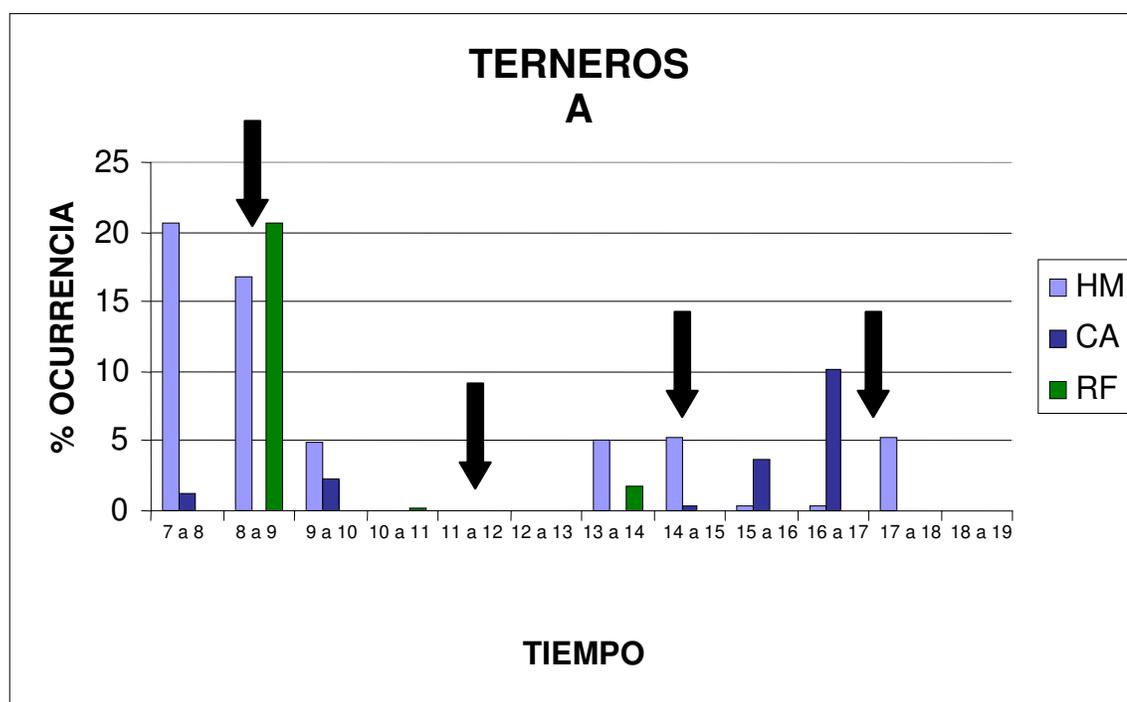
H: Heno de moha, CA: Cáscara de arroz, RF: Retornable fino de celulosa.

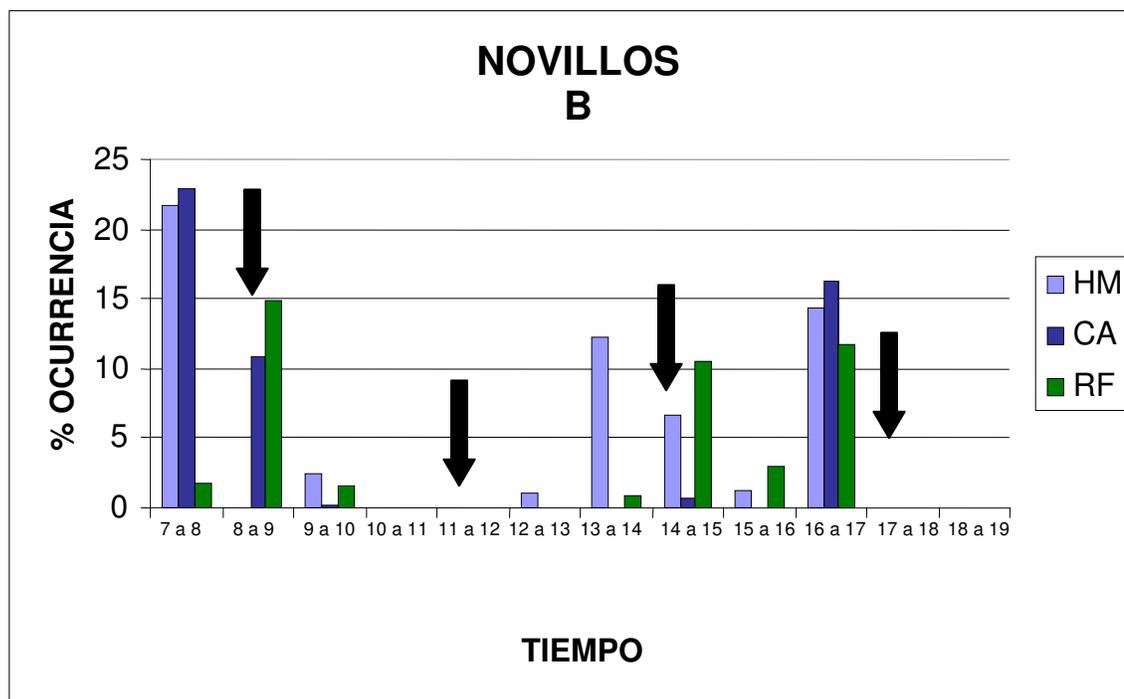
Figuras 4 A y 4 B: Patrón diario (7:00 a 18:30 hs) de la actividad de consumo de alimento según fuente de fibra en la dieta para terneros (4 A) y novillos (4 B). (Las flechas indican horario de suministro de alimento)

4.5.5.2. Patrón de rumia

El patrón de rumia no fue afectado significativamente por la categoría, fuente de fibra ni la interacción entre ambas (Anexos 13, 14, 15 y 16), a excepción del intervalo 9 a 10 horas que se aclara a continuación.

En las figuras 5 A y 5 B se presentan los patrones de rumia para cada tratamiento.





H: Heno de moha, CA: Cáscara de arroz, RF: Retornable fino de celulosa

Figura 5 A y 5 B: Patrón de rumia según fuente de fibra en terneros (5 A) y novillos (5 B) durante las horas de luz (7:00 a 18:30) consumiendo dietas altamente concentradas en confinamiento.

En el intervalo de 9 a 10 horas el patrón de rumia fue afectado muy significativamente por la categoría ($P < 0,0001$) y la dieta ($P < 0,0001$) y significativamente por la interacción dieta*categoría ($P = 0,0014$). La categoría novillos mostró mayor ($P < 0,05$) ocurrencia de rumia que los terneros durante esta hora. Entre fuentes de fibra HM presentó mayor ($P < 0,05$) ocurrencia de rumia que CA, mientras que RF no pudo medirse.

Dentro de la categoría terneros la fuente de fibra no causó efectos significativos ($P > 0,05$), mientras que en los novillos la ocurrencia de rumia fue igual en HM y RF, y ambas mayor ($P < 0,05$) con respecto a CA.

4.6. PESO A LA FAENA Y CARACTERÍSTICAS DE CANAL

La fuente de fibra en dietas altamente concentradas no afectó ($P > 0,05$) ninguna de las características evaluadas referentes a la calidad de la canal (Anexos 17 a 24).

En el cuadro 13, se presentan las medias ajustadas para el peso vivo de los animales a la faena y características de canal: peso de canal caliente, peso de media canal caliente izquierda y derecha, pH medido 24 horas posteriores a la faena, espesor de grasa y color de músculo (L, a, b).

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

VARIABLES	HM	CA	RF
Peso vivo frigorífico (kg)	408,8	386,2	410,8
Peso canal caliente (kg)	218,5	212,1	218,9
Peso media res derecha (kg)	108,9	105,8	109,5
Peso media res izquierda (kg)	109,6	106,4	109,4
Espesor grasa subcutánea (mm)	8,83	7,36	8,13
pH 24hs	5,57	5,55	5,47
COLOR (L)	39,40	38,35	38,55
(a)	15,38	16,75	16,42
(b)	17,54	17,46	17,56

HM: heno de moha; CA: cáscara de arroz; RF: retornable fino.; L, a, b: color de grasa.

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

En el cuadro 14, se presentan los resultados de mediciones de peso de rumen y contenido ruminal, expresados como porcentaje del peso vivo a la faena, estas características también fueron analizadas en kilogramos (Anexos 25 a 32).

El peso de rumen lleno en el campo, peso del rumen lleno luego del desbaste pre-faena, peso de rumen vacío y el contenido ruminal no fueron afectados por la fuente de fibra, expresado tanto en kilogramos como en porcentaje de peso vivo a la faena (Anexos 25 a 32).

Cuadro 14: Efecto de la fuente de fibra sobre el peso de rumen lleno en el campo, peso rumen lleno luego de sacrificio, peso de rumen vacío y contenido ruminal, en novillos consumiendo dietas altamente concentradas.

VARIABLES	HM	CA	RF
Peso rumen lleno en campo	14,05	13,61	13,85
Peso rumen lleno sacrificio	10,58	9,55	10,82
Peso rumen vacío	2,25 b	2,37 b	2,83 a
Peso contenido ruminal	8,33	7,18	7,99

a, b: Letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($P < 0,05$).

HM: heno de moha; CA: cáscara de arroz; RF: retornable fino

El peso de rumen vacío fue afectado significativamente por la fuente de fibra, tanto estimado como porcentaje de peso vivo ($P = 0,0073$) como medido en kilogramos ($P = 0,0213$). El tratamiento novillos alimentados con RF presentó mayor peso de rumen comparado con CA ($P = 0,0197$) y con HM ($P = 0,0027$), éstos últimos no presentaron diferencias entre sí ($P = 0,4672$).

5. DISCUSIÓN

5.1. CONDICIONES CLIMATICAS

Los animales presentan un punto de termoneutralidad que puede ser afectado por condiciones climáticas extremas, ya sea calor o frío. En estas circunstancias el animal debe termoregularse lo que le requiere un gasto de energía aumentando así los requerimientos de mantenimiento (García, 2007). Según NRC (1984) lluvias fuertes y prolongadas pueden disminuir el consumo hasta 30 %, tanto en zonas termoneutrales como a bajas temperaturas. Las precipitaciones y el barro afectan negativamente disminuyendo el consumo y aumentando los requerimientos de energía para mantenimiento (Arias, 2008).

Durante el período experimental se presentaron condiciones normales en lo que respecta a temperaturas, y por debajo de la media histórica en lo que a lluvias refiere. Estas condiciones parecen no haber causado efecto en la respuesta animal.

5.2. PERFORMANCE

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada; siendo posible sustituir la fuente de fibra tradicional (heno) en dietas altamente concentradas para terneros y novillos por fuentes alternativas de fibra como cáscara de arroz o retornable fino de celulosa, cuando este componente representa niveles cercanos al 10% de la dieta (materia seca) sin perjudicar la performance animal.

Sin embargo, se observó interacción significativa entre categoría y fuente de fibra, afectando las variables ganancia de peso, consumo de materia seca (kg/animal/día) y eficiencia de conversión, indicando que la respuesta a los tratamientos diferiría según se aplique a terneros o novillos.

Dentro de la categoría terneros, la performance (ganancia media diaria, consumo de materia seca y eficiencia de conversión) no fue afectada significativamente por la fuente de fibra utilizada.

La ganancia media diaria de esta categoría estuvo dentro de lo esperado según la formulación de las dietas (0,800 kg/día), incluso superó las expectativas. Esto último podría atribuirse a que los terneros sobrellevaron previamente un período de alimentación restrictiva, asociado a un verano seco

y de bajo aporte forrajero de las pasturas, expresando, posiblemente un crecimiento compensatorio durante el experimento. Bavera (2005) afirma que existe dicho crecimiento compensatorio, indicando que los animales que sufren restricciones alimenticias y pasan a una buena alimentación, tienen mayores ganancias de peso que aquellos que no tienen dicho déficit de alimento previo.

El consumo de materia seca de los terneros tampoco difirió entre tratamientos, lo que podría estar explicado por la formulación de dietas iso-energéticas, iso-proteicas e iso-FDN; pesos similares de los terneros al inicio y el suministro del alimento al 3% del peso vivo. El nivel de FDN de la dieta es uno de los determinantes del nivel de consumo de materia seca (Galyean y Defoor, 2003), por lo que con niveles similares de FDN es probable obtener similares valores de consumo de materia seca. Arelovich (2008) concluyó que el nivel de FDN de la dieta está estrechamente relacionado con el nivel de energía en la misma, siendo este último componente quien puede determinar el nivel de consumo de materia seca.

En la categoría terneros al no existir diferencias entre tratamientos en ganancia de peso y consumo de materia seca era esperable que tampoco existieran diferencias en la eficiencia de conversión, variable determinada por las dos primeras.

La eficiencia de conversión de los terneros, fue de 5,44 kg MS alimento para aumentar un kilogramo de peso vivo, sin encontrarse diferencia entre las distintas fuentes de fibra en esta categoría. Theurer (1999), Pordomingo et al. (2002, 2007) tampoco obtuvieron diferencias en la eficiencia de conversión cuando compararon diferentes dietas variando en el nivel y fuente de fibra, observando valores entre 4,5 y 5,8.

Los datos obtenidos coinciden con los que menciona Pordomingo (2002), donde establece el rango de eficiencia de conversión de los terneros en 4,5 – 5,5 Kg alimento para aumentar un kilogramos de peso vivo. Esta eficiencia la atribuye a que dicha categoría es altamente eficiente, debido a que tiene un requerimiento de energía de mantenimiento relativamente bajo por una baja masa corporal, y la ganancia de peso no se da por la deposición de tejido adiposo sino de otros tejidos (músculo, hueso, etc.) que son energéticamente más económicos.

La dieta para novillos se formuló con el objetivo de obtener ganancias medias de 1,5 kg/día, y se lograron obtener ganancias promedios de 1,8 kg. Estos resultado, al igual que en la categoría terneros, pueden ser explicados por una restricción alimenticia que los animales pueden haber sufrido debido a condiciones climáticas previo al experimento. Se observó que los alimentados

con cáscara de arroz alcanzaron menores ganancias de peso vivo y menor consumo (kg/animal/d) que los otros tratamientos. Si bien las dietas fueron formuladas iso-energéticas, iso-proteicas e iso-FDN las diferencias de ganancia de peso podrían estar explicadas por diferencias en la eficiencia de uso del alimento a nivel ruminal. Variaciones entre las fuentes de fibra en el tamaño de partícula y tasa de degradación, pueden afectar la tasa de pasaje y el tiempo de retención de la partícula en el rumen (Van Soest, 1994). Al aumentar la tasa de pasaje la degradabilidad del alimento disminuye por menor tiempo de ataque de los microorganismos (Bargo et al., 2006). A pesar de no haber sido medido la cáscara de arroz puede haber presentado menor tamaño de partícula al mínimo requerido lo que pudo haber causado menor tiempo de degradación en el rumen y generar menos sustratos para ser absorbidos saldando en una menor ganancia.

El menor consumo de los novillos CA puede deberse a que el peso de éstos fue menor durante todo el período y la oferta se formulaba en base al peso vivo.

Sin embargo, si analizamos los resultados de consumo de materia seca, los animales alimentados con heno y retornable fino (kg/animal/día y porcentaje de peso vivo) coinciden con los reportados por Pordomingo (2002) quien no encontró diferencias en consumo al comparar dietas con fibra larga (maíz entero y heno de alfalfa) y sin fibra larga (maíz entero).

En cuanto a eficiencia de conversión, los tratamientos que incluían cáscara de arroz en la dieta fueron menos eficientes que los que consumían retornable fino de celulosa pero no presentaron diferencias con aquellos que incluían heno de moha. Las eficiencias que se registraron fueron 6,54 para CA y 6,09 para HM, estando dentro del rango presentado por Pordomingo (2005) para dietas de engorde a corral, que reporta entre 6 – 9 kg alimento/kg aumento de peso vivo para novillos en terminación. A diferencia de lo expresado, los novillos alimentado con RF presentaron una eficiencia significativamente mejor, siendo ésta de 4,97 kg MS alimento/kg aumento de peso vivo, valor que queda afuera del rango presentado anteriormente.

Mc Cartor et al. (1972) evaluando aserrín de Álamo y cáscara de arroz como fuente de fibra, reporta eficiencias entorno a los 7,4 kg de alimento/kg de ganancia, peores que las registradas en este trabajo. Del mismo modo Tillman (1969) evaluando diferentes niveles de cáscara de arroz en la dieta obtuvo eficiencia de conversión similar a las reportadas por Mc Cartor et al. (1972).

La categoría novillos mostró una conversión de alimento muy alentadora, en el entorno de 6 kg de alimento por kg de carne producida (en el caso de RF la

conversión fue de 5 a 1), comparándolo con los niveles de eficiencia que presenta Pordomingo (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, pudiendo esperarse que las mismas mejoren las performance productiva.

La eficiencia de conversión similar entre terneros y novillos puede ser atribuida a que los novillos no se encontraban en la etapa de terminación.

Los niveles mínimos de voluminoso evaluados en este experimento, fueron de 6 y 8% para terneros y novillos respectivamente, los cuales fueron suficientes para aportar un nivel de fibra efectiva mínimo necesario que pueda cumplir con la función mecánica que en dietas altamente concentradas debe cumplir dicho componente. Se asume que estos niveles de fibra provocaron niveles de masticación, salivación y rumia, que permitieron evitar trastornos digestivos (Mertens, 2002) y se encuentran dentro de los rangos recomendados por Pordomingo (2005). 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 (2005).

En base a valores reportados por Mertens (2002) se calculó la fibra efectiva de las dietas evaluadas, estimándose para las dietas con cáscara de arroz y retornable fino un 6% de fibra efectiva, aproximadamente, y para la de heno de moha un 1,4% (Anexo 33) tomando grano de maíz molido como fuente energética (FDNfe 4%MS) y cáscara de soja (FDNfe 26,8 %MS) y heno de gramínea (FDNef 73%MS) como fuente de fibra. Se llegó a que las dietas de cáscara de arroz y retornable fino presentaban 6% de fibra efectiva aproximadamente y la de heno de moha presentaba 11,9%. (Forma de cálculo: Sumatoria de aporte de fibra efectiva de cada componente= FDN * %componente en dieta * factor de efectividad física de la fibra).

Fox y Tedeschi (2002), recomiendan valores de fibra efectiva en la dieta entre 7 y 10 %. En contraposición de esto, en este estudio se trabajó en 2 tratamientos (CA y RF en terneros) con niveles de fibra menores al rango anteriormente mencionado y el testigo sobre pasa el rango. A pesar de ello, en esos tratamientos no se registraron trastornos digestivos. De igual manera no puede afirmarse que se podría trabajar con valores menores a los de Fox y Tedeschi ya que la fibra efectiva fue calculada en base a valores de otros alimentos similares porque se desconoce la fibra efectiva de cáscara y retornable.

5.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Con respecto a la rumia los resultados concuerdan con la hipótesis, ya que los animales pertenecientes a diferentes tratamientos dedicaron distinto tiempo a la rumia según las características de la fuente de fibra que consumían. Tanto terneros como novillos alimentados con CA y RF rumiaron menos durante las horas luz que los alimentados con heno. Este hecho no parece haber afectado la performance animal a diferencia de lo mencionado por Mc Cartor et al. (1972) evaluando dietas sin fibra larga quien observó que no rumiaban y concluyó que la forma física de estas dietas, o los niveles de fibra contenidos en ellos era inadecuado para estimular la rumia normal ya que presentaron peores performances.

Las horas dedicadas al consumo fueron afectadas por la fuente de fibra y este efecto fue diferente dentro de cada categoría. Mientras en la categoría terneros no existieron diferencias entre animales alimentados con diferente fuente de fibra; en los novillos, los tratamientos HM y RF (sin diferencias significativas entre si $P < 0,05$) mostraron valores mayores de probabilidad de consumo que CA ($P < 0,05$). Esto último concuerda con los resultados encontrados en las variables: consumo de materia seca medida en kg donde novillos consumiendo cáscara de arroz presentaron los menores valores y ganancias de peso donde novillos de CA obtuvieron los valores más bajos. Se encuentra una relación entre el consumo absoluto, el tiempo dedicado al consumo y la ganancia de peso.

Sin embargo el patrón de consumo y rumia en el corral no fue afectado por la sustitución de fibra larga por fibra derivada de subproductos. A pesar de no encontrarse diferencias significativas estadísticamente, se observa una mayor actividad de consumo entre las 11-12hs y 17-18hs, coincidiendo con la entrega de la segunda y cuarta comida del día, en ambas categorías. De la misma manera en el patrón de rumia de terneros se observa una tendencia de mayor rumia de los tratamientos RF y HM en las primeras horas de la mañana (de 7-9 HM y 8-9 RF). Sin embargo la mayor cantidad de animales rumiando en el tratamiento CA se observa en el horario 16-17 hs. En los novillos se observa una tendencia de mayor rumia en los intervalos 7 a 8 horas y 16 a 17 horas de los tratamientos HM y CA, mientras que en RF esta tendencia no es tan clara.

Con esta información se puede asumir que la fibra efectiva aún al ser menor en las dietas CA y RF se encontraba dentro de los valores requeridos para un correcto funcionamiento ruminal (Mertens, 1997).

5.4. CARACTERISTICAS DE CANAL

A pesar de existir diferencias en ganancia media diaria no se observaron diferencias en el peso de la canal caliente entre ninguno de los tratamientos. Este es uno de los componentes más importantes de la performance ya que al productor se le paga por peso de carcasa. Novillos alimentados con cáscara presentaron menor ganancia diaria sin embargo alcanzaron estadísticamente igual peso de media res lo que puede estar explicado por un peso de rumen vacío menor que los otros tratamientos resultando en mayor rendimiento.

Según los resultados obtenidos, la fuente de fibra no 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.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Tillman et al. (1969), cuando evaluó diferentes niveles de cáscara de arroz y no encontró diferencias en las características de la canal.

Mader et al. (1991), evaluó diferentes fuentes de fibras (heno de alfalfa, ensilaje de maíz, alfalfa ensilada) y tampoco observo 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 encontró diferencias en las características de la canal.

El peso de rumen vacío de los novillos que consumieron RF fue significativamente mayor que el testigo y CA, esto puede atribuirse al mayor peso vivo y una posible mayor motilidad ruminal debido a una menor digestibilidad del retornable fino por contener mayor FDA.

5.5. DISCUSION GENERAL

A pesar de existir diferencias en las ganancias medias diarias de peso entre tratamientos de novillos como contraposición esta diferencia no fue observada en peso de canal lo que permite afirmar que no hay diferencias en la performance.

La utilización de subproductos permite obtener eficiencias de conversión de alimento a carne igual a las obtenidas con heno e incluso mejor como se observó en los novillos alimentados con retornable fino de celulosa. Las eficiencias de conversión de alimento observadas en este trabajo son muy alentadoras siendo una ventaja muy importante desde el punto de vista de la evaluación económica. En terneros se obtuvieron respuestas similares a las reportadas por otros autores, sin embargo las encontradas en novillos son aún mejores.

Tanto en terneros como en novillos se observaron diferencias significativas en la probabilidad en encontrar animales rumiando durante las horas luz, siendo menor en los tratamientos CA y RF con respecto a HM. Esta diferencia podría haber causado efecto negativo en la actividad ruminal pero se asume que no fue así ya que luego no existieron diferencias en la performance animal.

Al no existir diferencias en la performance animal al utilizar cáscara de arroz y retornable fino de celulosa como fuente de fibra en dietas altamente concentradas aparece como oportunidad la utilización de estos subproductos en sustitución de la fuente de fibra tradicional. Esto trae aparejado ventajas operativas frente al suministro del heno ya que al estar mezclada la fuente de fibra en la ración se evita el trabajo de desarmado, picado y mezclado que requiere el heno. Además se posibilita la incorporación del engorde a corral en predios que no presentan la maquinaria adecuada para el manejo del heno.

Los resultados de este trabajo permiten ampliar la oferta de fuentes de fibra disponibles en el país y darle uso a grandes cantidades de subproductos generados por la industria.

6. CONCLUSIONES

El uso de subproductos agroindustriales como la cáscara de arroz y el retornable fino de celulosa entorno al 5- 7% en dietas de feedlot altamente concentrada permite sustituir fuentes tradicionales de fibra sin perjudicar la performance animal ni la eficiencia de conversión del alimento, sin importar la categoría animal considerada, incluso mejorándola como en el caso de retornable fino en novillos.

El consumo de materia seca medido en porcentaje de peso vivo no fue afectado por la fuente de fibra utilizada en ninguna de las categorías.

En cuanto al comportamiento ingestivo se observó que los novillos alimentados con cáscara de arroz destinaron menos tiempo de las horas de luz al consumo de alimento frente a los otros tratamientos que presentaron iguales probabilidades. En la categoría terneros no se observó diferencias en esta actividad.

La cantidad de tiempo destinado a la rumia fue significativamente inferior en los terneros con respecto a los novillos y dentro de las fuentes de fibra se manifestó mayor tiempo de rumia en los alimentados con heno de moha.

Las características de canal en la categoría novillos no fueron afectadas por los diferentes tratamientos.

7. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar fuentes alternativas de fibra efectiva derivadas de subproductos agroindustriales de baja calidad nutricional en sustitución a la fibra larga aportada por reservas forrajeras. El efecto fue evaluado sobre ganancia de peso, consumo, eficiencia de conversión, comportamiento y características de la canal en novillos y terneros alimentados con dietas de corral altamente concentradas. Fueron formuladas tres dietas isoenergéticas, iso proteicas e iso FDN, para cada categoría utilizando como fuente de fibra cáscara de arroz, retornable fino de la industria de la celulosa y heno de moha como testigo. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, departamento de Paysandú, República Oriental del Uruguay, el cual se inició el 8 de julio 2009 y finalizó el 2 de octubre de 2009. Se utilizaron 36 animales de Raza Hereford pertenecientes al rodeo de cría de la E.E.M.A.C., 18 terneros machos ($130 \pm 5,9\text{kg}$) y 18 novillos ($283 \pm 2,9\text{ kg}$). Los novillos eran nacidos en primavera 2007 y los terneros primavera 2008, todos destetados precozmente a los 80 kg de peso vivo aproximadamente. El efecto de la fibra sobre la ganancia media diaria fue dependiente de la categoría animal, no hallándose diferencias entre fuentes en terneros que ganaron 1, 139kg/día; en tanto en novillos, aquellos alimentados con CA mostraron menor ganancia que RF ($P < .0001$) y HM ($P = 0.0233$), 1,514 kg/día, 2,025 kg/día, 1,773 kg/ha respectivamente. A su vez el tratamiento HM presentó menores ganancias ($P = 0.0251$) que RF. El consumo de materia seca no fue afectado significativamente por la categoría ($P=0,1515$), la fuente de fibra ($P=0,6745$) ni por la interacción entra ambos ($P=0,705$) registrándose valores 2,9 % PV en novillos y 3% PV en terneros. En cuanto a la eficiencia de conversión del alimento en carne el efecto de la dieta fue diferente en cada categoría ($P < 0.05$), dentro de terneros la fuente de fibra no causó efecto significativo siendo 5,4 kg alimento consumido/ kg ganancia de peso. En los novillos la fuente de fibra RF mostró una mejor eficiencia que CA y HM ($P= 0.0005$ y $P= 0.0084$ respectivamente) y estos últimos no difieren estadísticamente. Los valores de eficiencia de conversión en los novillos registrados fueron 4,97 en RF, 6,54 en CA y 6,09 en HM. La fuente de fibra y la interacción categoría*dieta causaron efectos significativos en el comportamiento de consumo, en terneros la fuente de fibra no causo diferencias significativas; en novillos los tratamientos HM y RF (sin diferencias significativas entre si $P < 0,05$) mostraron valores mayores ($P < 0,05$) de probabilidad de encontrar animales comiendo durante las horas de luz que CA. La fuente de fibra no afectó ($P > 0,05$) ninguna de las características referentes a la calidad de la canal. El peso de rumen lleno en el campo, peso del rumen lleno luego del desbaste pre-faena, peso de rumen vacío y el contenido ruminal no fueron afectados por la fuente de fibra analizado tanto en kilogramos como en

porcentaje de peso vivo a la faena. Los resultados obtenidos demuestran que es posible sustituir las fuentes tradicionales de fibra por fuentes alternativas provenientes de los sub-productos industriales, sin afectar negativamente la performance animal ni la eficiencia de conversión, incluso pudiéndola mejorar en algunos casos.

Palabras clave: Feedlot; Fibra; Terneros y novillos.

8. SUMMARY

The aim of this study was to evaluate alternative sources of effective fiber derived from agro-industrial by-products of low nutritional quality to replace the long fiber provided by forage reserves. The effect was evaluated on weight gain, consumption, conversion efficiency, performance and carcass characteristics in steers and heifers fed with diets based on highly concentrated poultry. Three diets were made, iso energy, protein and iso iso FDN for each category as a fiber source using rice husk, returnable fine pulp industry and foxtail millet hay as a witness. The experiment was conducted at the Experimental Station Mario A. Cassinoni, Paysandu, Uruguay, which began on July 8, 2009 and ended on October 2, 2009. 36 Hereford animals were used in the study, they belonged to the EEMAC, 18 male calves (130 ± 5.9 kg) and 18 steers (283 ± 2.9 kg). The steers were born in spring 2007 and the calves in spring 2008, all early weaned at 80 kg live weight approx. The effect of fiber on average daily gain was dependent on the animal category, there were no differences between sources in calves gained 1, 139kg/día, in both calves, those fed CA had lower RF gain ($P < .0001$) and HM ($P = 0.0233$), 1.514 kg / day, 2.025 kg / day, 1.773 kg / ha respectively. In turn, the HM treatment had lower gains ($P = 0.0251$) than RF. Dry matter intake was not significantly affected by category ($P = 0.1515$), the source of fiber ($P = 0.6745$) or the interaction goes both ($P = 0.705$) values were 2.9% PV steers and 3% BW in calves. Regarding the efficiency of feed conversion into meat diet effect was different in each category ($P < 0.05$) within fiber source calves caused no significant effect being 5.4 kg feed consumed / kg weight gain. In steers RF source fiber showed a better efficiency than AC and HM ($P = 0.0005$ and $P = 0.0084$ respectively) and the latter did not differ statistically. The values of conversion efficiency in steers were recorded at RF 4.97, 6.54 and 6.09 in CA in HM. The source of fiber and category * diet interaction caused significant effect on consumer behavior in fiber source calves but caused no significant differences among steers HM and RF treatments (no significant differences if $P < 0.05$) showed higher ($P < 0.05$) likely to find animals eating during daylight hours to CA. Fiber source did not affect ($P > 0.05$) any of the characteristics concerning the quality of the channel. The weight of rumen filled in the field, weight of rumen full bloom after pre-slaughter, empty rumen weight of rumen contents were not affected by fiber source in kilograms analyzed both as a percentage of live weight at slaughter. The results show that it is possible to replace traditional sources of fiber from alternative sources of industrial by-products, without adversely affecting animal performance or efficiency of conversion; even it could be improved in some cases.

Keywords: Feedlot; Fiber; Steers and calves.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ARELOVICH, H.M.; ABNEY, C.S.; VIZCARRA, J.A.; GALYEAN, M.L. 2008. Effects of dietary neutral detergent fiber on intakes of dry matter and net energy by dairy and beef cattle; analysis of published data. (en línea). The Professional Animal Scientist. 24: 375–383. Consultado 15 mar. 2011. Disponible en <http://pas.fass.org/content/24/5/375.short>
2. ARIAS, R. A.; MADER, T.L.; ESCOBAR, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea).Valdivia, Universidad Austral de Chile. pp. 7-22. Consultado 3 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
3. BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. 2006. La fibra en los rumiantes; ¿química o física? In: Curso de Especialización FEDNA (22°. 2006, Barcelona). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 99-113.
4. BARGO, F.; PALLADITO, A.; WAWRZKIEWIOZ, M. 2006. La fibra. (en línea). Infortambo (Buenos Aires). 202: 82-84. Consultado 30 jul. 2009. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
5. BARRA, F. 2005. Manejo de la alimentación de animales a corral. (en línea). Acaecer (Buenos Aires). 30(346):26-32. Consultado 26 may. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
6. BARTABURU, D.; MONTES, E.; PEREIRA, M. 2006. Utilización de la paja de arroz en la alimentación animal. In: INIA; Instituto Plan Agropecuario; Ministerio de Ganadería Argicultura y Pesca. Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis. Montevideo, INIA. pp. 16-17 (Serie Técnica no. 142).
7. BARTLE, S.J.; PRESTON, L. 1991. Dietary roughage regimen for feedlot steers: reduced roughage level (2%) during the mid-finishing period. Journal of Animal Science. 69:3461-3466.
8. _____.; _____.; 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.

9. BAVERA, G.; BOCCO, O.; BEGUET, H.; PETRYNA, A. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. (en línea). *In*: Curso de Producción Bovina de Carne (2005, s.l.). Textos. Río Cuarto, Córdoba, UNRC. FAV. s.p. Consultado 13 dic. 2009. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
10. BLASINA, E.; TARDÁGUILA, R. 2007. La Invernada en los tiempos de la soja; ¿la hora del feedlot? (en línea). *Boletín Conexión Tecnológica*. no. 208: s.p. Consultado 2 mar. 2010. Disponible en <http://www.elagro.com>
11. CALSAMIGLIA, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. *In*: Curso de Especialización FEDNA (8º., 1997, Madrid). Avances en nutrición y alimentación animal. Madrid, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 3-19.
12. CECONI, I.; ELIZALDE, J.C. 2008. Encierre estratégico de terneros. Análisis de casos reales en sistemas de producción de carne. INTA. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. Publicación Técnica no. 41. 64 p.
13. CONSORCIO MOLINERO PRODUCIRÁ ENERGÍA CON LA CÁSCARA EXTRAIDA DEL ARROZ. 2007. (en línea). *El País Digital*. Montevideo, UY, feb. 26: s.p. Consultado 4 nov. 2009. Disponible en <http://www.elpais.com>.
14. CUITIÑO, M.; VÁZQUEZ, A. 2005. Subproductos de la industrialización del arroz. (en línea). *In*: Curso Nutrición Animal. Material de apoyo. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 16 nov. 2009. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy>
15. 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.
16. DE MEDEIROS, M.L.; GARCIA, F.; LEME, P.R.; EVALDO, A.; LENCIONE, T.; DUARTE, D. P. 2002. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado combagaço de

cana de açúcar como único volumoso. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 31 (1): 444-450. Consultado 24 jul. 2010. Disponible en <http://www.scielo.br/scielo/> 24 Jul 2010].

17. 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 búfalos e bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia. 29(5): 1553-1564.
18. ELIZALDE, J.C. 2009. Alimentación y engorde a corral. (en línea). In: Curso para Técnicos y Productores (2009, Young). Teoría y práctica para el uso del engorde a corral en sistemas ganaderos. Young, s.e., s.p.
19. FOX, D. G.; TEDESCHI, L. O. 2002. Application of physically effective fiber in diets for feedlot cattle. Ithaca, NY, Cornell University. Animal Science Department. s.p.
20. GAGGIOTTI, M.C.; ROMERO, L.; BRUNO, O.A.; COMERON, E.; QUARINO, O.R. 1996. Tabla composición química. (en línea). Santa Fé, INTA. Centro Regional Santa Fe. s.p. Consultado 18 mar. 2011. Disponible en http://www.produccionbovina.com/tablas_composicion_alimentos/57-tabla_composicion_quimica_alimentos_1-introduccion.htm
21. GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. 2003 Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. Journal of Animal Science. 81:E8-16.
22. GARCIA, A. 2007. Efectos del medio ambiente sobre los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal s.p. Consultado 3 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
23. 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 mar. 2010. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
24. GONZALEZ, I.; GONZALEZ, G. 1999. Algunos residuos forestales y madereros en la alimentación del ganado. (en línea). Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. 8(1): 349-373. Consultado 2 mar. 2010. Disponible en <http://www.invenia.es>

25. GOROCICA-BUENFIL, M. A. 2005. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. *Journal of Animal Science*. 83(3):705-714.
26. GOROSITO, R. 2008. Silo de sorgo en el feedlot. (en línea). Venado Tuerto, Santa Fe, Pannar Argentina. s.p. Consultado 1 set. 2009. Disponible en http://www.pannar.com.ar/guias_detalle.php?codGuia=38
27. GRANT, R.J. 1994. Influence of corn and sorghum starch on the in vitro kinetics of forage fiber digestion. *Journal of Dairy Science*. 77: 1563-1569.
28. 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.
29. LAGRECA, M.; MEDERO, P.; RATTIN, A. 2008. EL confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 122 p.
30. 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. 2010. Disponible en <http://www.scielo.br/scielo>
31. 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.
32. MADER, T. L.; DAHLQUIST, J. M.; SCHMIDT, L. D. 1991. Roughage sources in beef cattle finishing diets. *Journal of Animal Science*. 69:462-471.
33. MARESCA, S.; SANTINI, F. J.; PAVAN, E. Comportamiento productivo de terneras alimentadas a corral con grano de maíz entero y

- partido. (en línea). Balcarce, Buenos Aires, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias/EEA Balcarce. INTA. s.p. Consultado jul. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/maresca.pdf>.
34. 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.
35. _____. 1997. Creating a system for meeting the fibre requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80:1463-1481.
36. _____. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. Madison, WI, USDA. ARS/US. DIRY Forage Research Center. s.p.
37. 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.
38. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1984. Nutrients requirements of beef cattle. 6th. rev. ed. Washington, D.C., Academic Press. s.p.
39. 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.
40. PARISH, J. 2007. Effective fiber in beef cattle diets. Beef production strategies. (en línea). s.l., Cattle Business in Mississippi. s.p. Consultado dic. 2009. Disponible en http://msucares.com/livestock/beef/mca_mar2007.pdf.
41. PARSONS, C. H.; VASCONCELOS, J. T.; SWINGLE R, S.; DEFOOR, P. J.; NUNNERY, G. A.; SALYER, G. B.; GALYEAN, M. L. 2007. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 85:3079-3089.
42. FIGURINA, G.; METHOL, M. 2004. Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. In: Mieres, J.M. ed. Guía para la

alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Serie Técnica no.142).

43. 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.
44. 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. *RIA*. 31(1): 1-22.
45. _____. 2005. Manual de feedlot. (en línea). Anguil, INTA Anguil. 224 p. Consultado mar. 2010. Disponible en <http://www.youblisher.com/p/22995-Manual-de-FeedLot/>
46. _____. 2006. La fibra en feedlot. (en línea). Buenos Aires, Engormix. s.p. Consultado 30 jul. 2009. Disponible en <http://www.engormix.com>
47. _____.; VOLPI LAGRECA, G., MIRANDA, A.; GARCÍA, T.; GRIGIONI, G.; KUGLER, N. 2007a. 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.*
48. _____.; PORDOMINGO, A.B.; MIRANDA, A.; JUAN, N. 2007b. Efecto del uso de afrechillo de trigo en dieta basada en grano entero en engorde de terneros. *Revista Argentina de Producción Animal*. 27(Suppl.1): 85. Consultado 17 jul. 2010. Disponible en <http://www.aapa.org.ar/congresos/2007/NaPDF/NA56.pdf>
49. 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.
50. SANTINI F. s.f. Uso del maíz en sus varios tipos en la alimentación de vacunos para carne en pastoreo y feedlot. (en línea). Balcarce, Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p. Consultado 15 set. 2010. Disponible en

<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/nutricion/SANTINI.pdf>

51. _____. 2003. ¿Sistema pastoril o feedlot? (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 12 nov. 2009. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>

52. _____.; VILLARREAL, E. L.; FAVERIN, C.; DEPETRIS, G.; PAVAN, E.; GRIGERA, J. J.; GRIGERA, J. M.; COSU, M. E.; SCHOR, A. 2006. Características, composición de carcasa y calidad de carne de novillos de diferente tamaño estructural alimentados en feedlot con dietas de concentraciones energéticas distintas. Balcarce, Buenos Aires, Unidad Integrada FCA/INTA EEA Balcarce (INTA Balcarce, Argentina. UNMDP. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales). Revista Argentina de Producción Animal. 26: 231-244.

53. SAS. 1999. SAS/STAT user's guide; SAS software (release 8.2). Cary, NC, USA. s.p.

54. SIMEONE, A.; BONINO, F.; COSTA, E.; MOYAL, S. 1996a. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos (I). Cangué. no. 6: 27-32.

55. _____. 1996b. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola ganaderos (II). Cangué no. 7: 10-15.

56. _____.; BERETTA, V. 2004. Manejo nutricional en ganado de carne. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (6^a, 2004, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.

57. _____.; _____.; 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^a, 2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.

58. _____.; _____. 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 (12º, 2010, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. s.p.
59. _____.; _____.; ELIZALDE, J.C. 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 (11ª., 2009, Paysandú). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 12-32.
60. 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.
61. 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.
62. 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.
63. URUGUAY. INSTITUTO NACIONAL DE CARNES. s.f. Clasificación de carnes. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 nov. 2009. Disponible en <http://www.inac.gub.uy>
64. _____. MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DIRECCION NACIONAL DE METEOROLOGIA. s.f. Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. Consultado 10 nov. 2009. Disponible en <http://www.meteorologia.com.uy>
65. 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.
66. VAN SOEST, P. J. 1967a. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. *Journal of Animal Science*. 26:119-128.

67. _____.; WINE, R. H. 1967b. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. Journal of Association of Official Analytical Chemists. 50:50-55.
68. _____. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. ed. New York, Cornell University. 463 p.
69. WEISS, W. P. s.f. Factores que afectan los requerimientos de fibra. (en línea). s.l., FEEDNET. Comunidad Internet para la Nutrición Animal Costaricense. s.p. Consultado 15 ene. 2011. Disponible en <http://www.feednet.ucr.ac.cr/bromatologia/farf.htm>
70. WHITE, T. W.; REYNOLDS, W. L. 1969. Various sources and levels of roughage in steer rations. Journal of Animal Science. 28:705-710.

10. ANEXOS

Anexo 1: Fuentes de variación para pesos vivos.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	72.2	4619.09	<.0001
DIETA	2	72.1	0.76	0.4730
CATEG*DIETA	2	71.4	0.33	0.7219
días	1	136	2031.77	<.0001
días*CATEG	1	136	95.67	<.0001
días*DIETA	2	136	4.65	0.0112
días*CATEG*DIETA	2	136	5.80	0.0038
PVINIDESV	1	38.3	470.80	<.0001

Anexo 2: Fuentes de variación para consumo de materia seca como porcentaje de peso vivo.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	30	2,17	0,1515
DIETA	2	30	0,4	0,6745
CATEG*DIETA	2	30	0,35	0,7047
SEMANA	7	208	12,53	<.0001
CATEG*SEMANA	7	208	40,77	<.0001
DIETA*SEMANA	14	208	3,05	0,0003
CATEG*DIETA*SEMANA	14	208	2,73	<.0001

Anexo 3: Fuentes de variación para consumo en kg de MS.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	30	7410,79	<.0001
DIETA	2	30	18,61	<.0001
CATEG*DIETA	2	30	32,75	<.0001
SEMANA	7	208	96,19	<.0001
CATEG*SEMANA	7	208	34,42	<.0001
DIETA*SEMANA	14	208	1,96	0,0226
CATEG*DIETA*SEMANA	14	208	3,02	0,0003

Anexo 4: Fuentes de variación para eficiencia de conversión del alimento.

Fuente de variación	GL	Type Ivss	Mean Square	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	2	4,26687793	2,13343896	4,55	0,0191
DIETA	1	0,0767087	0,0767087	0,16	0,6888
CATEG*DIETA	2	3,41519767	1,70759884	3,64	0,0388
Pvini	1	0,64120432	0,64120432	1,37	0,2517

Anexo 5: Fuentes de variación para comportamiento de consumo total de MS.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	30	1,97	0,1706
DIETA	2	30	10,81	0,0003
CATEG*DIETA	2	30	4,45	0,0204
SEMANA	2	60	2,51	0,0896
CATEG*SEMANA	2	60	0,76	0,4717
DIETA*SEMANA	4	60	1,96	0,1119
CATEG*DIETA*SEMANA	4	60	1,63	0,1778
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	70	3,29	0,043

Anexo 6: Fuentes de variación para comportamiento de rumia.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	30	25,02	<.0001
DIETA	2	30	52,67	<.0001
CATEG*DIETA	2	30	0,63	0,5407
SEMANA	2	60	10,41	0,0007
CATEG*SEMANA	2	60	1,94	0,1521
DIETA*SEMANA	4	60	4,87	0,0018
CATEG*DIETA*SEMANA	4	60	1,19	0,3256
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	70	10,3	0,0001

Anexo 7: Fuentes de variación para comportamiento de descanso.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	30	3,13	0,087
DIETA	2	30	28,02	<.0001
CATEG*DIETA	2	30	4,67	0,0172
SEMANA	2	60	5,27	0,0078
CATEG*SEMANA	2	60	0,32	0,724
DIETA*SEMANA	4	60	4,4	0,0035
CATEG*DIETA*SEMANA	4	60	3,31	0,0162
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	70	3,85	0,026

Anexo 8: Fuentes de variación para comportamiento ingestivo de agua.

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	6,42	0,0263
DIETA	2	12	1,33	0,3011
CATEG*DIETA	2	12	1,38	0,2899
SEMANA	2	24	0,94	0,4048
CATEG*SEMANA	2	24	8,53	0,0016
DIETA*SEMANA	4	24	3,15	0,0325
CATEG*DIETA*SEMANA	4	24	1,86	0,15
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	34	4,25	0,0225

Anexo 9: Fuentes de variación de comportamiento ingestivo de MS (8-11 hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	0,00	0,9996
DIETA	2	12	0,11	0,8971
CATEG*DIETA	2	12	0,31	0,739
SEMANA	2	24	0,00	1,0000
CATEG*SEMANA	2	24	0,00	1,0000
DIETA*SEMANA	4	24	0,35	0,8385
CATEG*DIETA*SEMANA	4	24	0,27	0,8917
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	34	1,79	0,1823

Anexo 10: Fuentes de variación de comportamiento ingestivo de MS (11-14hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	1,28	0,2794
DIETA	2	12	1,45	0,2719
CATEG*DIETA	2	12	0,83	0,4607
SEMANA	2	24	30,44	<.0001
CATEG*SEMANA	2	24	1,66	0,2108
DIETA*SEMANA	4	24	3,08	0,0353
CATEG*DIETA*SEMANA	4	24	2,82	0,0476
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	34	10,26	0,0003

Anexo 11: Fuentes de variación de comportamiento ingestivo de MS (14-17hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	0,45	0,5149
DIETA	2	12	0,84	0,4559
CATEG*DIETA	2	12	0,38	0,6913
SEMANA	2	22	6,08	0,0079
CATEG*SEMANA	2	22	5,90	0,0089
DIETA*SEMANA	4	22	1,19	0,3415
CATEG*DIETA*SEMANA	3	22	0,31	0,8188
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	34	14,69	<.0001

Anexo 12: Fuentes de variación de comportamiento ingestivo de MS (17-18.30hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	0,53	0,4793
DIETA	2	12	4,81	0,0292
CATEG*DIETA	2	12	0,82	0,4631
SEMANA	2	24	5,69	0,0095
CATEG*SEMANA	2	24	1,96	0,1628
DIETA*SEMANA	4	24	1,06	0,3997
CATEG*DIETA*SEMANA	4	24	0,47	0,7544
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	34	13,31	<.0001

Anexo 13: Fuentes de variación de comportamiento de rumia de MS (8-11hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	0,10	0,7618
DIETA	2	12	0,15	0,8595
CATEG*DIETA	2	12	0,08	0,9239
SEMANA	2	21	0,11	0,8958
CATEG*SEMANA	2	21	0,13	0,8752
DIETA*SEMANA	4	21	0,47	0,7541
CATEG*DIETA*SEMANA	3	21	0,30	0,8254
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	26	0,17	0,8421

Anexo 14: Fuentes de variación de comportamiento de rumia de MS (11-14hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	0,00	1,0000
DIETA	2	12	0,00	1,0000
CATEG*DIETA	2	12	0,00	1,0000
SEMANA	2	22	0,00	1,0000
CATEG*SEMANA	1	22	0,00	1,0000
DIETA*SEMANA	2	22	0,00	0,9999
CATEG*DIETA*SEMANA	0	-	-	-
DIA_DENTROSE (SEMANA)	1	20	0,00	0,9987

Anexo 15: Fuentes de variación de comportamiento de rumia de MS (14-17hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	12	0,00	0,9838
DIETA	2	12	0,51	0,6113
CATEG*DIETA	2	12	0,01	0,9871
SEMANA	2	21	0,01	0,9933
CATEG*SEMANA	2	21	0,13	0,8785
DIETA*SEMANA	4	21	0,28	0,8889
CATEG*DIETA*SEMANA	3	21	0,04	0,9900
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	24	2,57	0,0974

Anexo 16: Fuentes de variación de comportamiento de rumia de MS (17-18.30hs).

Fuente de variación	GL Num	GL Den	Valor de F	Pr > F
CATEGORIA	1	11	0,00	0,9985
DIETA	2	11	0,00	1,0000
CATEG*DIETA	1	11	0,00	0,9986
SEMANA	2	20	0,00	1,0000
CATEG*SEMANA	1	20	0,00	0,9982
DIETA*SEMANA	2	20	0,00	1,0000
CATEG*DIETA*SEMANA	3	20	0,00	1,0000
DIA_DENTROSE (SEMANA)	2	25	5,42	0,0111

Anexo 17: Fuentes de variación para peso vivo en frigorífico pre faena.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	1970,50749	985,253745	3,26	0,069
pvINI	1	8316,890397	8316,8904	27,48	0,0001

Anexo 18: Fuentes de variación para peso de la media canal caliente derecha.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	41,1875063	20,5937531	1,56	0,2451
pvINI	1	717,6983785	717,698379	54,27	<.0001

Anexo 19: Fuentes de variación para peso de la media canal caliente izquierda.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	34,6714861	17,335743	1,25	0,3158
pvINI	1	754,9876699	754,98767	54,57	<.0001

Anexo 20: Fuentes de variación para peso canal caliente.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	149,895751	74,947876	1,42	0,2737
pvINI	1	2944,899927	2944,89993	55,92	<.0001

Anexo 21: Fuentes de variación para pH a las 24 horas pos faena.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	0,03251983	0,01625991	2,52	0,1164
pvINI	1	0,00776905	0,00776905	1,2	0,2913

Anexo 22: Fuentes de variación para espesor de grasa subcutánea.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	6,20347268	3,10173634	0,37	0,6946
pvINI	1	0,18115249	0,18115249	0,02	0,8846

Anexo 23: Fuentes de variación para color de músculo parámetro L.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	3,68403636	1,84201818	1,08	0,3665
pvINI	1	18,79498424	18,7949842	11,01	0,0051

Anexo 23: Fuentes de variación para color de músculo parámetro a.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	6,05451943	3,02725971	0,46	0,6397
pvini	1	0,43797792	0,43797792	0,07	0,7999

Anexo 24: Fuentes de variación para color de músculo parámetro b.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	0,02843664	0,01421832	0,01	0,9888
pvini	1	1,2340126	1,2340126	0,98	0,3396

Anexo 25: Fuente de variación para peso de rumen lleno en el campo calculado como porcentaje de peso vivo.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	0,50001867	0,25000934	0,18	0,8337
Pvini	1	0,73267493	0,73267493	0,54	0,4753

Anexo 26: Fuente de variación para peso de rumen lleno en el campo calculado en kilogramos.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	75,993011	37,9965055	0,85	0,45
Pvini	1	335,5407749	335,540775	7,5	0,0169

Anexo 27: Fuentes de variación para peso de rumen lleno al sacrificio medido como porcentaje de peso vivo.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	4,45139555	2,22569777	0,97	0,4047
Pvini	1	0,13399006	0,13399006	0,06	0,8128

Anexo 28: Fuentes de variación para peso de rumen lleno al sacrificio medido en kilogramos.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	114,2019778	57,1009889	0,99	0,3992
Pvini	1	150,1325549	150,132555	2,59	0,1313

Anexo 29: Fuente de variación para peso de rumen vacío medido como porcentaje de peso vivo.PRV

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	1,1038157	0,55190785	7,37	0,0073
Pvini	1	0,01119804	0,01119804	0,15	0,7053

Anexo 30: Fuente de variación para peso de rumen vacío medido en kilogramos.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	20,34573821	10,1728691	5,25	0,0213
Pvini	1	6,22100012	6,22100012	3,21	0,0965

Anexo 31: Fuente de variación para peso de contenido ruminal medido como porcentaje de peso vivo.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	3,52410261	1,76205131	0,96	0,4068
Pvini	1	0,06659708	0,06659708	0,04	0,8515

Anexo 32: Fuente de variación para peso de contenido ruminal medido en kilogramos.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr > F
DIETA	2	82,80967237	41,4048362	0,95	0,4113
Pvini	1	95,23155762	95,2315576	2,19	0,1627

Anexo 33: Calculo de la fibra efectiva de cada dieta.

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

Heno de moha				
Componente	% de la dieta	FDN	fef	FDNef
Sorgo*	76,2	10	0,4	3,4
Heno de moha	13	66	1	8,5
				11,9
Cascara de arroz				
Componente	% de la dieta	FDN	fef	FDNef
Sorgo	79,7	10	0,4	3,2
Cascara de arroz	8,5	85	0,4	2,89
				6,1

* Valor de fef tomado del cuadro 1 del presente trabajo, para el valor del sorgo se tomo como referencia por similitud de composición el maíz grano molido grueso, y para la cascara de arroz se uso el valor de cascara de soja.