

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DEL NIVEL DE FIBRA Y USO DE GRANO ENTERO DE AVENA
COMO FUENTE DE FIBRA EN RACIONES DE CONFINAMIENTO, ASOCIADO
AL SUMINISTRO EN COMEDEROS DE AUTOCONSUMO SOBRE LA
PERFORMANCE DE TERNERAS

por

Santiago CALERO RODRÍGUEZ
Santiago TARUSELLI GONZÁLEZ

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2018

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Virginia Beretta

.....

Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Álvaro Simeone

.....

Med. Vet. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 20 de agosto de 2018

Autores:

Santiago Calero Rodríguez

.....

Santiago Taruselli González

AGRADECIMIENTOS

A nuestros familiares y amigos que nos apoyaron durante todo el camino universitario.

A los tutores Virginia Beretta y Álvaro Simeone, por el apoyo que recibimos y sobre todo el aprendizaje que nos brindaron.

A los funcionarios de la EEMAC, que con su ayuda y dedicación se pudo llevar a cabo el trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	3
2.2. <u>MANEJO DE LA FIBRA EN CONFINAMIENTO</u>	3
2.2.1. <u>¿Cómo medir la fibra?</u>	3
2.2.2. <u>Rol de la fibra en las raciones de corral</u>	4
2.2.2.1. Rol funcional.....	4
2.2.2.2. Rol de la fibra en dietas con alta concentración de voluminosos.....	5
2.2.2.3. Rol de la fibra en dietas altamente concentradas.....	7
2.2.3. <u>Requerimientos de fibra efectiva en dietas de confinamiento</u>	8
2.2.4. <u>Fuentes alternativas de fibra en dietas a corral</u>	9
2.3. <u>GRANO ENTERO DE AVENA COMO FUENTE DE FIBRA</u>	11
2.3.1. <u>Descripción del grano entero de avena</u>	11
2.4. <u>FORMAS DE SUMINISTRO</u>	14
2.4.1. Manejo del comedero.....	15
2.4.2. Utilización del autoconsumo en dietas secas.....	16
2.5. <u>HIPÓTESIS</u>	19
 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	 20
3.1. <u>PERIODO Y ÁREA DE EXPERIMENTO</u>	20
3.2. <u>CLIMA</u>	20
3.3. <u>ANIMALES</u>	20
3.4. <u>INFRAESTRUCTURA</u>	20
3.5. <u>ALIMENTOS</u>	21
3.6. <u>TRATAMIENTOS</u>	22
3.7. <u>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</u>	22
3.7.1. <u>Periodo pre-experimental</u>	22
3.7.2. <u>Periodo experimental</u>	22
3.8. <u>MANEJO SANITARIO</u>	23
3.9. <u>REGISTROS Y MEDICIONES</u>	23
3.9.1. <u>Peso vivo y altura al anca</u>	23
3.9.2. <u>Consumo de materia seca</u>	24
3.9.3. <u>Digestibilidad in vivo</u>	24

3.9.4. <u>Patrón diario de consumo y comportamiento</u>	25
3.9.5. <u>Caracterización del aporte de fibra efectiva del alimento</u>	25
3.9.6. <u>Registros climáticos</u>	25
3.10. <u>ANÁLISIS QUÍMICOS</u>	25
3.11. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	26
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	29
4.1. <u>CONDICIONES CLIMÁTICAS</u>	29
4.2. <u>CARACTERÍSTICA DE LA DIETA</u>	30
4.3. <u>PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA</u>	32
4.4. <u>CONSUMO</u>	34
4.4.1. <u>Estabilidad del consumo entre semanas</u>	35
4.4.2. <u>Estabilidad del consumo entre días</u>	36
4.4.3. <u>Digestibilidad y consumo de nutrientes</u>	37
4.5. <u>EFICIENCIA DE CONVERSIÓN</u>	39
4.6. <u>COMPORTAMIENTO INGESTIVO</u>	40
4.7. <u>DISCUSIÓN GENERAL</u>	41
5. <u>CONCLUSIONES</u>	43
6. <u>RESUMEN</u>	44
7. <u>SUMMARY</u>	45
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
9. <u>ANEXOS</u>	55

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Composición química de los granos.....	12
2. Contenido de minerales de diferentes cereales.....	12
3. Performance en experimentos con autoconsumo como forma de suministro en comparación a su testigo (diario).....	18
4. Variables climáticas del año 2017.....	20
5. Composición de ingredientes y química de las raciones experimentales.....	21
6. Tratamiento sanitario de los animales experimentales.....	23
7. Precipitaciones y temperaturas del periodo experimental.....	29
8. Composición química de la dieta para los diferentes tratamientos.....	30
9. Características físicas de la RTM de los diferentes tratamientos.....	31
10. Composición química del rechazo de los diferentes tratamientos.....	31
11. Ganancia media diaria, peso vivo, altura y relación peso vivo/altura final para terneras de recría consumiendo diferentes tipos de dieta difiriendo la fuente de fibra y forma de suministro	33
12. Efecto de los diferentes tratamientos, fuente de fibra y método de suministro en el consumo de materia seca y eficiencia de conversión.....	35
13. CMS. (%PV) según tratamientos en los días de la semana.....	38
14. Efecto de los diferentes tratamientos y la probabilidad de encontrar diferentes actividades de comportamiento animal.....	40

Figura No.

1	Evolución del peso vivo en el periodo experimental.....	32
2	Evolución semanal del consumo de materia seca como %PV en terneras de recría según la fuente de fibra y el tipo de suministro.....	36
3	Estabilidad del consumo (%PV) entre días.....	36

1. INTRODUCCIÓN

El encierre de terneros es una tecnología que permite agregar valor al producto de los sistemas criadores, al pasar los terneros en confinamiento un invierno dentro del predio.

En dietas altamente concentradas usadas en los corrales, el uso y manejo de la fibra es un factor fundamental en este tipo de dietas. La fibra cumple un rol principalmente mecánico más que de aporte de nutrientes, generando rumia en el animal lo que estimula la producción de saliva y por ende un buen funcionamiento ruminal con pH en el rango adecuado. Elevados niveles de fibra en la dieta, disminuyen la concentración de la misma, además de limitar el consumo animal por efecto llenado, dando como resultado menores ganancias diarias por animal. Es por esto que se busca obtener una dieta en confinamiento con el mínimo de fibra para obtener mejores performances, pero que asegure el buen funcionamiento ruminal.

El uso de fibra larga como por ejemplo heno, sean de alfalfa, moha, entre otros genera problemas operativos en los corrales, tales como el picado de los mismos, el traslado, el cargado en el mixer y almacenamiento, lo que genera continuas pérdidas de fibra en los corrales, y esto para hacerlo de forma eficiente requiere inversión muy importante.

Respecto a lo anterior, en las zonas criadoras al ser de menor disponibilidad maquinarias y equipos, y también insumos como granos y fibra se debió de resolver el problema operativo para realizar corrales de encierre. Por lo que se ha venido estudiando la sustitución de fibra larga por fibra corta, que cumpla la misma función que la anterior, tales como productos de la agricultura (maíz grano entero, avena grano entero), subproductos de la industria de la celulosa (retornable fino) y otros subproductos (cáscara de arroz, semilla de algodón).

Respecto a la utilización de dietas secas, es algo interesante que permite insertar la utilización del autoconsumo para su distribución en el encierre facilitando así la operativa del feedlot. Al utilizar esta tecnología siendo la alimentación *ad libitum* se corre el riesgo de que el animal seleccione la dieta por lo tanto se hace necesario optimizar el buen mezclado de la misma.

Se han probado dietas con diferentes alternativas de fibra corta como lo son el retornable fino y cascara de arroz en distintos experimentos y evaluando la performance animal en la utilización de autoconsumo, pero dichas fuentes de fibra cumplen un rol mecánico, sin aportar nutrientes a la dieta. El grano entero

de avena se presenta como una buena alternativa de fibra corta para este tipo de sistemas, pero debido a que también realiza un aporte de nutrientes se debería evaluar cómo afectan estas características a la performance animal con dicha forma de suministro.

El objetivo del trabajo fue evaluar el nivel de fibra y uso de grano entero de avena como fuente de fibra efectiva con dietas para recría en confinamiento con suministro diario y autoconsumo sobre la performance de terneras.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los antecedentes bibliográficos relacionados al uso de distintas proporciones de fibra larga en dietas de corral, así como también la sustitución de fibra larga por grano entero de avena como fuente de fibra efectiva en dietas altamente concentradas.

Tiene como objetivo analizar el manejo de la fibra en confinamiento, así como su remoción total y sustitución por “fibra corta” dentro de sistemas de recría intensiva a corral.

Se analiza también las formas de suministro (diario vs. autoconsumo) de las raciones sin fibra larga, así como su viabilidad operativa en los corrales.

2.2 MANEJO DE LA FIBRA EN CONFINAMIENTO

Nutricionalmente, la fibra se define como la fracción lentamente digestible o indigestible de los alimentos que ocupa el espacio en el tracto gastrointestinal de los animales (Mertens, 1997). Está compuesta por carbohidratos estructurales: celulosa, hemicelulosa, pectinas, b-glucanos, lignina y ácido fenólico (Bach y Calsamiglia, 2006).

2.2.1 ¿Cómo medir la fibra?

Se han desarrollado varios métodos para medir los compuestos que componen la fibra, el primer método que aparece en la literatura científica se conoce como Análisis de Weende, que, mediante una extracción secuencial con ácido diluido y álcali, representa la porción más indigestible del vegetal y se la nombró como “fibra bruta” (Segura et al., 2007).

Goering y Van Soest (1970), propusieron otra metodología para la estimación de la fibra basada en el uso de detergentes ácidos y neutros que son complementarios. El método de fibra insoluble en detergente ácido (FDA), solubiliza todos los componentes excepto, celulosa, lignina y cenizas; mientras que el método de la fibra insoluble en detergente neutro (FDN) solubiliza todos los componentes excepto celulosa, hemicelulosa, lignina y cenizas, lo que representa el contenido de pared celular menos las pectinas (Heredia Moreno et al., 2003).

Otro aspecto importante con relación a la fibra es la cuantificación de la fibra efectiva y físicamente efectiva de los alimentos.

La fibra físicamente efectiva (FDNfe), está relacionada con las características físicas de la fibra (principalmente el tamaño de partícula), esto influye en la actividad de masticación y naturaleza bifásica del contenido ruminal. La fibra efectiva (FDNe) es la que satisface las necesidades mínimas de fibra manteniendo la producción de grasa de la leche en vacas lecheras, tiene una correlación con la capacidad de un alimento de suplantar por forraje sin que afecte el porcentaje de grasa en la leche (Mertens, 1997).

La respuesta animal que se encuentra asociada con la FDNfe es la actividad de masticación, la FDNfe de un alimento se puede obtener mediante la multiplicación de la FDN por su factor de efectividad física (pef). Este factor, varía desde 0, cuando la FDN no es eficaz en promover la masticación, hasta 1 cuando es totalmente eficaz promoviendo la masticación (Mertens, 2002).

Mertens (1997) propone una cuantificación en laboratorio de la FDNfe simple que se puede realizar mediante la determinación de mediciones químicas y físicas, basada en la concentración de FDN y proporción de partículas retenidas en un tamiz de 1,18mm. Igualmente, Mertens (1997) destaca que se debe de tener en cuenta que la efectividad de la fibra se encuentra relacionada con diversos factores, tales como: tamaño de partícula, forma de partícula, fragilidad, humedad, tipo de conservación y relación entre tiempo empleado en comer y tiempo de rumia.

Otra forma de obtener la FDNfe de forrajes y RTMs es mediante el separador de partículas de forrajes Penn State, desarrollado por Lammers et al., citados por Beauchemin y Yang (2006). Esta determinación se basa en la utilización de bandejas con cribas (criba superior 19 mm, criba media 8 mm, criba inferior 1,18 mm, bandeja fonda) que agitadas de cierto modo separa las partículas y las estratifica, al sumar la fracción de MS contenida en las bandejas superior, media e inferior y multiplicarlo por FDN de la dieta se determina la FDNfe.

2.2.2 Rol de la fibra en las raciones de corral

2.2.2.1 Rol funcional

La fibra en bovinos contribuye al mantenimiento del funcionamiento ruminal (llenado, estímulo de contracciones) y también de las condiciones del rumen, como lo son el pH, a través de la secreción salivar, que dependen de la masticación y la rumia (Nocek 1994, Calsamiglia 1997). Estas dos funciones

dependen de la composición, degradabilidad y la forma de presentación de la fibra (Calsamiglia, 1997).

El medio ruminal es un ecosistema con características bien definidas y poco variables, donde se encuentran numerosas especies microbianas, siendo las bacterias y los protozoos las más numerosas. La fibra fermenta lentamente en el rumen por acción de las bacterias fibrolíticas, este proceso de degradación comienza con la adhesión de las bacterias a la pared vegetal, proceso que se realiza a una velocidad inversamente proporcional al grado de lignificación de esa pared. Durante el proceso de fermentación de la fibra se generan ácidos grasos volátiles (AGV, acetato en mayor proporción) como productos finales y se pierde un carbono en forma de metano por lo que el proceso es energéticamente menos eficaz que la fermentación de otros nutrientes. La degradabilidad efectiva en el rumen de la fibra potencialmente degradable depende de la velocidad de tránsito ruminal y de su velocidad de degradación (Calsamiglia, 1997).

Mertens (1987) indica que la fibra presenta el inconveniente de limitar el contenido energético de las raciones (baja digestibilidad) y el potencial de ingestión.

La correcta formulación de raciones debe de buscar un equilibrio entre la ingestión máxima de materia seca (niveles bajos de FDN) y el mantenimiento de las funciones y condiciones normales del rumen (aportando niveles mínimos de FDN y FDA, Calsamiglia, 1997).

Para esto Bach y Calsamiglia, citados por Palladino et al. (2006), reportan que la fibra efectiva es el criterio de formulación más válido para valorar el aporte mínimo de fibra que garantiza una alimentación adecuada.

2.2.2.2 Rol de la fibra en dietas con alta concentración de voluminosos

Se consideran voluminosos aquellos alimentos que presentan un contenido mayor a 18% de fibra cruda o 35% de pared celular (Pigurina y Methol, 2004). Simeone et al. (1996) afirman que este tipo de alimentos son de poca relevancia como fuente de energía y proteína, pero son incluidos dentro de la dieta para contribuir a un correcto funcionamiento ruminal.

Chimwano et al. (1976), afirman que la degradabilidad de la fracción fibra es mayor al aumentar la proporción de voluminoso de la dieta. Kennedy y Buting (1992) trabajando con carneros fistulados alimentados con dietas con distintas proporciones de heno (90, 60 y 30%) reportan la disminución lineal de la degradabilidad de la fibra al disminuir la proporción de heno.

Según Palladino et al. (2006), tanto la calidad de la fibra como el procesamiento del alimento van a determinar la susceptibilidad al ataque por los microorganismos ruminales. Valores de pH ruminales menores a 6,2 provocados por un aumento en la producción de AGV al agregarse concentrado, afectando de forma negativa la digestibilidad de la fibra.

Galyan y Defoor (2003) advierten que cambios en la fuente y concentración de forrajes afectan el consumo de materia seca (CMS), del ganado en feedlot. Defoor et al. (2002) evaluaron el efecto de la concentración y la fuente de fibra en el consumo y rendimiento de vaquillonas (PV: 389 kg) en terminación. Las fuentes de fibra utilizadas fueron: heno de alfalfa, heno de sudangrass, paja de trigo y cáscara de semilla de algodón; las concentraciones fueron 5, 10 y 15% de la dieta en base seca. Se observó menor consumo de energía neta para ganancia cuando las vaquillonas fueron alimentadas con heno de alfalfa, explicado principalmente por su menor nivel de FDN. Las vaquillonas tendieron a aumentar el consumo para compensar la dilución de energía cuando aumentaba el nivel de FDN de los forrajes. También la fibra presentó un efecto benéfico sobre el pH ruminal (rumia y salivación) lo que podría explicar la correlación positiva entre el consumo de energía neta ganancia y el contenido de FDN de la dieta, tomando en cuenta que la ingesta no estaba limitada por llenado físico. Por lo tanto, indican que la fuente y el nivel de fibra en dietas de engorde a corral tienen efectos sobre el CMS. Al adicionar más FDN en la dieta cuando el consumo en dietas concentradas es bajo en relación a los requerimientos de energía para mantenimiento, tiende a aumentar el consumo de energía neta de ganancia por parte del animal.

La calidad del forraje es importante para dietas con alta concentración de voluminoso, como por ejemplo en dietas a corral basado en ensilaje de maíz, con participaciones de grano inferiores al 30% de la dieta total (Parra et al., 2006).

En los planteos de engorde a corral la fibra constituye un problema, cuando se la incluye en alta proporción, disminuye la concentración energética de la dieta y limita el potencial de ingestión, por lo que las tasas de ganancia diaria también disminuyen (Gingins, 2000).

Como consecuencia de esto las dietas a corral buscan bajar la proporción de fibra.

2.2.2.3 Rol de la fibra en dietas altamente concentradas

La fibra en dietas a corral es el insumo más caro por unidad de energía digestible, también resulta en una limitante operativa y económica, es por esto que se busca niveles bajos de fibra (Pordomingo et al., 2002).

En dietas altamente concentradas (80% concentrado) la fuente de fibra pasa a tener un rol predominantemente mecánico, buscándose que la misma promueva la masticación, rumia y salivación, y consecuentemente un efecto buffer sobre el pH ruminal, fundamentalmente para prevenir trastornos digestivos, maximizando así el consumo de energía neta del vacuno para ganancia de peso vivo (Defoor et al., 2002).

La pieza central del control del equilibrio ruminal es el pH, ya que de este depende, directa o indirectamente, la supervivencia de las bacterias fibrolíticas, el equilibrio de la microflora ruminal y, en consecuencia, la concentración de los principales AGV (Dirkesen, 1969).

En dietas concentradas, cuando los alimentos son ricos en carbohidratos no fibrosos, la fermentación ruminal resulta en un aumento en la producción de AGV, H₂ y lactato, de esa forma los mecanismos tamponantes del rumen pueden ser suplantados y el pH ruminal puede caer a niveles críticos (debajo de 5,5), ocasionando acumulación de AGV y lactato (Hall, 1998). A partir de esto la motilidad ruminal es deprimida por el estímulo continuo que realizan los AGV sobre los receptores epiteliales de la mucosa ruminal que inhiben los centros gástricos, esa atonía perjudica la absorción de productos de fermentación ruminal, lo que conlleva a una distensión ruminal por el acumulo de los mismos (Pereira y Armentano, 2000). Esto puede generar un grave descenso del pH ruminal resultando en la muerte de los microorganismos ruminales más sensibles al pH bajo (bacterias celulíticas y protozoarios, Scott et al., 2011). Este ambiente ruminal es propenso a proliferación de bacterias ácido tolerantes, desencadenando una elevada producción de ácido láctico y consecuentemente trastornos acidóticos (Asanuma e Hino, 2002).

Bartle et al. (1994) encontraron que en dietas que contenían 10, 20 y 30% de forraje, la ganancia de peso disminuye para el valor mayor (30%) sin diferencias entre los dos primeros niveles, los autores reportan que el consumo no compensa la dilución de la energía en dietas con 30% de forraje. La eficiencia de conversión fue mejor para el nivel más bajo de fibra (10%) quedando en evidencia las diferencias de consumo en los tres niveles.

2.2.3 Requerimientos de fibra efectiva en dietas de confinamiento

Las concentraciones mínimas recomendadas de fibra se basan en mantener la salud ruminal y del animal, mientras que las concentraciones máximas de fibra estarán determinadas por los requerimientos de energía del animal, debido a que como se mencionó anteriormente a un mayor nivel de fibra en la dieta puede estar limitando el consumo voluntario de materia seca mediante el efecto del llenado del rumen (Keim, 2013).

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

Pordomingo (2005), explica que la cantidad mínima de fibra a incorporar en una dieta, para que mantenga una actividad fermentativa adecuada es de 10% de FDA, en base seca. También menciona que al menos la mitad del aporte tiene que ser FDN efectiva o fibra larga, y en este caso la función de la misma es para la generación de un efecto mecánico, lo que abre posibilidades a utilizar diversos sustitutos de bajo costo.

El requisito de FDNfe en la dieta va a depender de varios factores característicos de la ración, tales como el grado de procesamiento del grano, el nivel y la velocidad de fermentación del almidón, la relación forraje/concentrado entre otros (Zebeli et al., 2012).

Recomendaciones de fibra físicamente efectiva de 7 a 10% en raciones de feedlot de terminación, altamente concentradas son indicadas por Fox y Tedeschi (2002), con la finalidad de mantener el pH del rumen por encima de 5,7, que es el umbral por debajo del cual los bovinos reducen la ingesta de MS (Britton y Stock, 1986).

Por otro lado, si el objetivo fuese maximizar la digestibilidad de la pared celular para optimizar la utilización de forraje, se necesitaría un mínimo de 20% de FDNfe en la dieta base (Fox y Tedeschi, 2002).

El rango estimado por Mertens (2002) fue de 12 a 18% de MS de la ración, siendo un óptimo 15%, este rango se puede ver modificado para coincidir con diversos objetivos, por ejemplo, si se quiere minimizar los abscesos hepáticos el incremento de la FDNfe de 15 a 18% reduce esta

incidencia y también mantiene altas tasas de ganancia. Si se quiere mejorar la eficiencia de conversión se puede reducir hasta 12% la FDNfe.

Además de los diversos objetivos, también existen consideraciones nutricionales que son explicadas por el autor, que se deben de tener en cuenta cuando se ajusta la FDNfe y estas son: las proporciones de carbohidratos fácilmente fermentables, subproductos incluidos a las dietas, aumento de concentraciones de grasas en raciones (disminuye fermentación ruminal, por lo que el mínimo de FDNfe puede reducirse), la consistencia en la composición de la ración y los horarios de alimentación (evitar consumos y/o suministros desparejos para evitar cuadros acidóticos), utilización de buffers, el manejo del comedero y frecuencia de alimentación.

2.2.4 Fuentes alternativas de fibra en dietas a corral

Las necesidades de fibra en los planteos de feedlot, son frecuentemente bajas, la provisión de la misma es generalmente una limitante tanto económica como operativa. Tanto el heno cosechado en rollos, como el ensilaje de planta entera (fibra larga) son procesados para su mezclado en la dieta, convirtiéndose en los insumos más caros por unidad de energía digestible, incluso en feedlots de poca escala, el procesamiento de estos materiales traería aparejados problemas de logística. La sustitución de la fibra larga por otras fuentes de fibras sosteniendo una fermentación adecuada, simplifica la operativa de la alimentación a corral y haría posible numerosos planteos de engorde (Pordomingo, 2005).

Pordomingo (2005) describe fuentes alternativas de fibra tales como cáscaras de semillas (de algodón, de girasol o de maní), residuos fibrosos e incluso cama de aves.

En Argentina, Pordomingo et al. (2002), utilizando novillos de diferente peso vivo: $155 \pm 9,7$ y $269 \pm 10,8$ kg de peso vivo inicial, evaluaron dietas sin fibra larga, basadas en grano entero de maíz difiriendo en la fuente de fibra efectiva: T1= grano de maíz entero (73,5%)+ harina de girasol (15%)+ heno de alfalfa (11,5%); T2= grano de maíz entero (75,5%) + harina de girasol (24,5%); T3= grano de maíz entero (61%)+ grano de avena entero (16%) +harina de girasol (23%). No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para la ganancia diaria, que fue en promedio 1,33 kg/animal/día y presentando una eficiencia de conversión de 5,47 kg de MS de ración por kg de ganancia del animal.

En INTA Concepción del Uruguay Vittone y Lado (2013), también llevaron a cabo un experimento removiendo la fibra larga, donde se evaluaron

terneros de recría, con dietas sin fibra larga, utilizando grano entero de maíz y sorgo molido. El período experimental duró 94 días y todas las raciones fueron corregidas con un concentrado proteico comercial (Indicador ACA 40% proteína bruta). Los tratamientos fueron: T1= 100% grano entero maíz; T2= 70% grano entero maíz 30% sorgo molido; T3= 35% grano entero de maíz 65% sorgo molido; T4= 100% sorgo molido. Para las raciones con más de 50 % de grano molido el riesgo de timpanismo y acidosis son importantes. La mejor eficiencia de conversión se obtuvo con las raciones formuladas en base a 70% grano entero de maíz y 30% de sorgo molido del total de la fracción energética de la dieta. Usando en forma separada los cereales se obtuvieron peores eficiencias de conversión.

A nivel país, Simeone et al. (2008), reportan que comenzaron a trabajar buscando diferentes alternativas para sustituir el heno (fibra larga) por diferentes subproductos de la agroindustria, para generar información y comprender la respuesta animal con cambios sustanciales en cantidad y tipo de fibra aportada.

Simeone et al. (2008) realizaron un experimento con animales de 342 kg, en donde probaron la remoción de fibra larga en dietas altamente concentradas. Se probó sustituir la paja de trigo por afrechillo de trigo como fuente de fibra (15%) con una dieta restante con concentrado de: sorgo molido, harina de girasol y urea. En dicho experimento las variables evaluadas fueron ganancia diaria, consumo, eficiencia de conversión y calidad de la canal. Teniendo en cuenta dietas con iguales niveles de fibra efectiva, energía metabolizable y proteína cruda fue posible la sustitución de paja de trigo por afrechillo de trigo sin afectar significativamente la performance animal.

Por lo que en los años siguientes se evaluaron otros subproductos tales como cáscara de arroz y retornable fino en dietas altamente concentradas sobre la performance de terneros y novillos a corral.

La cáscara de arroz se obtiene mediante un proceso de descascarillado luego de que el arroz sea previamente sometido a la limpieza y secado hasta llevarlo a 13% de humedad. Del total del arroz con cáscara que ingresa al molino se obtiene 70% de arroz blanco, 20% de cáscara de arroz y 10% de afrechillo (Beretta et al., 2010).

El retornable fino es un subproducto obtenido de la madera. Luego de que la misma llega a la planta de celulosa donde es chipeada y echada a la caldera de acopio. Lo que sobra de este proceso es clasificado según el tamaño de partícula como fino o grueso, que este a su vez es acopiado y luego devuelto a las plantaciones a través de equipos de distribución. También este

subproducto es utilizado como fuente de combustible en otras plantas de celulosa (Beretta et al., 2010).

Se puede concluir que debido a la dificultad que conlleva la fibra en los corrales de engorde se están buscando sustitutos que cumplan la misma función y aporte de fibra efectiva para facilitar la logística y operativa del corral, respecto a su búsqueda en el país se conllevan diferentes experimentos año a año en los cuales se está demostrando la viabilidad.

En esta búsqueda de fuentes de fibra corta se ha considerado la utilización de granos vestidos (grano que se encuentra envuelto por glumas) los cuales presentan un almidón de alta degradabilidad en rumen también pueden tener un buen aprovechamiento al disminuir el riesgo de acidosis, ya que al ser vestidos se estimula la rumia, la secreción de sustancias buffer y se promueve el quebrado de los mismo por una mayor masticación (Pordomingo, 2005).

2.3 GRANO ENTERO DE AVENA COMO FUENTE DE FIBRA

2.3.1 Descripción del grano entero de avena

El grano entero de avena se diferencia de los demás cereales por su contenido de FDN, valores tabulares indican que la avena posee contenidos inferiores de almidón y mayores de fibra y aceites comparados con otros concentrados energéticos (NRC, 1996).

El valor nutritivo del grano entero de avena depende mayormente de la relación entre la cascarilla y el grano, la proporción de glumas en los granos varía desde 23 y 35 % (McDonald et al., 2006). La presencia de esta cubierta es la causa por la cual se clasifica como grano vestido.

La envoltura se encuentra compuesta casi en su totalidad por paredes celulares que contienen celulosa, hemicelulosa (las que son parcialmente digeridas por el rumiante) y lignina (Albeitar Portal Veterinaria, 2001). Cuanto mayor sea la proporción de cáscara en el grano entero de avena, va a ser más rica en fibra bruta y de menor valor en energía metabolizable por kg de materia seca (McDonald et al., 2006).

Cuadro No.1. Composición química de los granos

Grano	FDN (%)	FDA (%)	PC (%)	Almidón (%)
Avena	32	15	13,3	44
Maíz	10	3	10	72
Sorgo	12	6	11,5	67,2
Cebada	19	6	13,5	59,7
Trigo	13	4	13	68

Fuente: Mertens (2002).

También se diferencia de otros cereales por el tipo de almidón que contiene en el endosperma, es casi en su totalidad digerido en rumen (98,5%), lo que es de importancia en la nutrición animal. Debido a que el almidón es muy fermentable se torna peligroso, sin embargo, el contenido de almidón por kg de grano es notablemente inferior, por ejemplo, que el de trigo y tiene más fibra por lo que lo hace un grano más seguro con menores posibilidades de causar acidosis (Elizalde, 2015).

En lo que respecta a la proteína del grano de avena, esta varía entre 70 y 150 g/kg, se caracteriza por ser de baja calidad por los menores niveles de aminoácidos esenciales como metionina, histidina y triptófano. El aminoácido más abundante de la proteína de la avena es el ácido glutámico, cuyo contenido puede llegar hasta 200 g/kg (Mc Donald et al., 2006).

El contenido de grasas es superior al de otros cereales, encontrándose en el endosperma alrededor del 60% y siendo este contenido lipídico rico en ácidos grasos insaturados.

Cuadro No.2. Contenido de minerales de diferentes cereales

Minerales	Avena	Maíz	Sorgo	Cebada	Trigo
Calcio(g/kg)	0,8	0,3	0,5	0,5	0,5
Fósforo(g/kg)	3,2	0,7	3,5	4	3,5
Magnesio(g/kg)	1,5	1,1	1,9	1,3	1,2
Sodio(g/kg)	0,6	0,2	0,4	0,2	0,1
Cobre(mg/kg)	3	2,5	10,8	4,8	5
Manganeso(mg/kg)	20	6	16	18	42
Cinc(mg/kg)	17	16	15	19	52
Cobalto(mg/kg)	0,05	0,02	0,14	0,04	0,05

Fuente: McDonald et al. (2006).

Respecto al contenido mineral de los diferentes granos, se puede concluir que presentan un contenido de Ca bajo, y es rico en fósforo, la relación Ca/P varía de 0,1 a 0,25 lo que es inferior al óptimo de 1,5 (Albeitar Portal Veterinaria, 2001).

Las variedades utilizadas de avena, son la *Avena sativa* (blanca) presenta el mayor rendimiento y calidad de grano. La *Avena byzantina* (amarilla) generalmente usada para doble propósito (pastoreo y grano) contiene mayor relación cáscara/grano respecto a la avena blanca. Por último, se encuentra la *Avena strigosa* (negra), que se utiliza para pastoreo directo y presenta bajos rendimientos de grano (Ayala et al., 2010).

Las diferencias entre variedades de avena (*sativa*, *byzantina* y *strigosa*) no son tan relevantes nutricionalmente, pero sí pueden variar el peso hectolítrico respecto a la variedad, época de siembra, tipo de suelo, fertilización y condiciones estacionales del cultivo. Para ser de buena calidad el grano debe presentar un elevado peso hectolítrico (50 kg/hl para avena entera y de 19-22 kg/hl para aplastada, Camps y González, 2001).

García y Oneto (2017), evaluaron la viabilidad de utilización de GEA como fuente de fibra efectiva en dietas altamente concentradas en encierre de terneros. Para dicho experimento se utilizaron 24 terneros Hereford de 177 ± 18 kg, los cuales fueron divididos en 4 tratamientos con dos repeticiones cada uno y se les suministro dietas isoproteicas con diferentes niveles de inclusión de GEA. Siendo los tratamientos: T1: heno 21%, GEA 0%; T2: heno 14%, GEA 7%; T3: heno 7%, GEA 14%; T4: 0% heno, GEA 21%. El experimento demostró la viabilidad de la sustitución de fibra larga por GEA, no afectando significativamente el peso final de terneros, pero si variando la GMD (máxima en T2), disminuyendo el consumo al aumentar niveles de GEA, y una tendencia a disminuirla EC.

Cedrés y Zabalveytia (2017), en su trabajo evaluaron el efecto de la sustitución creciente de fibra larga por grano entero de avena como fuente de fibra efectiva en dietas concentradas sobre la performance y eficiencia de uso del alimento en terneras destetadas precozmente a corral. Se utilizaron 24 terneras nacidas en la primavera de 2015 que presentaban una edad de 64 ± 10 días y $77,5 \pm 13$ kg. Los tratamientos evaluados constan de RTM variables en su composición. T1: 70% ración comercial de destete precoz (RCDP) y 30% heno de alfalfa (HA); T2: 70% RCDP, 20% HA y 10% GEA; T3: 70% RCDP, 10% HA, 20% GEA; T4: 70% RCDP, 30% GEA. Las terneras fueron alimentadas *ad libitum* con suministro diario.

La ganancia media diaria presentó una respuesta cuadrática con el nivel de sustitución de GEA por HA, y esta variable fue máxima cuando se sustituyó HA por GEA en un 18,5%. El consumo de materia seca no se vio afectado significativamente en los distintos tratamientos. Si existió una tendencia en la mejora de la eficiencia de conversión, debido a una mejora en la calidad de la dieta.

2.4 FORMA DE SUMINISTRO

El consumo es el primer factor asociado al aumento de peso (Pordomingo, 2013). Aspectos relacionados a la forma en que se suministra el alimento pueden incidir sobre el consumo.

El suministro puede ser *ad libitum* o libre elección, garantizando una disponibilidad continua de la ración en el comedero (Schwartzkopf-Genswein y Gibb, 2000), o alimentación restringida, en la cual generalmente al 85, 90% del consumo voluntario del animal (Pordomingo, 2013).

Al trabajar con alimentación *ad libitum*, es recomendable realizar la rutina de alimentación varias veces por día, con el objetivo de amortiguar las caídas de pH por consumos elevados de alimentos en formas menos frecuentes. Manteniendo de esta manera el rumen del animal en niveles superiores a 5,5 para evitar trastornos digestivos (Kaufmann, Kaufmann et al., citados por Pordomingo, 2013).

Al ofrecer 2 o 3 veces por día, el consumo será más homogéneo, debido a que hay menor separación de los componentes de la RTM, menor selección, con esto menor incidencia de acidosis subclínica (empacho), y mayor aprovechamiento total de la dieta (Pordomingo, 2013).

También se alcanza un máximo consumo cuando el animal dispone de alimento a voluntad en todo momento.

Otros aspectos como el número de comidas por día y la tasa de consumo, estarían contribuyendo al consumo total de alimento y a su vez esto refleja la elección y la palatabilidad del alimento por parte del animal (Van Soest, 1994).

Respecto a las dietas con alimentación restringida se realiza como estrategia para aumentar la eficiencia de conversión, y regular los sobreconsumos (Galyean, citado por Pordomingo, 2013). En la mayoría de las dietas con alta energía (en base a 70 a 90% de grano), restricción en la oferta diaria de 10 a 15% respecto al consumo voluntario, resulta en ganancias de

peso similares a los alcanzados cuando son alimentados *ad libitum*, particularmente en etapas tempranas del engorde (Hicks et al., citados por Pordomingo, 2013).

Estos experimentos fueron realizados en comederos lineales de acceso frontal con un frente de ataque de 30 cm por animal (Pordomingo, 2013).

Existe otra forma de suministrar el alimento que es mediante la utilización del autoconsumo, tecnología que se puede aplicar dentro del corral.

Toffaletti et al. (2015), realizaron un experimento comparando diferentes formas de suministros (autoconsumo (AC) vs. suministro diario (SD)) de dietas en corral de engorde, se utilizaron 24 novillos Aberdeen Angus de 18 meses a los cuales se alimentó con una dieta constituida por 85% grano entero de maíz + 15% de expeler de girasol. Las variables evaluadas fueron consumo de materia seca, ganancia media diaria, eficiencia de conversión y espesor de grasa dorsal. El experimento no reportó diferencias significativas en eficiencia de conversión, ganancia media diaria y espesor de grasa dorsal, pero si existieron diferencias en consumo de materia seca, siendo mayor cuando se utilizó autoconsumo, esto se pudo haber explicado por un menor aprovechamiento de los granos en autoconsumo.

2.4.1 Manejo del comedero

En los corrales de engorde se hace de mucha importancia el manejo de los comederos, debido a que se debe consumir respecto a lo planificado en la dieta base, para lograr buenas tasas de ganancia de peso y tratar de que no haya trastornos digestivos tales como acidosis subclínica, daños hepáticos, entre otros (Pordomingo, 2013).

En un feedlot se debe de hacer todos los días la lectura del comedero por la mañana para determinar si se debe ajustar la ración. Esta consta de una escala de 4 grados.

Grado 0: comedero vacío.

Grado 1: es el estado ideal. Es cuando queda el 5 % o casi nada del alimento que se ofreció el día anterior.

Grado 2: se han comido el 90 % de lo ofrecido, pero no lo comieron en forma pareja, generalmente están vacíos en el centro y con comida en los costados. Esto es indicativo de que los animales no están cómodos en el corral.

Grado 3: en los comederos hay más de un 25 % de alimento del día anterior. Esto se debe generalmente a errores en los cálculos de consumo o a dietas con bajo contenido de MS (<75 %).

Se disminuye en un 15-20 % la cantidad de alimento a suministrar, si la lectura los siguientes días continuara en grado 3, se revisa la composición de la ración y el contenido de materia seca de esta (Pordomingo et al., 2002).

2.4.2 Utilización del autoconsumo en dietas secas

El suministro del alimento en comederos de en autoconsumo consiste en permitir el acceso de los animales a un comedero que provee alimento a medida que es requerido por el animal.

En el cuadro No. 3, se presentan ciertos trabajos que tienen en común la evaluación de la misma forma de suministro, autoconsumo vs. suministro diario.

Lagrecá et al. (2008), llevaron a cabo un experimento que en primera instancia evaluaron el efecto de diferentes estrategias de suministro del concentrado y del voluminoso sobre la performance de terneros de destete convencional, manejados en régimen de confinamiento durante el periodo invernal con dietas incluyendo reservas forrajeras como fuente de fibra larga. Las ganancias de peso vivo observadas se ubican dentro del rango esperado de acuerdo a la formulación de la dieta y nivel de consumo. El mezclado del fardo con el concentrado no mejoró la ganancia de peso en el corral. Tampoco hubo respuesta cuando el suministro controlado de heno en el comedero, se sustituyó por el suministro del fardo *ad libitum* en el corral. Estrategias de suministro del alimento en las que el voluminoso se ofreció en forma separada del concentrado no afectaron la ganancia de peso vivo de terneros alimentados en condiciones de corral, independientemente del nivel de oferta de dicho alimento.

Beretta et al. (2010), evaluaron en un experimento con terneros Hereford de 148 kg PV inicial, durante el invierno con una duración de 89 días, se evaluó el sistema autoconsumo en corrales con dietas altamente concentradas sin fibra larga, utilizando cáscara de arroz (6,3%). Se midió el consumo de materia seca, ganancia diaria y eficiencia de conversión. Los tratamientos difirieron en el método de suministro del alimento (diario vs. autoconsumo), siendo ambos *ad libitum*. La forma de suministro no afectó a la ganancia de peso. Al inicio de la primavera los terneros registraban un peso promedio en torno a los 260 kg, sin diferencias entre tratamientos. El consumo de materia seca fue menor para el tratamiento con autoconsumo, lo cual

determinó una mejor eficiencia de conversión durante el periodo de alimentación a corral. Estos resultados demuestran la viabilidad del uso del sistema de autoconsumo para el suministro de raciones totalmente mezcladas, altamente concentradas sin fibra larga, incluyendo cáscara de arroz como fuente de fibra, en la alimentación a corral de terneros de destete.

Casaretto et al. (2017), evaluaron el efecto de la fuente de fibra (fibra larga vs. fibra corta) y de la forma de suministro, en el caso de la RTM sin fibra larga (suministro diario vs. comederos de autoconsumo), con novillos de 348 kg. A los mismo se le suministraron dos dietas diferentes, una con fibra larga (20% heno de moha y 80% de concentrado) y otra sin fibra larga (8% retornable fino y 92% de concentrado). No se encontraron diferencias en ganancia diaria entre las distintas formas de suministro, pero sí en consumo de materia seca siendo este mayor para el caso del tratamiento con autoconsumo dando como resultado una peor eficiencia de conversión de los novillos alimentados en autoconsumo respecto a los alimentados diariamente.

Cuadro No.3. Performance en experimentos con autoconsumo como forma de suministro en comparación a su testigo (diario)

	Beretta et al. (2010)	Casaretto et al. (2017)	Manalinsky y Rodríguez (2015)	Félix y Marizcurrena (2017)
Peso vivo inicial (kg)	148	362	87,9	101,47
RTM (relación concentrado/voluminoso)	94:6	92:8	92:8	80:20
Ganancia de peso (kg/animal/día)				
Testigo	1,51	1,8	1,48	1,38
Autoconsumo	1,36	1,7	1,48	1,4
Consumo MS (%peso vivo)				
Testigo	3,72	2,7	3,50	3,97
Autoconsumo	3,15	2,8	3,76	3,58
Eficiencia de conversión (kg consumidos/kg ganados)				
Testigo	4,48	5,9	3,12	3,82
Autoconsumo	4,20	6,8	3,51	3,43

2.5 HIPÓTESIS

En dietas con mayor proporción de voluminosos la performance animal será menor debido a una menor concentración energética de la dieta, además de una posible restricción del consumo por efecto de llenado.

En dietas altamente concentradas ofrecidas a terneras alimentadas a corral es posible la sustitución de heno de moha por grano entero de avena, en tanto se mantenga el aporte mínimo de FDN efectiva en la dieta, sin afectar la performance animal a corral.

En dietas sin inclusión de fibra larga, se puede sustituir el suministro diario de la ración por el uso de comederos autoconsumo, sin afectar la performance animal a corral.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PERIODO Y ÁREA DE EXPERIMENTO

El experimento se llevó a cabo entre el 6 de junio y 15 de setiembre de 2017 en los corrales de encierro, de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), ubicada en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), localizada en el departamento de Paysandú sobre el km 363 de la ruta nacional No.3.

3.2 CLIMA

En el cuadro No.4 se presentan los promedios históricos de variables climáticas como temperaturas, y precipitaciones que se dieron en la localidad de Paysandú para los meses del periodo experimental. La información fue recabada de la Estación Meteorológica de la EEMAC.

Cuadro No.4. Variables climáticas del año 2017.

Variable	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Temperatura media °C	13,5	14,3	14,6	16,3
Temperatura mínima °C	9	10,1	9,8	11,8
Temperatura máxima °C	18,2	19,4	19,6	21
Precipitación, mm	20,1	54,9	326,1	202,7

Fuente: UdelaR. FA (2017).

3.3 ANIMALES

Se utilizaron 32 terneras Hereford de 143 kg de peso vivo, nacidas en la primavera 2016, provenientes del rodeo experimental de la Estación Experimental M. A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía (Paysandú).

3.4 INFRAESTRUCTURA

El experimento fue realizado en 8 corrales semitechados, de limitados por 3 hilos eléctricos, con un ancho de 9 m y un largo de 6 m, donde se ubicaban 4 animales, por lo que disponían de 54 m² por corral. Los corrales presentaban piso de balastro apisonado, cada uno contó con un comedero colocado bajo la parte techada y un bebedero con suministro con agua de calidad *ad libitum*.

3.5 ALIMENTOS

Se utilizaron tres raciones totalmente mezcladas (RTM) difiriendo en la cantidad y principal fuente de fibra efectiva utilizada: heno (H) o grano entero de avena (GEA). En el cuadro No.5, se presenta la composición de ingredientes y composición química de la RTM.

Cuadro No. 5. Composición de ingredientes y química de las raciones

	70/30	35/65	GEA35
Heno de moha, %	70	35	0
Grano de avena, %	0	0	35
Grano de sorgo molido, %	5	40	40
DDGS de sorgo, %	20	20	20
Núcleo, %	5	5	5
	70/30	35/65	GEA 35
MS%	92,6	92,3	92,2
PC%	14,4	14,3	14,7
FDN%	62,2	42,7	30,5
FDA%	32,8	21,8	14,1
EE%	3,7	4,2	5,1
C%	9	5,8	3,6

3.6 TRATAMIENTOS

Los 32 animales utilizados en el experimento fueron loteados en dos grupos por su peso vivo, en livianas ($139 \pm 6,7$ kg) y pesadas ($161 \pm 7,5$ kg), dentro de cada grupo los animales fueron asignados al azar a uno de los cuatro tratamientos quedando de esta forma 4 tratamientos con dos repeticiones integradas por 4 animales cada una.

Los tratamientos 70/30, 35/65 y GEA diario, se corresponde con cada una de las dietas explicitadas en el cuadro No. 5, suministradas diariamente. Para tratamiento GEA autoconsumo presentó igual dieta que el tratamiento GEA diario, pero en este caso se utilizó comederos de autoconsumo con llenado semanal.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1 Periodo pre-experimental

Los animales fueron sometidos a un periodo de acostumbramiento de 10 días para la introducción gradual de las RTM experimentales. En los primeros dos días de este periodo se suministró en tres comidas una única dieta para los distintos tratamientos, 1 kg sorgo molido, 1 kg DDGS, 4 kg fardo de moha, por animal.

A partir del día 3 las dietas fueron variando hasta alcanzar la dieta objetivo al final del periodo de acostumbramiento. La rutina de suministro de alimentos fue igual que la proyectada en el periodo experimental, suministrando la dieta en tres comidas diaria. Para el tratamiento GEA autoconsumo la utilización de los comederos comenzó en el día 9 de dicho periodo.

3.7.2 Periodo experimental

El periodo experimental empezó el día 15 de junio y culminó el 15 de setiembre del 2017.

El alimento fue ofrecido *ad libitum*, en tres comidas diarias, suministrada a las 09:00 am, 12:00 am y 04:00 pm.

El suministro diario se ajustó utilizando el método de lectura de comederos, pesando los rechazos del día anterior, y cuando este fue menor al 5 % se aumentó la oferta en un 5%. Diariamente se mezclaban todos los ingredientes de la RTM, para el caso de los tratamientos con fibra larga se

humedeció las raciones a razón de 350 litros por tonelada de alimento, para evitar que hubiera selección en el comedero.

El autoconsumo se recargo sistemáticamente todos los lunes del periodo experimental con una cantidad superior al consumo esperado para 7 días, se controló que siempre hubiera ración en el comedero, de forma de asegurar el consumo a voluntad de todos los animales.

3.8 MANEJO SANITARIO

Las terneras incluidas dentro del experimento fueron sometidas a un tratamiento sanitario. Las dosificaciones efectuadas se presentan en el cuadro No.6.

Cuadro No. 6. Tratamiento sanitario de los animales experimentales.

Fecha	Tratamiento	Producto
07/06/17	respiratorio, antiparasitario	1ª. dosis Neumosan, Ricoverm
29/06/17	respiratorio	2ª. dosis Neumosan
13/07/17	antiparasitario, garrapaticida	Ricoverm, Puron

Durante el experimento se observaron los animales con el fin de detectar cualquier problema sanitario y/o digestivo y así informarlo al equipo de la Unidad de Producción Intensiva de Carne y actuar sobre ello.

3.9 REGISTROS Y MEDICIONES

3.9.1 Peso vivo y altura al anca

El peso vivo fue registrado individualmente a inicio del periodo experimental y cada 14 días, sin ayuno previo, por la mañana antes de suministrar la primera comida del día, con balanza electrónica de precisión $\pm 0,5$ kg.

A inicio y final del periodo de alimentación a corral se registró la altura al anca de cada animal, para esto se usó una regla con brazo nivelador, se la colocó a la altura del anca, corroborando que el brazo nivelador estuviera tocando el piso, se midió la altura del piso al anca en centímetros. Con estos

datos se pudo observar el crecimiento de la ternera individualmente durante el periodo experimental.

3.9.2 Consumo de materia seca

En los tratamientos con suministro diario, el consumo de materia seca fue estimado diariamente para cada corral como la diferencia entre la cantidad de materia seca ofrecida y la residual. Todos los días se retiraban los rechazos de cada corral y se pesaban en fresco, esto se registraba en una planilla. Cada uno de los valores registrados en la planilla fue corregido por su respectivo porcentaje de materia seca, el cual se obtuvo a través del secado de las muestras de rechazos tomada todos los lunes sistemáticamente.

En el tratamiento de autoconsumo se tomó registro del alimento total ofrecido y se pesó el rechazo antes de ser rellenado en la semana siguiente. En las semanas pares, el consumo de MS en GEA AC se midió diariamente, durante 7 días consecutivos, registrando el suministro inicial y el residuo cada 24 horas.

Semanalmente se tomaron muestras del alimento ofrecido (sorgo molido, DDGS, heno y GEA) y rechazos para la determinación del contenido de MS, esto se realizó en la estufa del laboratorio 1, a 60°C durante 48 horas, hasta peso constante, con el fin de corregir por MS. cada una de las muestras tomadas en el experimento.

Las muestras fueron conservadas secas en una bolsa plástica identificadas claramente para posterior análisis químico.

3.9.3 Digestibilidad in vivo

Durante las semanas 5 (3, 4, 5 de julio de 2017) y 11 (14, 15, 16 de agosto de 2017), del periodo experimental se llevó a cabo la estimación de la digestibilidad in vivo de la dieta mediante la recolección parcial de heces, técnica que es empleada mediante la utilización de marcadores externos o internos, sustancias que no son absorbidas por el animal, no interfieren en la digestión y son fáciles de medir (Pérez Cabrera et al., 2008).

Durante tres días que se tomaron muestras de los ingredientes de las RTM por separado y se recolectaron las heces del corral frescas previo a cada comida. Se colocaron las muestras de heces en el freezer.

Para los mismos días se recogieron muestras del rechazo, fueron secadas en estufa y posteriormente guardadas para análisis químico.

Para cada muestra de alimento, rechazos y heces, se realizaron muestras compuestas para su análisis.

En el caso de las heces, se compuso una muestra de heces por corral en fresco, se utilizaron las dos fechas correspondientes, a posteriori se la secaron en estufa durante 7 días, vigilando la muestra y dándole vuelta a cada una de ellas cada 48 horas con el fin de evitar la formación de hongos.

En el caso de los alimentos, se los seco en estufa durante 48 horas a 60 °C, se usaron las dos fechas, se molieron todos los componentes a 1 mm y se realizó una mezcla compuesta de los mismos con la misma proporción (10 gramos) por fecha que se realizó la digestibilidad.

Los rechazos fueron secados en estufa, luego se molieron a 1 mm y se realizó una compuesta de la misma forma que los ingredientes.

Luego estos tres componentes (heces, alimentos, y rechazos), fueron enviados a laboratorio de nutrición con su identificación correspondiente.

3.9.4 Patrón diario de consumo y comportamiento

Durante dos días de esas semanas, posterior a realizar la digestibilidad, se realizó durante el periodo de horas luz, observaciones de comportamiento animal, registrando cada 10 minutos la actividad de consumo, rumia, tomar agua y descanso. Esta actividad comenzaba luego de suministrar la primera comida, 09:00 am y culminaba a las 06:30 pm, debido a que se terminaba el día.

3.9.5 Caracterización del aporte de fibra efectiva del alimento

Dos veces durante el periodo experimental en estas semanas 5 y 11, se caracterizó el aporte de fibra efectiva del alimento ofrecido, sobre muestras triplicadas de cada ingrediente, y de las RTM reconstituidas, utilizando el separador de partículas Penn State, que consiste en cuatro bandejas con 3 cribas de diferentes tamaños, que luego de ser agitado, se cuantifica que proporción quedo en cada bandeja.

3.9.6 Registros climáticos

Se obtuvo información del clima, en la estación meteorológica de la EEMAC, los datos recabados fueron, precipitaciones, temperatura y humedad relativa.

3.10 ANÁLISIS QUÍMICOS

Los análisis químicos sobre muestras compuestas de los ingredientes, rechazos y heces fueron realizados en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía.

Se determinó sobre las muestras de alimento, cenizas totales (C), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA).

El contenido de cenizas se obtuvo a través de una incineración de la muestra a 600°C, durante varias horas.

La proteína cruda se cuantificó mediante la técnica de Kjeldahl, la cual determina el contenido total de nitrógeno del alimento. El nitrógeno cuantificado se multiplica por el factor 6.25, debido a que se toma en consideración que todo el nitrógeno del alimento está en forma de proteína, y que estas contienen 16% de nitrógeno (Trujillo y Marichal, 2014).

La FDN, cuya fracción agrupa todos los componentes de la pared celular, se obtuvo mediante un tratamiento de la muestra con un detergente aniónico (sulfato lauril sódico) en un medio neutro (pH 6.9-7.1), luego, con una solución conteniendo un detergente catiónico (bromuro de cetil trimetil amonio) en un medio ácido fuerte, se cuantificó la FDA (Trujillo y Marichal, 2014).

Sobre muestras compuestas de ingredientes y heces por corral y periodo se determinará el contenido de MO y cenizas insolubles en ácido.

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado utilizando modelos lineales correspondientes al diseño de bloques al azar considerando al corral como unidad experimental, la cual quedó constituida por cuatro terneras. El modelo estadístico incluyó el efecto de bloque, tratamiento y peso inicial como covariable.

Las variables con medidas repetidas en el tiempo como peso vivo y consumo, fueron analizadas utilizando el procedimiento Mixed de SAS (del SAS Institute).

El efecto de los tratamientos sobre ganancia media diaria (GMD, coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, de la forma:

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

Donde

β_0 : intercepto

ζ_i : efecto del i-esimo tratamiento (i= 70/30, 36/65, GEA D, GEA AC)

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

ε_{ijk} : error experimental

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

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

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

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

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

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

Donde

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

μ : media poblacional

α_i : efecto relativo del i-esimo tratamiento (i= 70/30, 36/65, GEA D, GEA AC)

ε_{ij} : error experimental del i-esimo tratamiento y j-esima repetición

S_k : efecto relativo del k-esima semana de medición del consumo

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

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

δ_{ijk} : error experimental del i-esimo tratamiento, j-esima repetición y k-esima semana de medición

Para las variables de comportamiento ingestivo, se usó un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS.

$$\ln(P/(1-P)) = b_0 + \zeta_i + S_j + (\zeta S)_{ij} + D_k(S)_j$$

Donde

P: es la probabilidad de consumo, rumia, actividad de consumo de agua o descanso

b_0 : es el intercepto

AC) ζ_i : es el efecto de los tratamientos (i= 70/30, 36/65, GEA Diario, GEA

S_j : es el efecto de la semana de observación

ζS_{ij} : es la interacción entre tratamiento y semana

$D_k(S)_j$: es el efecto de los días dentro de cada semana

Cuando el efecto de tratamiento fue significativo, las medias de tratamientos fueron comparadas mediante contrastes ortogonales (t-1):

1. efecto del nivel de fibra: H70 vs. H35
2. efecto de la fuente de fibra: H35 vs. GEA_D
3. efecto de la forma de suministro: GEA_D vs. GEA_AC

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

En el cuadro siguiente se detallan medias mensuales de temperatura y precipitaciones durante el periodo experimental.

Cuadro No.7. Precipitaciones y temperaturas del período experimental

Variable	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Temperatura media °C	13,5	14,3	14,6	16,3
Temperatura mínima °C	9,0	10,1	9,8	11,8
Temperatura máxima °C	18,2	19,4	19,6	21
Precipitación, mm	20,1	54,9	326,1	202,7

Fuente: UdelaR. FA (2017).

Los animales presentan un punto de termoneutralidad lo 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 los requerimientos de mantenimiento (García, 2007).

Johnson (1986), informó que las temperaturas umbrales a las cuales vacas Holstein disminuyen la producción diaria de leche sería entre -5 °C y 21 °C, estos valores representan los límites a los cuales los animales activan mecanismos fisiológicos que les aseguran su supervivencia en desmedro de la productividad.

Lo expresado por Johnson podría ser una referencia en cuanto a los umbrales en la temperatura y se puede confirmar que, en el experimento, no se traspasaron esos umbrales, por lo que se podría inferir que no hubo estrés térmico según estos datos bibliográficos.

En el corral la eficiencia productiva se beneficia cuando se realiza sobre suelos secos, bien drenados y en ambientes templados. El barro permanente en los corrales, el viento persistente y la lluvia recurrente incrementan los requerimientos de mantenimiento (Pordomingo, 2003).

Se han reportado incrementos de hasta un 33% en los requerimientos energéticos debido a actividades físicas adicionales en lo que están los animales bajo condiciones marginales (anegamiento y lluvias), en desmedro del aumento de peso (Church, 1989).

Durante el periodo experimental respecto a las precipitaciones no fueron un problema importante durante el primer y segundo mes, pero durante el último mes generaron anegamiento y formación de barro dentro del corral, para lo cual se tomaron medidas, como la remoción del mismo del corral cuando se retiraban los animales para ser pesados. Dependiendo de los corrales, la reducción en ganancia de peso que puede ocasionar el barro en el confinamiento es de un 15- 30% (Ferrari, 2012).

Según Ferrari (2012), se puede observar que a medida que se profundiza el barro en el corral, disminuye la ganancia diaria de peso y es necesaria una mayor cantidad de alimento para lograr un kilo de peso vivo. Grandin, citada por Ferrari (2012), cuando hay barro por arriba de la inserción de las pezuñas, existe un problema grande de bienestar.

4.2 CARACTERÍSTICA DE LA DIETA

En el cuadro No. 8 se presenta la composición química de la ración totalmente mezclada (RTM).

Cuadro No.8. Composición química de la dieta para los diferentes tratamientos

COMPOSICIÓN QUÍMICA (%base seca)	TRATAMIENTOS			
	70/30	35/65	GEA D	GEA AC
Materia seca (%)	92,6	92,3	92,2	92,2
Proteína cruda (%)	14,4	14,3	14,7	14,7
FDN (%)	62,2	42,7	30,5	30,5
FDA (%)	32,8	21,8	14,1	14,1
Cenizas (%)	9,0	5,8	3,6	3,6

Al compararse los tratamientos 70/30 con tratamientos GEA se constató una reducción a la mitad en los niveles de FDN y FDA como consecuencia de la reducción de niveles de fibra y cambio en la fuente de la misma.

Pordomingo (2005) recomienda que entre 5 y 10% de la dieta debe de ser alimento voluminoso, para alcanzar 10% FDN de la dieta en la cual al menos la mitad debe de ser efectiva, dependiendo cuánto aportan el resto de los componentes de FDN efectiva. En este caso en dos RTM no se utilizaron voluminosos, pero se usó un grano entero que, por sus características de

tamaño de partícula grande y vestido (con cáscara) resultó eficaz para estimular la masticación (Mertens, 2002).

Según Pordomingo (2005), para mantener una actividad fermentativa adecuada, la cantidad mínima de FDA de la dieta debe ser 10% en base seca, lo cual se puede observar que en ninguno de los tratamientos del experimento estuvo por debajo de ese umbral.

Cuadro No. 9. Características físicas de la RTM de los diferentes tratamientos

Distribución del tamaño de partículas*			
	70/30	35/65	GEA
19 mm	8,6	1,79	0
8 mm	3,45	1,05	0,87
1,18 mm	31,41	30,67	39,71
Bandeja	49,05	59,37	45,05
fef**	0,49	0,38	0,47
FDNfe***	30,41	15,93	14,31

*Separador de partículas Penn State, **fef: factor de efectividad de la fibra, ***FDNfe: fibra físicamente efectiva (FDN x fef)

Los valores de FDNfe estuvieron por debajo de los recomendados por Mertens (2002) en un trabajo con 8 publicaciones en ganado en terminación para minimizar los abscesos hepáticos (22%) y maximizar la ingesta (26%). En el tratamiento de alto voluminoso supera las recomendaciones por Fox y Tedeschi (2002), de un mínimo de 20% de FDNfe para maximizar la digestibilidad de la pared celular, optimizando la utilización de forraje.

Cuadro No.10. Composición química del rechazo de los diferentes tratamientos

Composición del rechazo	70/30	35/65	GEA D	GEA AC
MS (%)	93,4	93,4	91,7	92,2
Proteína cruda (%)	8,1	9,1	16,7	16,6
FDN (%)	63,9	58,7	28,3	30,3
FDA (%)	36,5	33,3	13,7	14,6
Cenizas (%)	15,2	16,2	6,1	6,2

La composición química del rechazo estuvo afectada por el tratamiento, registrándose diferencias asociadas a la fuente de fibra, sin efecto del método de suministro.

El rechazo de 70/30 y 35/65 presentó menor concentración de proteína cruda que la RTM y mayor concentración de FDN y FDA, lo que quedaría evidenciado una selección a favor de una dieta más proteica y menos fibrosa, se nota aún más la selección en el tratamiento 35/65.

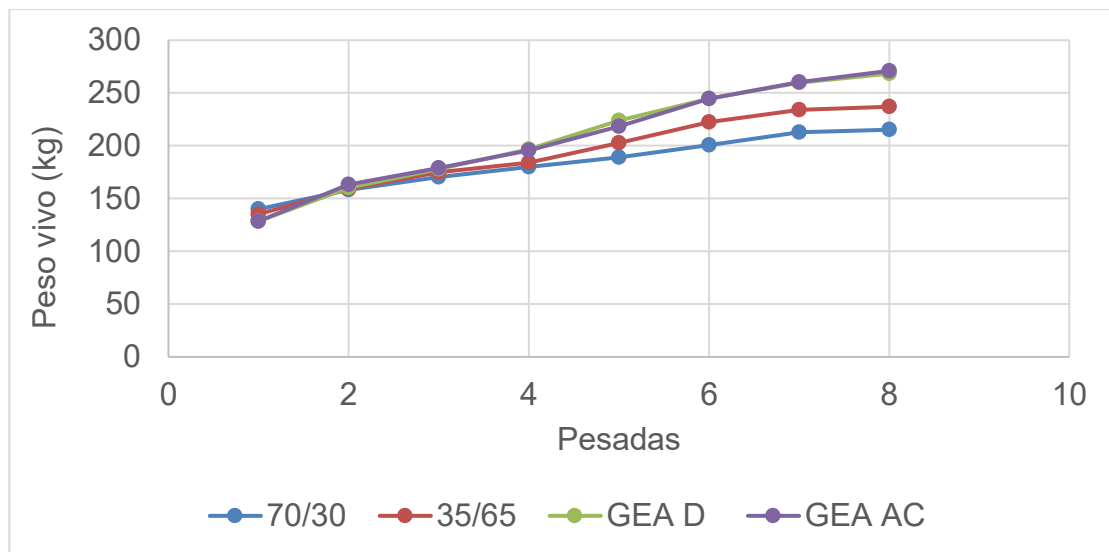
El método de suministro del alimento no influye en la selectividad (GEA D vs. GEA AC) del alimento consumido.

Por lo tanto, la selectividad del alimento fue afectado por la fuente de fibra y no por el método de suministro, esto se podría explicar por la homogeneidad de la RTM de los tratamientos que utilizan grano entero como fuente de fibra lo que dificulta más la selección respecto a los que utilizaron una fuente de fibra larga.

4.3 PESO VIVO Y GANANCIA DIARIA

El peso vivo se incrementó en todos los tratamientos tal como se puede ver en la gráfica siguiente.

Figura No. 1. Evolución del peso vivo en el periodo experimental



En el cuadro No. 11 se presentan los resultados del efecto de tratamientos sobre las variables de crecimiento durante el periodo experimental.

Cuadro No.11. Ganancia media diaria, peso vivo, altura y relación peso vivo/altura final para terneras de recría consumiendo diferentes tipos de dieta difiriendo la fuente de fibra y forma de suministro

	70/30 (1)	35/65 (2)	GEA D (3)	GEA AC (4)	Contrastes (p valor)		
					1, 2 vs.3,4	1 vs. 2	3 vs. 4
GMD (kg/día)	0,68	0,92	1,26	1,27	<.0001	0,0121	0,9033
Peso vivo inicial (kg)	139,97	135,18	128,46	128,57	0,3817	0,7196	0,3701
Peso vivo final (kg)	215,20	236,97	268,34	270,97	0,0113	0,0647	0,7311
Altura final(cm)	111,45	112,09	116,23	116,01	0,1861	0,2069	0,2180
PV/altura final	1,93	2,11	2,30	2,33			

medias ajustadas por tratamiento, 70/30= 70%voluminoso-30% concentrado suministro diario, 35/65= 35%voluminoso-65% concentrado suministro diario, GEA D= Grano entero de avena y suministro diario, GEA AC= Grano entero de avena y suministro autoconsumo

Existió efecto del tratamiento, se obtuvieron las máximas ganancias en los tratamientos que utilizaron grano entero de avena como fuente de fibra que los que utilizaron heno de moha como fuente de fibra.

No hubo efecto en la forma de suministro sobre las ganancias.

Dentro de los que utilizaron heno de moha como fuente de fibra, el que utilizo menor cantidad de heno en la dieta obtuvo mejor ganancia que el alto voluminoso. Dicho de otra forma, a medida que se concentró más la dieta aumentaron las ganancias. Estos resultados de ganancia de peso son coincidentes con un experimento anteriormente citado en este trabajo, realizado por Simeone et al. (2011), donde evaluaron con terneros de 148 kg alimentados con dietas altamente concentradas el efecto de la forma de suministro (diario vs. autoconsumo), utilizando como fuente de fibra cáscara de arroz, donde se obtuvieron ganancias de 1,3 kg/día.

Según la fuente de fibra se observó que hubo diferencias significativas cuando la fuente de fibra fue diferente (heno-GEA) en GMD. Pero no se observó diferencias en cuanto a la forma de suministro (GEA diario- GEA AC).

Investigaciones llevadas a cabo en nuestro país, son consistentes en cuanto a las altas GMD observadas cuando son alimentados con GEA como fuente de fibra en sustitución de heno de moha en terneros Hereford de 180 kg en corral durante el invierno, reportando valores de GMD en torno a 1,58 kg/día con niveles de GEA de 7,6% y 20% de FDNfe (Beretta et al., 2016).

4.4 CONSUMO

El consumo de materia seca (CMS), fue afectado significativamente por el tratamiento ($P=0,0210$), la semana ($P<0,0001$) y por la interacción tratamiento por semana ($P<0,0001$). En el cuadro No.12 se presentan las medias ajustadas por tratamientos y la significancia de los contrastes entre las medias.

La sustitución de heno de moha por GEA, aumento en un 8,56 % el CMS (kg/d), este resultado es no coinciden con los obtenidos por Pordomingo et al. (2002), quien no encontró diferencias significativas en consumo de materia seca al compararse dietas con fibra larga (maíz entero, heno de alfalfa) y sin fibra larga (maíz entero).

Los valores obtenidos de consumo de materia seca no fueron diferentes significativamente en 3 de los tratamientos (35/65, GEA D y GEA AC), visualizando una tendencia de mayor consumo a medida que se concentra más la dieta, esto puede ser explicado por la regulación metabólica, cuando el alimento tiene baja relación voluminoso/concentrado (Mc Donald et al., 2006). El tratamiento 70/30 tuvo menor consumo de materia seca a los otros 3, probablemente el consumo fue regulado físicamente, limitando la capacidad de consumo potencial (Allen, 1996).

Respecto a la forma de suministro, el CMS (kg/d), no fue afectado significativamente. Los resultados obtenidos en este experimento no son coincidentes con Simeone et al. (2013). Los autores reportan resultados de dos experimentos realizados en inviernos de 2010 y 2011, para los cuales fueron utilizados animales de 148 y 180 kg de peso vivo respectivamente. Fueron alimentados en comederos de autoconsumo y diariamente, con una dieta sin fibra larga, a base de sorgo grano molido (60%), afrechillo de trigo (14%), expeler de girasol (14%), melaza (0,9%), urea (1,9%) y núcleo vitamínico (2,8%) y como fuente de fibra: cáscara de arroz a razón de 6,3% de la dieta. Los animales alimentados en autoconsumo presentaron un 8,2% menos de CMS, en comparación a los alimentados diariamente.

Cuadro No.12. Efecto de los diferentes tratamientos, fuente de fibra y método de suministro en el consumo de materia seca y eficiencia de conversión

	TRATAMIENTOS				Contrastes (p valor)		
	70/30	35/65	GEA D	GEA AC	1,2 vs. 3, 4	1 vs. 2	3 vs. 4
CMS (%PV)	3,19	3,48	3,41	3,54	0,130	0,061	0,273
CMS (kg/d)	5,59	6,34	6,38	6,66	0,014	0,017	0,171
EC	8,02	6,75	5	5,04	0,001	0,019	0,906

70/30= 70%voluminoso-30% concentrado suministro diario, 35/65= 35%voluminoso-65% concentrado suministro diario, GEA D= Grano entero de avena y suministro diario, GEA AC= Grano entero de avena y suministro autoconsumo

El consumo de materia seca se expresó también como porcentaje de peso vivo (CMS, %PV); este no fue afectado significativamente por el tratamiento, ni por la interacción tratamiento por día dentro de semana. Sin embargo, el cuadro No. 3 muestra diferencias significativas debidas al efecto semana y a la interacción semana por tratamiento.

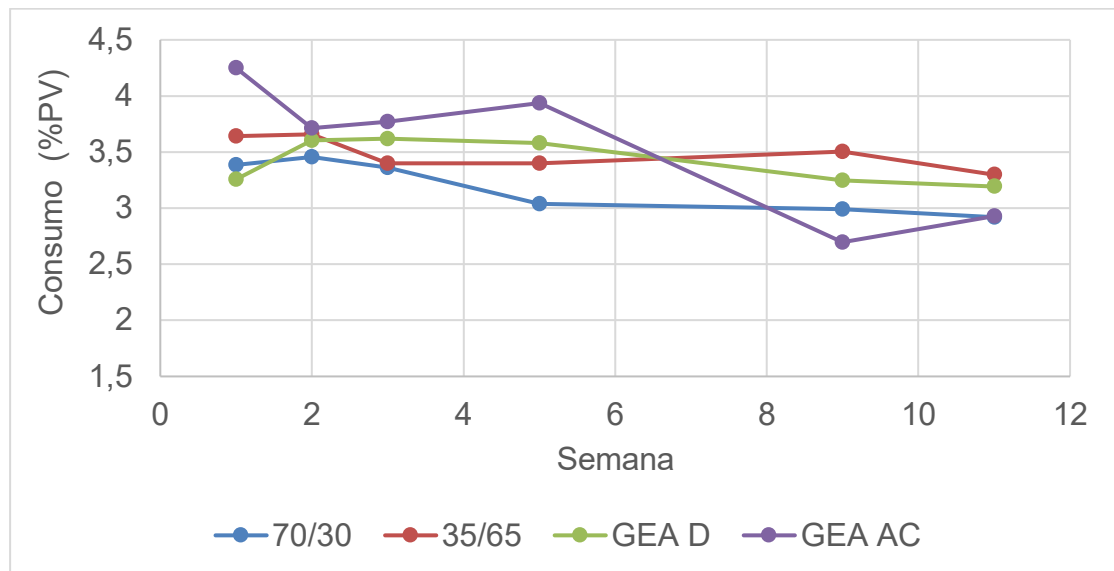
Estos resultados no son coincidentes con el experimento llevado a cabo por Simeone et al. (2013), explicado anteriormente.

4.4.1 Estabilidad del consumo entre semanas

En la figura No. 2 se puede observar la evolución semanal de los distintos tratamientos del consumo medio diario de materia seca como porcentaje de peso vivo entre semanas. Al comienzo del experimento el consumo fue más variable entre tratamientos, para luego seguir una tendencia a disminuir a medida que aumentaba el peso vivo. Esto resultados superan los obtenidos por Pordomingo et al. (2002), donde evaluaron el uso de grano entero de maíz, sin fibra larga, con terneros de 150 kg, los cuales presentaron un consumo de 2,9% del PV.

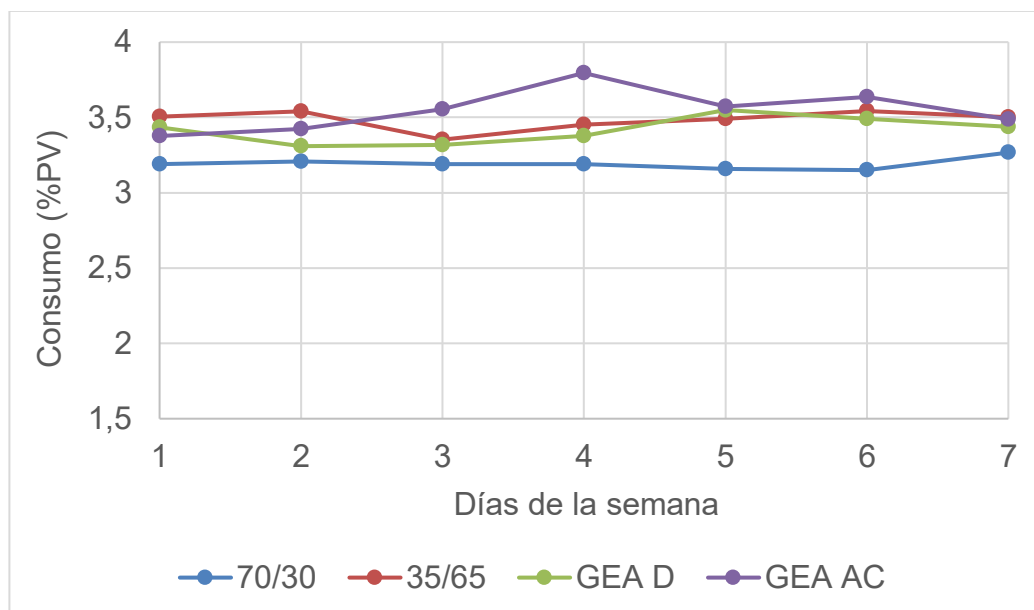
Por otro lado, Simeone et al. (2013) reportan que los valores de consumo tienden a disminuir con el tiempo si se lo analiza como porcentaje de peso vivo, esto se lo atribuye al mayor peso relativo del rumen en animales jóvenes, consumiendo altos niveles de energía. Se reportan valores de consumo como porcentaje de peso vivo que pasan del 4% en el periodo inmediato post destete, y luego a los 90 días valores del orden de 3-3,5%.

Figura No. 2. Evolución semanal del consumo de materia seca como % PV en terneras de recría según la fuente de fibra y el tipo de suministro



4.4.2 Estabilidad del consumo entre días

Figura No. 3. Estabilidad del consumo (%PV) entre días



La variación en el consumo de materia seca entre días dentro de una semana, mostraron un comportamiento de iguales consumos dentro de la semana sin demostrar diferencias significativas en casi todos los días evaluados, excepto para los tratamientos 70/30 y GEA AC que mostraron en los días 4 y 6 una diferencia entre ellos expresada como CMS (%PV).

Con lo mencionado anteriormente era esperable que el consumo en los tratamientos con GEA se hubiese incrementado a causa de la reducción de FDN de la dieta y una mayor digestibilidad. Mc Donald et al. (2006) sin embargo en los resultados expuestos anteriormente se nota que los consumos fueron similares entre tratamientos independiente del incremento en digestibilidad de las dietas más concentradas. En las dietas de los GEA puede haber limitado el consumo el contenido de almidón del grano entero de avena que, al aumentar las concentraciones de AGV en el rumen, podría activarse mecanismos quimiotácticos, indicando saciedad en el animal o por efecto de la concentración energética por el metabolismo (Rovira, 2012).

4.4.3 Digestibilidad y consumo de nutrientes

En el cuadro No. 13 no se observan diferencias estadísticas en DMS y DMO, aunque las medias reflejan una mejora en el valor de estos indicadores al disminuir el fardo, por lo tanto, los valores de consumo de materia seca digestible reflejan diferencias en el consumo de la materia seca.

En el cuadro No. 13 el consumo de nutrientes, como materia orgánica digestible (CMOD, $P=0,278$), y materia seca digestible (CMSD, $P=0,203$), no presentaron diferencias significativas entre tratamientos. Solo se observó una tendencia de los tratamientos con GEA mayor CMSD respecto a los tratamientos con heno de moha ($P=0,087$).

Los tratamientos con GEA consumieron menos proteína, más fibra y más FDNfe en relación a los tratamientos con fibra larga.

La reducción en el aporte de voluminoso aumento el consumo de FDN, aunque disminuyó el consumo de FDNfe.

Cuadro No.13. Efecto del tratamiento sobre el consumo de nutrientes de las RTM ofrecidas.

	TRATAMIENTOS				Contrastes (p valor)		
	70/30 (1)	35/65 (2)	GEA D (3)	GEA AC (4)	1,2 vs. 3,4	1 vs. 2	3 vs. 4
DMS %	66,6	66,3	72,4	70,55	0,279	0,959	0,754
DMO %	70,9	68,6	74,15	72,45	0,435	0,708	0,781
CMOD (kg)	4	4,52	4,93	4,83	0,121	0,288	0,831
CMSD (kg)	3,76	4,36	4,81	4,71	0,087	0,224	0,817
CPC (kg)	0,84	0,95	0,96	0,57	0,027	0,105	0,003
CFDN (kg)	2,45	2,71	2,7	2,72	0,069	0,029	0,75
CFDNfe (kg)	1,28	1,09	1,47	1,48	0,001	0,014	0,769

La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% (Waldo, citado por Chilibroste, 1998) de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Chilibroste, 1998). A medida que la dieta fue más concentrada (tratamientos GEA), aumentó en términos absolutos la digestibilidad respecto a los tratamientos con heno (70/30 y 35/65), lo que era esperable por la composición de la dieta, pero igualmente no hubo diferencias significativas en digestibilidad de la materia seca y tampoco presentaron diferencias en digestibilidad de la materia orgánica, un aspecto que pudo haber afectado estos resultados estadísticos, es la selectividad en el comedero de los tratamientos con fibra larga mejorando su digestibilidad.

Por otro lado, el consumo de proteína cruda (PC), en kg/día, mostró una tendencia entre tratamientos, aunque la selectividad en contra del fardo determinó un mayor consumo de PC en el tratamiento 35/65 respecto al 70/30 probablemente debido a la menor cantidad de fardo en la dieta y mayor consumo de materia seca.

Según Mertens, citado por Calsamiglia (1997), el contenido de FDN se utiliza como un índice de volumen y supone un límite a la capacidad de ingestión de la RTM. Valores de consumo de FDN arriba de 1,2% del peso vivo pueden limitar la ingestión del alimento. En este caso basado en diferentes fuentes de fibra y cantidad de fibra, en el tratamiento con 70% voluminoso

utilizando una fuente de fibra larga, la ingestión estuvo limitada por la FDN de la RTM, el consumo de FDN fue de 1,4 % del PV. Sin embargo, las otras dietas de los restantes tratamientos la relación de concentrado/voluminoso es alta, por lo que la FDN y la FDNfe cumplieron roles de evitar trastornos digestivos (Calsamiglia, 1997).

Con todo esto se constató que el CMSD no fuese diferente significativamente cuando se compara las dietas con heno vs. las dietas con GEA, aunque era esperable un mayor CMSD a medida que se reduce la FDN y aumenta la digestibilidad, dado que, al vaciarse más rápido el tracto digestivo, queda más espacio para la próxima comida (Mc Donald et al., 2006). Sin embargo, las dietas con GEA pudieron verse limitada en su consumo por el mayor contenido de almidón, que, al aumentar las concentraciones de AGV en el rumen, podría inferir mediante mecanismos quimiotácticos, actuando por saciedad (Rovira, 2012).

4.5 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

La eficiencia de conversión para los tratamientos 70/30, 35/65, GEA D y GEA AC, fue 8,02, 6,75, 5 y 5,04 kg de materia seca por kg de peso vivo ganado respectivamente.

Hubo diferencias significativas en eficiencia de conversión si se compara los tratamientos con heno como fuente de fibra respecto a los GEA (heno-GEA, $p=0,0001$), si bien el consumo fue mayor en los tratamientos GEA, las ganancias diarias también se incrementaron, en mayor proporción, dando como resultado una mejora en la eficiencia de conversión. Al comer una dieta más concentradas los tratamientos con grano entero de avena, se aumentó la cantidad de almidón en la dieta y la DMS, la disminución en EC acompaña el aumento de la calidad de la dieta por lo que redundan en un aumento de la eficiencia energética, también se genera una mayor relación propiónico/acético (Blanco, 1999). La mayor proporción de ácido propiónico a nivel ruminal, resulta más eficiente debido a que se pierde menos energía en el proceso de fermentación, porque se produce más glucosa y menos metano (Kaufmann, citado por Blanco, 1999).

Pordomingo (2005) reporta para terneros de entre 150 y 300 kg de peso vivo, alimentados con dietas concentradas, valores de eficiencia de conversión en rango de 4,5 y 5,5 kg MS/kg PV coincidentes con obtenidos en los tratamientos GEA.

También podría ser explicado porque a medida que aumenta la concentración de almidón de la dieta, y consumen una mayor cantidad de MS

digestible, se produce un aumento en la eficiencia energética y mejora la eficiencia de conversión de los animales con dietas más concentradas (Church, 1993). Si se compara según el método de suministro no existieron diferencias significativas respecto a eficiencia de conversión entre los dos tratamientos con grano entero de avena, uno suministrado diariamente y otro en autoconsumo ($p=0,9066$).

Estos resultados no son coincidentes con trabajos realizados por Simeone et al. (2011) donde se evaluó durante el verano en terneros Hereford destetados precozmente con un peso inicial de 70 kg, el efecto de dos dietas diferentes evaluando la fuente de fibra, ensilaje planta entera de sorgo o retornable fino, y la RTM con retornable la forma de suministro, diario vs. autoconsumo. Respecto a la forma de suministro no afectó la ganancia de peso vivo de terneros consumiendo retornable fino, pero si afectó la eficiencia de conversión, donde los terneros que fueron alimentados con autoconsumo registraron un menor consumo de materia seca que los alimentados diariamente, por lo tanto, tuvieron una mejor eficiencia de conversión.

4.6 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

En el cuadro No. 14 se presentan los resultados obtenidos del comportamiento diurno de los animales, los cuales fueron evaluados dos veces durante el experimento.

Cuadro No. 14. Efecto de los diferentes tratamientos y la probabilidad de encontrar diferentes actividades de comportamiento animal.

ACTIVIDAD	TRATAMIENTOS				probabilidad del efecto (p valor)		
	70/30	35/65	GEA D	GEA AC	T	S	TxS
Consumo	0,534a	0,430ab	0,251ab	0,178b	0,076	0,468	0,692
Rumia	0,260a	0,159a	0,107a	0,144a	0,477	0,441	0,440
Descanso	0,190c	0,377bc	0,594ab	0,603a	0,011	0,360	0,291
Agua	0,011b	0,019ab	0,040ab	0,064a	0,052	0,193	0,303

T=tratamiento, S=semana, TxS=interacción tratamiento por semana

Se registraron diferencias en cuanto a consumo, los animales con dietas más voluminosas, fue más probable encontrarlos consumiendo que animales que tuvieron dietas con grano entero de avena muy concentradas. Por otro lado, el consumo en kg de materia seca fue menor en el tratamiento 70/30 que, en los demás tratamientos, por lo que un mayor tiempo de ingesta no se asoció a mayor cantidad de alimento consumido.

Respecto a la actividad de rumia permaneció igual en todos los tratamientos, los registros fueron tomados en horas diurnas, pudiéndose subestimar los resultados debido a que los animales realizan mayor actividad de rumia durante la noche (Zanine et al., 2007).

Genovez et al. (2008), estudiaron el efecto de largo de la fibra sobre ingestión de alimento, reportándose un aumento de 31 % en la actividad de rumia al suministrarse fibra larga, dato no coincidente con los obtenidos, en los cuales no se encontró diferencias para ninguno de los tratamientos.

La actividad de descanso, se ven que en los tratamientos de grano entero de avena se destinó mayor tiempo a esta actividad respecto a los tratamientos con fibra larga, esto se le atribuye a que los mismo destinaron menor cantidad de tiempo al consumo por lo que pasaron mayor cantidad de tiempo descansando.

Beretta y Bruni, citados por Lapetina (2010), reportan que el consumo de agua está directamente relacionado con el consumo de alimento y el contenido de materia seca del mismo. En el experimento las RTM tuvieron igual porcentaje de materia seca, pero lo que varía en este caso fue el consumo de alimento. Por lo tanto, los tratamientos con dietas más concentradas consumieron más cantidad de ración, por lo que fueron los dos tratamientos con grano entero de avena los que tuvieron mayor consumo de agua.

4.7 DISCUSIÓN GENERAL

La sustitución de fibra larga por fibra corta modifica las características nutricionales de la dieta. La sustitución de heno de moha por GEA llevó a una disminución en FDN de la dieta y a una mayor concentración de la misma, dando como resultado una mejora en la calidad de la RTM. Esta mayor concentración, explicada por un incremento en los niveles de almidón habría aumentado la relación C3/C2, mejorando de esta forma la eficiencia energética.

A medida que se fue reduciendo la proporción de fibra larga en la dieta, la GMD y la EC fueron mejorando. Esto estaría explicado por un mayor CMS y por lo expresado anteriormente, en cuanto a la calidad de la dieta. A pesar de removerse la fibra larga, el aporte de FDNe estuvo dentro de los rangos recomendados (Fox y Tedeschi, 2002). Esto se corrobora con la actividad de rumia la cual no mostro diferencias entre tratamientos, por lo que se esperaría que la actividad de rumia lograda por los tratamientos GEA habría sido suficiente para promover salivación, y así mantener un ambiente ruminal estable, evitando trastornos digestivos. La variación del consumo entre días, un indicador de posible acidosis subclínica, no mostro diferencias entre heno vs.

GEA. Por otra parte, dado la menor actividad de consumo y mayor tiempo de descanso en el corral que tuvieron los tratamientos GEA, podría haber representado un menor costo de mantenimiento y una mayor proporción de energía consumida destinada a la ganancia de peso, todo lo cual contribuiría a mejorar la EC.

En el caso de los tratamientos GEA, la sustitución de suministro diario por autoconsumo, no afectó ni la GMD ni la EC. Esta respuesta fue consistente con la ausencia de diferencias de CMS, digestibilidad y comportamiento ingestivo en el corral.

5. CONCLUSIONES

Para dietas utilizando fuente de fibra larga, una menor relación voluminoso/concentrado permite mejorar la performance animal, debido a una mayor ingesta de alimento además de mejor calidad del alimento consumido.

En dietas con hasta 35% de heno de moha en la RTM, la sustitución de este por GEA es una opción viable; permite obtener mayores ganancias y mejorar la eficiencia de conversión del alimento.

En dietas sin fibra larga con GEA como fuente de fibra, es posible sustituir el suministro diario de la RTM por la utilización de autoconsumo, sin alterar las GMD, CMS y EC.

6. RESUMEN

El trabajo en cuestión se llevó a cabo entre el 6 de junio y el 15 de setiembre de 2017 en los corrales de encierro de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, ubicada en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, localizada en el departamento de Paysandú, sobre el Km. 363 de la Ruta Nacional No. 3. El objetivo del mismo fue evaluar el nivel de fibra y el uso de grano entero de avena (GEA), como fuente de fibra efectiva en dietas para recría en confinamiento, con suministro diario y uso de autoconsumo sobre la performance de terneras. Se utilizaron 32 terneras raza Hereford provenientes del rodeo de la propia estación experimental. Estas presentaron un peso promedio de 143 kg, y fueron bloqueadas por su peso vivo, en livianas ($139 \pm 6,7$) y pesadas ($161 \pm 7,5$), dentro de los cuales se agruparon azarosamente en cuatro tratamientos con dos repeticiones cada uno. Los tratamientos utilizados fueron: T1: 70% heno moha, 30% concentrado; T2: 35 % heno moha, 65% concentrado; T3: 35% GEA, 65% concentrado suministro diario; T4: 35% GEA, 65% concentrado en autoconsumo. Las variables evaluadas para cada uno de los tratamientos fueron: consumo de materia seca, ganancia media diaria, eficiencia de conversión y comportamiento. Para todos los tratamientos se observó aumento del peso vivo. A medida que se concentró la dieta, las ganancias de peso fueron mayores, siendo máximas ganancias en los tratamientos que incluían GEA, sin diferencias significativas en la forma de suministro de la dieta. El consumo de materia seca se vio afectado, por tratamiento, semana y la interacción de semana por tratamiento, siendo menor el consumo del tratamiento con mayor proporción de voluminoso. La eficiencia de conversión fue mejor en tratamientos con GEA, ya que, si bien el consumo fue mayor, las ganancias también lo fueron. En tanto al comportamiento, se observó que dietas con mayor proporción de voluminoso presentaron mayor tiempo de consumo, no hubo diferencias significativas en tiempo de rumia y hubo mayor consumo de agua en tratamientos con GEA.

Palabra clave: Terneras; Corral; Fibra; Fibra efectiva; Grano entero de avena.

7. SUMMARY

This work was started on June 6th, 2017, and it ended on September 15th, 2017. It took place in the feedlot of the Intensive Meat Production Unit (UPIC), located at the Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC) located in the department of Paysandú (km 363 of the national route No. 3). The aim of this work is to evaluate the level of fiber and the use of whole grain of oats (WGO), as source of effective fiber in rearing concentrated diets, with daily feeding and self-feeders over the calves' performance. For this propose, 32 (thirty-two) female Hereford calves were used coming from the experimental station cattle. The average weight at the entrance was 143 kg and were lumped by their live weight in two different groups: light weight ($139 \pm 6,7$) and in heavyweight ($161 \pm 7,5$). The animals were randomly assigned to four treatments with two repetitions each: T1: 70% Foxtail millet, 30% concentrated, T2: 35 % Foxtail millet, 65% concentrated, T3: 35% WGO, 65% concentrated with daily supply, T4: 35% WGO, 65% concentrated in self-feeders. The evaluated performances were: dry matter intake, daily weight gain, conversion efficiency, and animal behavior. On one hand the highest results of weight gain were in treatments that included WGO, there was no difference between the supply method. On the other hand, the dry matter intake was affected by the treatments, week and interaction of week for treatment, the lowest dry matter intake was the bulkiest treatment. The best conversion efficiency was achieved by WGO treatments, as they had not only more intake of dry matter but also grater daily gains in live weight. About the animal behavior, the bulkiest diets need more time to feed intake, there were no differences in rumination time and more water intake in WGO treatments was observed.

Key words: Calves; Feedlot; Fiber; Effective fiber; Whole grain oats.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Asanuma, N.; Hino, T. 2002. Regulation of fermentation in a ruminal bacterium, *Streptococcus bovis*, with special reference to rumen acidosis. (en línea). Animal Science Journal. 73 (5): 313-325. Consultado 3 may. 2018. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1344-3941.2002.00044.x>
2. Allen, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. Journal of Animal Science. 74: 3063-3075.
3. Arias, R.; Mader, T.; Escobar, P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea). Archivos de Medicina Veterinaria. 40(1): 7-22. Consultado 19 may. 2018. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
4. Ayala, W.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; Garcia, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros documentos no. 38). Consultado 23 abr. 2018. Disponible en <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/catalogo2010.pdf>
5. Bach, A.; Calsamiglia, S. 2006. La fibra en los rumiantes: ¿química o física? (en línea). In: Curso de Especialización FEDNA (22º., 2006, Barcelona). Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. pp. 99-113. Consultado 2 abr. 2018. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>.
6. Barra, F. 2005. Manejo de la alimentación de animales a corral. (en línea). Acaecer. 30 (346): 26-32. Consultado 10 mar. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/01-manejo_alimentacion_a_corral.pdf
7. Bartle, S. J.; Preston, L.; Miller, F. 1994. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. Journal of Animal Science. 72(8): 1943-1953.

8. Beauchemin, K. A.; Yang, W. Z.; Rode, M. L. 2003. Effects of Particle Size of Alfalfa-Based Dairy Cow Diets on Chewing Activity, Ruminal Fermentation, and Milk Production. *Journal of Dairy Science*. 86(2): 630–643.
9. _____.; _____. 2006. Physically effective fiber; method of determination and effects on chewing, ruminal acidosis, and digestion by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 89:2618–2633.
10. Beretta, V.; Simeone, A.; Elizalde, J. C.; Ferres, A.; Franco, J. 2010. Fuentes alternativas de fibra para dietas con alto nivel de concentrados. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (12^a, 2010, Paysandú)*. Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica: ¿es posible una integración de tipo “ganar-ganar” en la cadena de la carne? Paysandú, UPIC. pp. 22-33.
11. _____.; _____.; Pancini, S.; Cedrés, M.; García, E.; Oneto, L.; Zabálveytia, N. 2016. Grano entero de avena: una nueva opción como fuente de fibra en dietas de corral. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (18^a, 2016, Paysandú)*. A pasto y a corral, dos caminos con un mismo destino: la rentabilidad. Paysandú, UPIC. pp. 36-45.
12. Blanco, M. R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 10 p. Consultado 18 abr. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf
13. Britton, R. A.; Stock, R. A. 1986. Acidosis, rate of starch digestion and intake. *In: Symposium Feed Intake by Beef Cattle (1986, Stillwater)*. Proceedings. Stillwater, Oklahoma, Oklahoma Agricultural Experiment Station. p. 25.
14. Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes (en línea). *In Curso de Especialización FEDNA (13^o, 1977, Barcelona)*. Avances en nutrición y alimentación animal. Barcelona, Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Patología y Producción Animal. p.10. Consultado 1 may. 2018. Disponible en http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Uso_de_Fibra_en_Rumiantes.pdf

15. Camps, D. N.; González, G. O. 2001. El grano de avena en la alimentación del ganado. (en línea). Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. 6 p. Consultado 21 dic. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/61-el_grano_de_avena_en_la_alimentacion.pdf
16. Casaretto, A.; Mondelli, S.; Valdez, G. 2017. Evaluación del retornable fino como fuente de fibra efectiva y del sistema de autoconsumo como método de suministro de raciones sin fibra larga sobre la performance a corral y a la faena de novillos Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 58 p.
17. Cedrés, M.; Zabalveytia, N. 2017. Evaluación del grano de avena entero como fuente de fibra efectiva en dietas de corral ofrecidas a terneros de destete precoz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 68 p.
18. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, CMVP. pp. 1-12.
19. Chimwano, A. M.; Orskov, E. R.; Stewart, C. S. 1976. Effect of dietary proportions of roughage and concentrate on the digestion of dried grass and cellulose in the rumen of sheep. *Proceedings of the Nutrition Society*. 35(2):101A-102A.
20. Church, D. C. 1993. El rumiante; fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, España, Acribia. 627 p.
21. Defoor, P. J.; Galyean, M. L.; Sayler, G. B.; Nunnery, G. A.; Pearsons, C. H. 2002. Effects of roughage source and concentration on intake and performance by finishing heifers. *Journal of Animal Science*. 80 (6):1395-1404.
22. Elizalde, J. C. 2015. Impacto del uso de los sistemas de alimentación a corral como estrategia para el engorde de bovinos para carne. (en línea). In: Congreso Internacional de Producción Animal Especializada en Bovinos (1º., 2015, Maskana). Trabajos presentados. Cuenca, Universidad de Cuenca. pp. 83-93.

Consultado 3 may. 2018. Disponible en <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/viewFile/652/568>

23. Félix, M.; Marizcurrena, M. 2017. Evaluación de la cáscara de arroz como fuente de fibra y del sistema de autoconsumo como método de suministro de raciones sin fibra larga a terneros de destete precoz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 54 p.
24. Ferrari, O. 2012. ¿cuánto perdemos por no controlar el barro en los corrales? (en línea). Buenos Aires, s.e. s.p. Consultado 23 may. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/overnada_o_engorde_a_corral_o_feedlot/111-barro.pdf
25. Fox, D.; Tedeschi, L. 2002. Application of Physically Effective Fiber in Diets for Feedlot Cattle. (en línea). In: Plains Nutrition Council Spring Conference (2002, San Antonio, Texas). Proceedings. Amarillo, Texas A&M Research and Extension Center. pp. 67-81. Consultado 5 abr. 2018. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.727.5023&rep=rep1&type=pdf#page=47>
26. Galyean, M. L.; Defoor, P. J. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. Journal of Animal Science. 81: E8-E16.
27. García, A. 2007. Efectos del medio ambiente sobre los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. (en línea). Brookings, South Dakota State University Cooperative Extension Service. College of Agricultural and Biological Sciences. 5 p. Consultado 31 may. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/19-ambiente_pastoreo.pdf
28. García, E.; Oneto, L. 2017. Avena grano entero como fuente de fibra efectiva en dietas de corral para terneros. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 58 p.
29. Genovez, F.; Ayala, A.; Sandov, C. 2008. Efecto del tamaño de partícula de la fibra en la dieta sobre la conducta ingestiva, digestión de nutrientes y suministro de proteína microbiana al duodeno de

bovinos. (en línea). Revista Científica FCV-LUZ. 18 (2): 180-187. Consultado 28 may. 2018. Disponible en <http://www.produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15356/15330>

30. Gingsins, M. 2000. Problemas de otoño. (en línea). Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. 4 p. Consultado 10 dic. 2017. Disponible en <http://www.agropro.com.ar/articulos/otoño.pdf>
31. Goering, H. K.; Van Soest, P. J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Washington, D. C., USDA. ARS. 20 p. (Agriculture Handbook no. 379).
32. Heredia, M.; Jiménez, A.; Fernández-Bolaños, G.; Guillen Bejerano, R.; Rodríguez Arcos, R. 2003. Fibra alimentaria. Madrid, CSIC. 119 p.
33. Johnson, H. D. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. In: Moberg, G. ed. Limiting the effects of stress on cattle. Logan, Utah, Utah State University. Agricultural Experimental Station. pp. 33-45 (Research bulletin no. 512)
34. Keim, J. 2013. Fibra en la dieta de vacas lecheras a pasto. (en línea). Santiago de Chile, Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. 3 p. Consultado 22 nov. 2017. Disponible en <http://www.agrarias.uach.cl/wp-content/uploads/2013/08/Fibra-en-la-dieta-de-vacas-lecheras-A-PASTOREO-2-2.pdf>
35. Lagreca, M.; Medero, P.; Rattin, A. 2008. El confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
36. Lapetina, J. 2010. El agua y la ganadería. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 121 p.
37. Mc Donald, P.; Edwards, R.; Greenhalgh, J.; Morgan, C. 2006. Nutrición animal. 6ª. ed. Zaragoza, Acribia. 587 p.
38. Manaslisky, E.; Rodríguez, F. 2013. Evaluación del efecto del tipo de fibra y forma de suministro sobre la performance de terneros destetados precozmente y manejados a corral. Tesis Ing Agr,

Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 61 p.

39. Mertens, D. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*. 64 (5): 1548-1558.
40. _____. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 80 (7): 1463- 1479.
41. _____. 2002. Measuring fiber and its effectiveness in ruminants diets. In: Plains Nutrition Council Spring Conference (2002, San Antonio, Texas). Proceedings. Amarillo, Texas A&M Research and Extension Center. pp. 40-66.
42. NRC (National Research Council, U.S.). 1996. Nutrient requirement for beef cattle. 7th. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 242 p.
43. Palladino, A.; Wawrzkievicz, M.; Bargo, F. 2006. Sintonía fina. *Infortambo*. no. 202: 82-84.
44. Parra, V.; Rifle, S.; Elizalde, J. C. 2006. Estrategias de inclusión del corral en los sistemas ganaderos de Argentina. Balcarce, Gráfica Máxima. 179 p.
45. Pereira, M. N.; Armentano, L. E. 2000. Partial replacement of forage with no forage fiber sources in lactating cow diets. II. Digestion and rumen function. *Journal of Dairy Science*. 83 (12): 2876-2887.
46. Pigurina, 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).
47. Pordomingo, A. J.; Jonas, O.; Adra, M.; Juan, N. A.; Azcárate, M. P. 2002. Evaluación de dietas basadas en grano entero, sin fibra larga, para engorde de bovinos a corral. (en línea). *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. 31 (1): 1-23. Consultado 23 nov. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86431101>

48. _____. 2005. Manual de feedlot. (en línea). Buenos Aires, INTA. 223 p. Consultado 3 mar. 2018. Disponible en <http://www.youblisher.com/p/22995-Manual-de-FeedLot/>
49. _____. 2013. Feedlot, alimentación, diseño y manejo (en línea). Buenos Aires, INTA. 170 p. Consultado 5 mar. 2018. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_feedlot_2013.pdf
50. Pérez Cabrera, J.; González González, D. A.; Aguilera Barreyro A.; Bernal Santos, G.; Hernández Muñoz, G. 2008. Evaluación de la digestibilidad in vivo de raciones para becerros en crecimiento conteniendo desechos de la industrialización de los cereales. (en línea). In: Verano de la Ciencia de la Región Centro (10º., 2008, Querétaro). Memorias. Querétaro, Universidad Autónoma de Querétaro. s.p. Consultado 11 jun. 2018. Disponible en <https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/16PerezCabreraGonzalezGonzalez.pdf>
51. Rovira, J. 2012. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 336 p.
52. Schwartzkopf-Genswein, K. S.; Gibb, D. J. 2000. Managing cattle for improved feed efficiency: a feeding behavior perspective. In: National Beef Science Seminar (2000, Lethbridge, Alberta). Proceedings. Lethbridge, Alberta, Lethbridge Research Centre. pp. 1-9.
53. Scott, P. R.; Penny, C. D.; Macrae, A. I. 2011. Cattle medicine. Londres, Manson. pp. 59-114.
54. Segura, F.; Echeverri, R.; Patiño, A.; Mejía, A. 2007. Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de forrajes y alimentos para animales. (en línea). Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. 14 (1):72-81. Consultado 11 nov. 2006. Disponible en <http://www.redalyc.org/html/1698/169815390011>
55. Simeone, A.; Bonino, F.; Costa, E.; Moyal, S. 1996. El confinamiento en los sistemas de producción agrícola-ganaderos (I). Cangüé. no. 6: 27-32.

56. _____.; Beretta, V.; Franco, J.; Elizalde, J. 2008. El engorde a corral (feedlot) en los sistemas pastoriles. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^a., 2008, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 42-47.
57. _____.; _____.; Elizalde, J.; Viera, G.; Cortazzo, D.; Ferrés, A. 2011. Autoconsumo en el suministro de dietas sin fibra larga a terneros alimentados a corral. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13^a., 2011, Paysandú). Alimentación a corral en sistemas ganaderos: ¿cuándo y cómo? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 34-41.
58. _____.; _____.; Caorsi, C.; Manasliski, E.; Rodríguez, F. 2013. Uso del autoconsumo en la alimentación a corral de terneros de destete precoz con raciones sin fibra larga. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15^a., 2013, Paysandú). Simplificando la intensificación ganadera: el autoconsumo. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 68-73.
59. Trujillo, A. I.; Marichal, M. J. 2014. Caracterización química de los alimentos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 19 p.
60. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2017. Estación meteorológica: resumen climatológico del año anterior. (en línea). Paysandú. s.p. Consultado 15 mar. 2018. Disponible en <https://ingbio.paap.cup.edu.uy/~estmet/NOAAPRYR.TXT>
61. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. ed. New York, Cornell University. 463 p.
62. Vittone, S.; Lado, M. 2013. Engorde a corral con urea protegida y sin fibra efectiva. (en línea). Concepción del Uruguay, INTA. 6 p. Consultado 25 abr. 2018. Disponible en http://vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/engorde_a_corral_con_urea_abr_13.pdf
63. Zanine, A. M.; Vieira, B. R.; Ferreira, D. J.; Vieira, A. M.; Cecon, P. R. 2007. Ingestive behaviour of cattle of several categories on coast-cross grass pasture. Bioscience Journal. 23 (3): 111–119.

64. Zebeli, Q.; Mansmann, D.; Steingass, H.; Ametaj, B. N. 2009. Balancing diets for physically effective fiber and ruminally degradable starch: A key to lower the risk of sub-acute rumen acidosis and improve productivity of dairy cattle. *Livestock Science*. 127: 1-10.
65. _____; Aschenbach, J. R.; Tafaj, M.; Boguhn, J.; Ametaj, B. N.; Drochner, W. 2012. Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 95 (3): 1041-1056.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Fuentes de variación para contenido de proteína cruda en la composición química del alimento consumido.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	3	01988	0,0662	32,48	0,0087
BLOQUE	1	0,0005	0,0005	0,27	,6363

GL: grados de libertad, CM: cuadrado medio

Anexo No. 2. Fuentes de variación para contenido de FDN en la composición química del alimento consumido.

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	3	0,1015	0,0338	7,76	0,0632
BLOQUE	1	0,0427	0,0427	9,81	0,0520

Anexo No. 3. Fuentes de variación para contenido de MO en la composición química del alimento consumido

Fuente de variación	GL	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	3	1,4475	0,4825	1,79	0,3217
BLOQUE	1	0,1200	0,1200	0,45	0,5520

Anexo No. 4. Composición del rechazo.

TRATAMIENTOS	70/30	35/65	GEA D	GEA AC
MS %	93,4	93,4	91,7	92,2
PC %	8,1	9,1	16,7	16,6
FDN %	63,9	58,7	28,3	30,3
FDA %	36,5	33,3	13,7	14,6
C%	15,2	16,2	6,1	6,2

Anexo No. 5. Fuentes de variación para pesos vivos

Fuente de variación	GL Núm.	GL Den	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	1	4,31	0,04	0,8567
BLOQUE	3	8,3	1,49	0,2868
DÍAS	1	13	1255,81	<.0001
DÍAS*TRATAMIENTO	3	13	23,93	<.0001
PESO VIVO INICIAL	1	4,31	4,89	0,0866

Anexo No.6. Fuentes de variación para consumo de materia seca en kg.

Fuente de variación	GL Núm.	GL Den	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	3	3	43,19	0,0057
BLOQUE	1	3	9,68	0,0528
SEMANA	9	36	41,77	<.0001
TRATAMIENTO*SEMANA	27	36	8,84	<.0001

Anexo No. 7. Fuentes de variación para consumo de materia seca como porcentaje de peso vivo.

Fuente de variación	GL Núm.	GL Den	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	3	2,96	4,93	0,1132
BLOQUE	1	2,94	7,61	0,0719
SEMANA	5	60,7	39,10	<.0001
TRATAMIENTO*SEMANA	15	60,6	12,22	<.0001
DÍA DENTRO DE LA SEMANA	6	228	1,44	0,2004
TRATAMIENTO*DÍA DENTRO DE LA SEMANA	18	244	1,92	0,0154

Anexo No. 8. Fuentes de variación para eficiencia de conversión del alimento.

Fuente de variación	GL Núm.	Type IV SS	CM	Valor de F	Pr>F
TRATAMIENTO	3	12,8242	4,2747	56,73	0,0038
BLOQUE	1	0,1431	0,1431	1,90	0,2619