

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL USO DE COMEDEROS DE AUTOCONSUMO PARA LA  
SUPLEMENTACIÓN INVERNAL DE NOVILLOS EN ENGORDE**

por

**Alejandro CANÉN CAUBARRERE  
Roy Derek COOPER XAVIER  
Pablo Agustín OLIVEIRA FOSSEMALE**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2016**

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. (MSc.) (PhD.) Virginia Beretta

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

-----  
Dr. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 26 de setiembre de 2016

Autores: -----  
Alejandro Canén Caubarrere

-----  
Roy Cooper Xavier

-----  
Pablo Oliveira Fossemale

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo incondicional a lo largo de toda la carrera.

A nuestros tutores Ing. Agr. Álvaro Simeone e Ing. Agr. Virginia Beretta, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

A los Ings. Agrs. Javier Caorsi y Stefanía Pancini y al personal de la EEMAC, especialmente a Diego Mosqueira, por su ayuda durante el trabajo de campo.

A Sully Toledo, por la colaboración y disposición en la presentación de la tesis.

A nuestros compañeros de la generación EEMAC 2014, a los que nos ayudaron en el trabajo de tesis, y a todos los que nos acompañaron desde nuestro inicio.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
<b>1. <u>INTRODUCCIÓN</u></b> .....	<b>1</b>
<b>2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u></b> .....	<b>3</b>
2.1 <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	3
2.2 <u>FACTORES DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO</u> .....	4
2.2.1 <u>Consumo en pastoreo</u> .....	4
2.2.1.1 <u>Factores no nutricionales</u> .....	5
2.2.1.2 <u>Factores nutricionales</u> .....	6
2.2.2 <u>Presión de pastoreo y producción animal</u> .....	7
2.3 <u>EL CASO PARTICULAR DEL USO DE VERDEOS DE INVIERNO</u> .....	9
2.4 <u>SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO</u> .....	11
2.4.1 <u>Efectos de la suplementación en el animal y en la pastura</u> .....	12
2.4.2 <u>Factores que afectan la respuesta a la suplementación</u> .....	14
2.5 <u>FRECUENCIA DE SUMINISTRO DEL SUPLEMENTO Y RESPUESTA ANIMAL</u> .....	18
2.5.1 <u>Caracterización del sistema de autoconsumo</u> .....	21
2.5.2 <u>Efecto de la frecuencia de suministro sobre la ganancia de peso y eficiencia de conversión</u> .....	21
2.5.2.1 <u>Suplementación infrecuente</u> .....	22
2.5.2.2 <u>Suplementación con autoconsumo</u> .....	23
2.5.3 <u>Efecto de la frecuencia de suministro del alimento (o concentrado) sobre la fermentación ruminal</u> .....	28
2.5.4 <u>Efecto de la frecuencia de suministro sobre la competencia entre animales por el consumo de suplemento</u> .....	29
2.5.5 <u>Efecto de la frecuencia de suministro sobre el consumo de MS suplemento</u> .....	31
2.6 <u>EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CARNE</u> .....	34
2.7 <u>SÍNTESIS</u> .....	37
2.8 <u>HIPÓTESIS</u> .....	38
<b>3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u></b> .....	<b>39</b>
3.1 <u>PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL</u> .....	39
3.2 <u>CLIMA</u> .....	40
	IV

3.3 ANIMALES .....	41
3.4 PASTURAS Y SUPLEMENTOS .....	41
3.5 TRATAMIENTOS.....	42
3.6 MATERIALES E INFRAESTRUCTURA .....	42
3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	42
3.8 REGISTROS Y MEDICIONES.....	44
3.8.1 <u>Pastura</u> .....	44
3.8.1.1 Disponibilidad de forraje para ajuste de la asignación .....	44
3.8.1.2 Altura de forraje.....	44
3.8.1.3 Consumo de forraje y patrón de defoliación.....	44
3.8.2 <u>Animales</u> .....	45
3.8.2.1 <u>Peso vivo</u> .....	45
3.8.2.2 Consumo de suplemento .....	45
3.8.2.3 Comportamiento ingestivo.....	46
3.8.2.4 Sanidad.....	46
3.8.2.5 Determinaciones a la faena.....	46
3.8.3 <u>Variables calculadas</u> .....	48
3.8.3.1 Eficiencia de conversión del suplemento .....	48
3.8.3.2 Tasa de sustitución del forraje .....	48
3.8.3.3 Utilización del forraje .....	48
3.8.3.4 Asignación de forraje efectiva .....	48
3.8.3.5 Rendimiento de canal.....	48
3.9 ANÁLISIS QUÍMICO.....	48
3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	49
3.10.1 <u>Peso vivo</u> .....	49
3.10.2 <u>Consumo de forraje, suplemento y MS total</u> .....	50
3.10.3 <u>Variables de comportamiento</u> .....	51
3.10.4 <u>Tasa de bocado</u> .....	51
4. <u>RESULTADOS</u> .....	53
4.1 CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE .....	53
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	53
4.2.1 <u>Composición química del forraje y suplemento consumido y rechazado</u> .....	55
4.3. RESPUESTA ANIMAL.....	56
4.3.1. <u>Evolución del peso vivo animal y ganancia media diaria</u> .....	56
4.4 CONSUMO.....	57
4.4.1 <u>Consumo de forraje</u> .....	58
4.4.2 <u>Consumo de suplemento</u> .....	58
4.5 COMPORTAMIENTO .....	60
4.5.1. <u>Tiempo promedio dedicado a cada actividad</u> .....	60

4.5.2. <u>Patrón de consumo de suplemento</u> .....	61
4.5.3 <u>Patrón de pastoreo</u> .....	62
4.5.4 <u>Tasa de bocado</u> .....	63
4.6. DETERMINACIONES A LA FAENA .....	64
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	66
5.1. CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	66
5.2. RESPUESTA ANIMAL.....	67
5.2.1 <u>Ganancia media diaria de animales sin suplementación</u> .....	67
5.2.2 <u>Respuesta a la suplementación en la GMD</u> .....	68
5.2.3 <u>Respuesta a la forma de suministro del suplemento (diario vs. autoconsumo)</u> .....	71
5.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	72
5.4 CALIDAD DE CANAL Y CARNE .....	75
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	78
7. <u>RESUMEN</u> .....	79
8. <u>SUMMARY</u> .....	80
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	81
10. <u>ANEXOS</u> .....	94

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Consumo diario de sal en animales consumiendo suplementos con sal como regulador según peso vivo del animal.....	20
2. Antecedentes de trabajos evaluando formas y frecuencias de suplementación .....	27
3. Composición química del grano de sorgo. ....	42
4. Temperaturas mínima, máxima y media y precipitaciones promedio mensuales durante los meses que se realizó el experimento. ....	53
5. Medias ajustadas para las variables de la pastura en los distintos tratamientos: disponibilidad (kg MS) y altura de entrada (cm), kg MS y altura de rechazo y utilización (%). ....	54
6. Composición química del forraje consumido y rechazado en base seca según tratamiento y contrastes. ....	55
7. Composición química del sorgo consumido y rechazado según tratamiento. ....	56
8. Efecto de la suplementación invernal con grano de sorgo molido ofrecido diariamente o con autoconsumo sobre la ganancia media diaria (GMD), peso vivo final (PV final) y altura final de novillos Hereford pastoreando avena <sup>1</sup> y suplementados con grano molido de sorgo <sup>2</sup> (11/6/15 al 17/9/15) (medias ajustadas). ....	57
9. Consumo de MS de forraje y suplemento (con y sin sal) de los diferentes tratamientos, ganancia media diaria, eficiencia de conversión (con y sin sal) y tasa de sustitución.....	58
10. Consumo de forraje y suplemento en % de peso vivo (PV) para los diferentes tratamientos. ....	58
11. Efecto de la suplementación sobre la actividad de pastoreo, rumia, visita al comedero y tasa de bocado según tratamiento de novillos Hereford pastoreando avena <sup>1</sup> y suplementados con grano de sorgo molido <sup>2</sup> .....	61
12. Peso vivo a la faena, peso de media canal, peso de corte pistola, rendimiento, espesor de grasa subcutánea y peso de los diferentes cortes valiosos promedio según tratamiento. ....	65

13. Valores de pH, color y área de ojo de bife (AOB) promedio de los diferentes tratamientos. ....	65
--	----

Figura No.

1. Efecto de la asignación del forraje sobre la utilización del mismo y la ganancia media diaria de novillos pastoreando verdeos (otoño) o pasturas mejoradas (invierno, primavera y verano) en diferentes momentos del año. ....	9
2. Componentes de la competitividad por el suplemento. ....	30
3. Área experimental. ....	39
4. Evolución de precipitación acumulada de los meses de junio, julio, agosto y setiembre, desde 2002 hasta 2015 inclusive. ....	40
5. Evolución de la temperatura (T) mínima, media y máxima de los meses de junio, julio, agosto y setiembre, desde 2002 hasta 2015 inclusive. ....	41
6. Altura inicial del forraje para los distintos tratamientos, para las distintas semanas. ....	54
7. Evolución del peso vivo según tratamientos desde el inicio al final del experimento. ....	56
8. Efecto del sistema de suministro sobre la evolución del consumo de suplemento (kg MS/d) en las diferentes semanas de muestreo. ....	59
9. Efecto de la suplementación y de la forma de suministro del suplemento (diario vs. autoconsumo) la evolución diaria del consumo de suplemento y la altura del tapiz durante el tiempo de permanencia en la parcela de pastoreo. ....	60
10. Distribución de visita al comedero durante el día según tratamiento (suplementación diaria o mediante comedero de autoconsumo). ....	62
11. Proporción del tiempo dedicado al pastoreo según tratamiento para cada intervalo de tiempo. ....	63
12. Tasa de bocado para los diferentes tratamientos según el día de la semana. ....	64

## 1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas intensivos de invernada vacuna en Uruguay se desarrollan básicamente sobre pasturas mejoradas, praderas y verdeos.

Los verdeos en general y la avena en particular, han sido incluidos en las rotaciones forrajeras en sistemas de invernada por su gran capacidad de producir forraje en el otoño y su buena productividad en el invierno, época del año donde existen déficits de producción de forraje y pérdidas de peso de los animales.

En este tipo de sistemas, la performance de los animales obtenida en períodos invernales sobre verdeos no es satisfactoria, lo que limita la eficiencia productiva y económica de los sistemas de producción. Esta respuesta se atribuye a las características que presenta el forraje en dicha época del año: alto contenido de agua, baja concentración de carbohidratos solubles, alta concentración de proteína soluble y un bajo nivel de fibra en la dieta, las provocan principalmente baja capacidad de cosecha de materia seca y gasto energético en la eliminación de compuestos nitrogenados.

La suplementación con concentrados energéticos sobre verdeos de invierno tiene como objetivo levantar las mencionadas limitaciones eliminando el desbalance energía-proteína propio de los verdeos de invierno y aumentando el consumo de materia seca y de nutrientes, y por lo tanto la ganancia de peso vivo, permitiendo acotar los ciclos de engorde y disminuir la edad a faena.

La mayoría de los antecedentes evaluando la respuesta a la suplementación han sido generados por medio del suministro diario del suplemento y evaluando ofertas de forraje contrastantes. Sin embargo, la suplementación en muchos casos podría presentar dificultades operativas asociadas al suministro diario del suplemento, las cuales podrían limitar la adopción de esta tecnología. Esta limitante podría ser levantada mediante la incorporación de comederos de autoconsumo, posibilitando suministrar el concentrado en mayores intervalos de tiempo.

La técnica de suplementación mediante el uso de comederos de autoconsumo, plantea la interrogante en cuanto a si la performance animal y eficiencia de uso del concentrado será la misma que cuando se suministra diariamente. Un menor control sobre la oferta suplemento y cambios en el comportamiento ingestivo del animal podrían modificar esta respuesta.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con grano de sorgo molido y la forma de suministro del suplemento (diariamente o en comederos de autoconsumo) sobre la ganancia de peso vivo, la eficiencia de conversión y la performance a la faena de novillos, pastoreando avena con oferta de forraje restringida.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

La avena ha sido muy utilizada en las rotaciones forrajeras en sistemas de invernada por su gran capacidad de producir forraje en el otoño y su persistencia y buena productividad en el invierno, época del año donde existen déficits de producción de forraje y pérdidas de peso de los animales (Simeone et al., 2005).

Sin embargo, al ser un verdeo de invierno, presenta un desbalance energía-proteína, que en el rumen afecta la eficiencia de producción de proteína microbiana. Además, por su bajo contenido de materia seca y alto contenido de agua, estaría limitando el consumo de materia seca total del animal (Zanoniani et al. 2000, Pordomingo 2003).

Las limitaciones anteriormente mencionadas, pueden ser corregidas mediante la suplementación con granos ya que estos ofrecen energía y la pastura, en este caso la avena ofrece la proteína. En estas circunstancias, la suplementación con una fuente de almidón rápidamente disponible en el rumen ayuda a balancear la dieta (Ferrari, 2014).

En algunos casos no es posible debido a la imposibilidad de suplementar diariamente a los animales, sin embargo, dicha limitante operativa puede ser minimizada mediante el uso de comederos de autoconsumo, si bien son escasos los trabajos realizados con novillos en engorde, se vio que los resultados obtenidos no tuvieron diferencias notorias en la performance animal de aquellos suplementados diariamente vs. suplementados con autoconsumo (Rovira y Velazco, 2012).

Cuando se suplementa, Pordomingo (2003) afirma que el consumo de forraje se ve alterado, modificando el consumo total de materia seca por parte del animal, por lo que es esperable un cambio en el comportamiento animal en pastoreo. Todos estos temas serán abordados en los siguientes apartados de esta revisión.

## 2.2 FACTORES DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN PASTOREO

La tasa de crecimiento de un animal depende principalmente de dos factores, el consumo de nutrientes y la eficiencia de conversión de los nutrientes consumidos en tejido animal (Hodgson, 1990). Además, Blaser et al., Mc Meekan y Walshe, citados por Montossi et al. (1995), indican que tanto la cantidad como la calidad del forraje consumido tienen un efecto directo en la producción animal, sumado a la habilidad del propio animal para digerir y transformar esa materia en nutrientes asimilables. A su vez, Poppi et al. (1987), Stobbs y Hodgson, citados por Montossi et al. (1995), Elizalde (2003), concuerdan en que el factor más importante en determinar la performance animal es el consumo diario de forraje. A continuación se comentan dichos factores de una manera resumida.

### 2.2.1 Consumo en pastoreo

Existen una serie de factores que interactúan a nivel de la interfase planta-animal para definir el consumo de forraje, el mecanismo de regulación predominante varía en función de cambios en la cantidad y calidad de la pastura. Cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta, es el carácter del forraje lo que determina el consumo a través de la distensión ruminal y cuando el forraje es de alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Cuando nos encontramos que la cantidad de forraje, disponibilidad efectiva o accesibilidad es baja, el carácter del forraje no tendría efecto sobre el consumo sino que tendría efecto el comportamiento ingestivo del animal a través del peso de bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo (Cangiano, 1997).

Hodgson (1990) sugiere que el consumo de forraje es afectado por tres grupos de factores, los que afectan la digestión del forraje (relativos a la madurez y concentración de nutrientes del forraje consumido), los que afectan la ingestión del forraje (relativos a la estructura física y canopia del forraje), los que afectan la demanda de nutrientes y capacidad ingestiva y digestiva del animal (relativos a la madurez y estado productivo del animal).

Según Hodgson (1990), el consumo se ve afectado por la digestibilidad de la pastura consumida (cantidad de pared celular, largo de fibras, madurez del tejido vegetal, contenido de agua y palatabilidad) y la habilidad del tracto digestivo para procesar el alimento (relacionada al tamaño, la tasa de absorción del producto de la digestión y la tasa de pasaje de los residuos indigestibles).

Chilibroste (1998a), reporta que la capacidad del tracto gastrointestinal también juega un papel principal para controlar el consumo en rumiantes. Plantea que existe una relación positiva entre consumo y digestibilidad, siendo positiva cuando la regulación del consumo es por “llenado” y cero cuando el control depende de los requerimientos energéticos del animal.

El consumo de forraje o performance animal se incrementa a medida que aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura, asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje pudiendo maximizar la tasa de consumo siendo esta relación afectada por el tipo de pastura donde los animales pastorean. El máximo consumo se alcanza cuando el animal en pastoreo tiene acceso al 50% del forraje disponible (Greenhalgh et al., Gordon et al., citados por Norbis 1991, Montossi et al. 1995, Reed, citado por French 2001).

Poppi et al. (1987) sugirieron que el consumo animal en condiciones de pastoreo está regulado principalmente por dos grupos de factores; i) no nutricionales y ii) nutricionales.

#### 2.2.1.1 Factores no nutricionales

Estos factores, como mencionamos anteriormente relacionan las características físicas de la pastura que condicionan al acceso real del animal al mismo, siendo las principales el forraje disponible, estructura vertical de la pastura, especies forrajeras y conducta del animal en pastoreo.

- Asignación de forraje

Está relacionado directamente con el volumen de forraje consumido, siendo este factor el de mayor incidencia.

Según Hodgson (1976), el forraje máximo consumido se da con niveles de disponibilidad diaria equivalente a cuatro veces la cantidad consumida y disminuye bruscamente cuando la disponibilidad es a menos de 40 gr de MO/kg PV/día, siendo este último un escenario de pastoreo restringido y por lo que la dificultad de cosecha es mayor. El aumento del consumo se da a tasas decrecientes a medida que aumenta la disponibilidad. Una reducción del 50% en la oferta del forraje desde el valor al cual se llegó al máximo consumo, solo deprime al mismo en un 10% aproximadamente.

- Altura de tapiz

El consumo de los animales en pastoreo está estrechamente influenciado con la altura del tapiz, cuanto más fácil sea el acceso al forraje, mayor será el consumo. Cuanto mayor sea la altura de los tallos, hay una relación casi lineal con el aumento del tamaño del bocado y la tasa de bocado (Willoughby, Allden y Whittaker, Arnold, citados por Norbis, 1991).

- Densidad de tapiz

El consumo se ve favorecido a medida que la densidad del tapiz aumenta. Los animales con acceso a la pastura de mayor densidad de macollos vivos, hacen una mejor utilización del forraje disponible, logrando un mayor consumo (Chilibroste 1998b).

#### 2.2.1.2 Factores nutricionales

Como también ya fue mencionado los factores de origen nutricional están relacionados a las propiedades nutritivas de los alimentos (digestibilidad, proteína) y se pronuncian cuando frente a altas asignaciones, el animal se aproxima al máximo consumo. Como consecuencia actúan dos mecanismos principales regulando el consumo: físicos (capacidad del rumen) y químicos (metabolitos en la sangre) (Norbis 1991, Chilibroste, 1998b).

Una característica importante que determina el consumo es la facilidad con que la materia orgánica del forraje puede ser evacuada del rumen. El rumen tiene una capacidad limitada y la velocidad con que entra la materia orgánica no puede exceder la velocidad con la que sale. Por esta razón los alimentos de baja digestibilidad (fibrosos y groseros), permanecen mucho tiempo en el rumen mermando el consumo (Chilibroste, 1998b).

La distensión de las paredes ruminales activan receptores mecánicos, quienes mandan señales para mermar el consumo. La capacidad de llenado de los animales va a depender del peso y volumen de la digesta. La presión sobre las paredes del rumen es aumentada por el consumo de materia seca y aliviada por dos procesos simultáneos y competitivos: degradación del contenido ruminal por la microflora fermentativa, y pasaje de las fracciones insolubles. De esta manera el estímulo sobre los receptores desaparece y el consumo puede reiniciarse (Lehman, citado por Allen 1996, Chilibroste 1998b).

Como ya fue mencionado aparte de la regulación física existen las restricciones metabólicas. Los bajos consumos de nutrientes observados en pasturas de baja calidad y disponibilidad no limitante pueden explicarse por: presión osmótica y cambios en pH ruminal, concentración de ácidos grasos volátiles y acumulación de productos de la fermentación incompleta de compuestos nitrogenados (Chilibroste, 1998b).

Cuando los forrajes son el principal componente del consumo animal en la dieta, el mecanismo limitante al consumo de materia seca ha sido el “llenado” o “regulación física” siendo el volumen y no el peso el determinante en el llenado (Chilibroste, 1998b). La fibra ha sido relacionada con las propiedades de llenado de los alimentos debido al lento pasaje del retículo-rumen que alimentos menos fibrosos. Existen otros factores como el tamaño de partículas, fragilidad de éstas, proporción y digestibilidad de FDN (Van Soest, Waldo, Jung y Sahl, Mertens, citados por Allen, 1996).

### 2.2.2 Presión de pastoreo y producción animal

Dentro de un sistema de producción determinado, tanto el manejo como la presión de pastoreo utilizado, tienen una marcada influencia en las ganancias diarias registradas en los animales y en la evolución del peso vivo de los mismos. Este efecto puede ser parcialmente atribuido a la selectividad que ejerce el animal durante el pastoreo (Hodgson, 1990). También define presión de pastoreo como la cantidad de animales por unidad de forraje disponible en un momento determinado de tiempo. Donde la relación entre la cantidad de animales y la superficie ganadera que ocupan éstos en un tiempo determinado, determina la carga animal, expresándose en kg/ha/período o cabezas/ha/período (Bavera y Bocco, 2001). La asignación de forraje es definida como los kg de pasto que se les ofrece a los animales, expresado en kg de materia seca (MS) de pasto cada 100 kg de peso vivo por día. Este último presenta una ventaja muy importante sobre los otros, ya que toma en cuenta la cantidad de forraje disponible para aplicar las decisiones de manejo correspondientes, lo que permite trabajar con una carga variable en función del forraje disponible (Lombardo, 2012). Motivo de la selectividad se vieron mejoras en el consumo de las pasturas y mejoras en la digestibilidad lo que determinaron altas ganancias de peso vivo por cabeza (Hardison et al. 1952, Blaser et al. 1970, Chacon et al. 1978).

Por otro lado Hodgson (1976) publican que el aumento en la ganancia diaria de peso vivo por animal, se debería a un mayor consumo más que a una mejor calidad en la dieta.

En consecuencia la presión de pastoreo puede afectar la productividad por animal y por hectárea tanto en un sistema de pastoreo continuo como rotacional. Siempre y cuando la disponibilidad de forraje permita que el animal pueda seleccionar las hojas de mayor calidad, lo cual sería posible cuando el manejo se da a presiones de pastoreo adecuada (Blaser et al., 1970).

Por otra parte para lograr la máxima producción de forraje por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que a su vez, sea lo suficientemente intenso para que la eficiencia de cosecha sea óptima y las pérdidas por senescencia sean mínimas (Parsons et al., citados por Cangiano, 1997).

Las ganancias de peso vivo por animal y por hectárea en tapices mezcla o puros con diferentes manejos está directamente afectado por la presión de pastoreo. A medida que se aumenta la carga animal hacia el óptimo se produce un marcado aumento en la producción por hectárea mientras que el producto animal no se ve afectado. A medida que seguimos hacia el óptimo el producto animal empieza a caer levemente. El óptimo se va a dar en el punto donde el producto por animal se iguala al producto por hectárea. Una vez que la dotación está por sobre el óptimo caen abruptamente tanto la producción animal como la producción por hectárea.

También tanto Cangiano (1997) como Beretta et al. (2008) reafirman que un aumento en la producción de carne/ha, producto de un aumento de la carga animal, es consecuencia de una mejor utilización del forraje producido.

La figura No. 1 ilustrada por Beretta y Simeone (2008), resume lo dicho anteriormente. En la misma se aprecia una marcada diferencia en la producción de pasto y ganancias de peso vivo entre las estaciones. Observándose que para un mismo valor de oferta de forraje, la ganancia diaria es mayor cuanto mejor es la calidad de la pastura, permitiendo lograr mayores ganancias de peso con menores ofertas de pasto.

En verano donde las pasturas son de peor calidad, es posible mediante una menor carga, que el animal pueda seleccionar una dieta de mejor calidad y lograr un mayor consumo de nutrientes, por consiguiente un aumento de ganancia. Contrariamente, cuando las pasturas son de buena calidad como en invierno y primavera lo que se espera es que con menos oferta se alcance mayor consumo. Es importante destacar que frente a pasturas de buena

calidad, la ganancia diaria es muy sensible a pequeños cambios en la asignación de forraje.

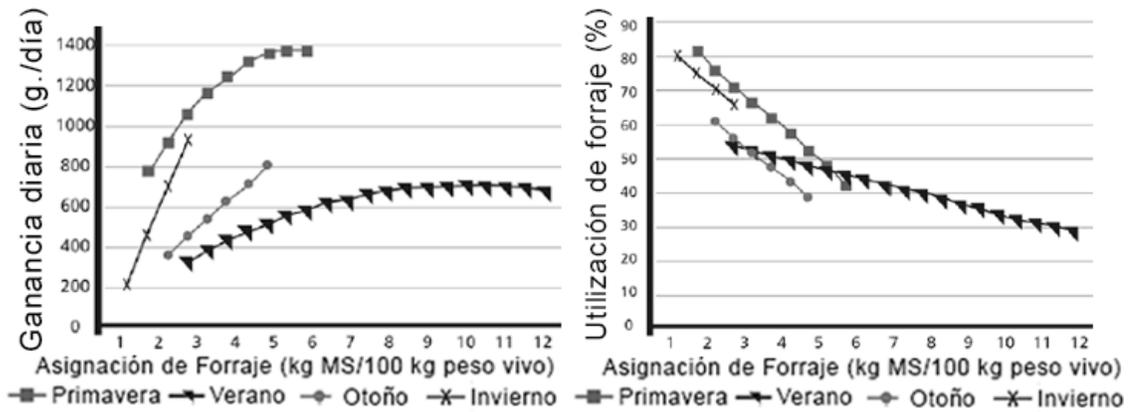


Figura No. 1. Efecto de la asignación del forraje sobre la utilización del mismo y la ganancia media diaria de novillos pastoreando verdes (otoño) o pasturas mejoradas (invierno, primavera y verano) en diferentes momentos del año. Fuente: Beretta y Simeone (2008).

Otro factor a tener en cuenta es el remanente de forraje (kg MS/ha), ya que para obtener altas ganancias y altos consumos y por ende una buena producción animal y producción por hectárea, los animales deben retirarse antes de que el remanente sea muy bajo, donde se ponga en riesgo la viabilidad de la pastura y donde la utilización no sea la esperada (Poppi et al., 1987).

### 2.3 EL CASO PARTICULAR DEL USO DE VERDEOS DE INVIERNO

La suplementación en pastoreo es una herramienta muy importante, en los sistemas de invernada de base pastoril, los cuales presentan épocas del año donde existen deficiencias en calidad y/o cantidad de forraje disponible, que ocasionan restricciones en la ganancia de peso (Ustarroz y De León, s.f.).

Los verdes de invierno se han convertido en los principales componentes de la cadena forrajera durante el período de otoño-primavera debido a su excelente adaptación agroecológica ya que las pasturas perennes cultivadas o naturales presentan baja disponibilidad de forraje en dicha estación de crecimiento (Chiossone et al., 2014).

Las pasturas de alta calidad como es el caso de la avena para pastoreo, proveen una cantidad importante de nutrientes para satisfacer los

requerimientos de los animales, aunque la producción animal obtenida es variable. Esta variabilidad en la respuesta puede deberse a cambios en la disponibilidad, calidad y digestibilidad que aunque estos sean buenos, la respuesta animal puede ser baja (Elizalde, 2003a), por lo tanto es fundamental identificar cuáles son los nutrientes que la pastura es incapaz de suministrar (Elizalde y Santini, 2001). En avena, la limitante más importante y costosa de corregir es la energía ya que los verdes de invierno en general y la avena en particular, presentan un desbalance energía-proteína que en determinadas épocas del año hace que ocurran pérdidas de nitrógeno considerables en el rumen ya que su contenido excede la disponibilidad de energía en el rumen y se ve limitada la síntesis de proteína microbiana (Elizalde, 2003b).

Klein, Risso et al., Ruiz, citados por Noro et al. (2006) afirman que los dos elementos principales a considerar son un elevado contenido de proteína cruda, altamente degradable en el rumen, y un reducido contenido de fibra estructural. Baeck (2000), menciona que al tener un alto contenido de proteína de alta degradabilidad ruminal (80-90%), el producto de dicha degradación es el N-NH<sub>3</sub> (nitrógeno amoniacal) que en exceso difunde a través de las paredes ruminales y es transportado al hígado por la circulación portal, donde se metaboliza a urea que es excretada por orina, o reciclada al rumen vía saliva. Cabe destacar que el amoníaco es tóxico para el animal, por lo que la metabolización hepática a urea actúa como un mecanismo de detoxificación, que tiene un alto requerimiento energético.

Beretta y Simeone (2008), trabajando con novillos pastoreando avena cuantificaron el costo energético para la eliminación del exceso de urea y encontraron que se incrementó 1,64% el requerimiento de la energía de mantenimiento, equivalente a ganar 22 g/animal/día extra.

Respecto a la asignación de forraje, las bajas eficiencias de utilización del mismo, indican que la cantidad de forraje ofrecido no era la limitante principal del consumo, sino que eran variables relacionadas con la capacidad de cosecha de materia seca ya que si bien el animal destina gran parte del día al pastoreo, el consumo de materia seca efectivo se había visto limitado (Beretta y Simeone, 2008). Beretta y Simeone (2008) coinciden con Baeck (2000) y dicen que aunque no existan restricciones en la disponibilidad de forraje, existen otras causas que limitan el consumo animal, estas son el bajo porcentaje de materia seca del forraje, la disminución de la palatabilidad y la aceptabilidad del forraje producida por el alto nivel de humedad, a través de una disminución del tamaño del bocado, o por una disminución en el tiempo total de consumo. A esto se suma una restricción en el espacio físico (efecto llenado)

por la mayor cantidad de agua intracelular, que ocupa espacio ruminal al menos hasta que se produce la ruptura celular. Los bajos consumos de materia seca obtenidos con forrajes con alto porcentaje de humedad son los responsables del aporte limitado de nutrientes que recibe el animal.

Klein y Latimori (2001), Elizalde (2003a), Pordomingo (2003), coinciden que en este escenario, la suplementación energética cobraría relevancia permitiendo balancear las deficiencias de la pastura, y aumentando el consumo de materia seca y por lo tanto de nutrientes.

Como mencionan Kloster y Latimori (2001), los sistemas de producción de carne sobre pasturas, han incorporado alguna forma de alimentación suplementaria que persigue objetivos como acortar los ciclos de engorde y aumentar la productividad y los ingresos de la empresa.

Otras de las ventajas que presenta la suplementación, además de corregir deficiencias nutritivas son un aumento de la carga animal en el sistema, incrementar la ganancia de peso, lograr una buena terminación y mejorar la eficiencia de utilización del alimento base (Ferrari, 2014).

La suplementación con grano tanto de maíz como de sorgo a razón del 1% del peso vivo, mejora de manera significativa las ganancias respecto a aquellos animales manejados únicamente a pasto. Es importante tener en cuenta el efecto año ya que en los otoños más secos casi no existen diferencias en ganancia de peso vivo entre suplementar y no suplementar los animales (Beretta y Simeone, 2008).

## 2.4 SUPLEMENTACIÓN EN PASTOREO

Suplementación se define como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado (cuando este es escaso o está inadecuadamente balanceado), con el objetivo de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción (Pigurina, 1994). Consiste en agregar el nutriente que hace falta para lograr el nivel de producción que se requiere. El animal para vivir requiere de agua, energía, proteína, minerales y vitaminas, que los obtiene de la digestión de la pastura que consume. El nivel de producción que logre, medido en ganancia de peso vivo, estará determinado por el nutriente que se agote primero (Pigurina et al. 1997, Cozzolino 2000).

A una escala mayor de evaluación, una de las vías de intensificación para los sistemas pastoriles de engorde es el aumento de la oferta de nutrientes

a los animales a través de alimentos extraprediales o derivados del sub-sistema y explotar las interacciones tratando de maximizar las ventajas de la suplementación (Simeone y Beretta, 2004).

Según Rovira (1996), la suplementación puede ser enfocada con diferentes objetivos según los fines que se persigan y lo que se pretenda. Estos pueden ser formar parte de una planificación alimenticia que integre la estrategia anual en forma permanente (suplementación sistemática), o una suplementación de carácter coyuntural; o circunstancial, según el clima, la cantidad de forraje y el estado de algunas categorías del ganado.

El uso de suplementos, es una estrategia que puede tener impacto a nivel productivo y económico si es utilizada de manera correcta ya que una vez incorporada al sistema, aporta estabilidad y seguridad. Sin embargo, es de suma importancia conocer y combinar de la forma más adecuada los factores involucrados en la respuesta animal, que al ser una cantidad importante de variables pueden interactuar entre ellas afectando el efecto benéfico del uso de suplementos en sistemas pastoriles (Simeone y Beretta, 2005).

#### 2.4.1 Efectos de la suplementación en el animal y en la pastura

Cangiano (1997) menciona respecto a los efectos de la suplementación que los animales suplementados con concentrados o forrajes conservados, reducen generalmente el consumo de pastura, aunque el consumo total de materia seca se ve incrementado. La reducción del consumo de forraje se denomina tasa o coeficiente de sustitución, donde la disminución del consumo de pastura es expresada como una proporción de la cantidad de suplemento ofrecido (Cangiano, 1997).

El efecto de sustitución es mayor cuanto mejor es la calidad del forraje ofrecido (Pordomingo, 2003).

Cangiano (1997), menciona que los valores de sustitución varían entre 0,5 a 1 kg de forraje sustituido por kilogramo de suplemento consumido en pasturas de alta calidad y para pasturas de baja calidad, con una digestibilidad menor al 65%, la sustitución varía entre 0,2 a 0,5 kg de forraje por kilogramo de suplemento consumido. También reporta que el consumo de pastura está influenciado tanto por el comportamiento animal como por las limitaciones nutricionales de la misma. Cuando se ofrece una fuente de nutrientes rápidamente disponible y asimilable, los animales reducen su esfuerzo de pastoreo, aún en los casos en que el forraje es escaso. En estas condiciones,

los animales tienden a dejar de comer forraje que cuando las condiciones de la pastura son mejores. Esto significa que la suplementación no mejorará necesariamente la productividad del animal cuando la disponibilidad de forraje es baja.

Respecto al efecto de adición, cuando la disponibilidad es baja, los animales pueden verse impedidos a cosechar el forraje que potencialmente podrían cosechar, de esta manera se reduce el consumo y por lo tanto se ven disminuidas las ganancias. En estos casos la suplementación produce un efecto de adición ya que el consumo total de alimento aumenta y los animales suplementados tienen una mayor ganancia de peso en relación a los no suplementados. Hay que tener en cuenta que a medida que aumenta la calidad del forraje, el efecto aditivo se va transformando en sustitutivo, el animal deja de consumir forraje para consumir el suplemento (Stritzler, 2004).

Además de la adición y sustitución, pueden existir también interacciones como la adición y sustitución (es la combinación de efectos de adición y sustitución en el que hay una mejora en el suministro de nutrientes con una disminución no proporcional del consumo de forraje, esto ocasiona aumentos en la ganancia individual y permite aumentos de carga) y la sustitución con depresión (se presenta cuando la inclusión del suplemento afecta negativamente al aporte de nutrientes de la pastura, lo que trae como consecuencia la disminución de la ganancia individual y trae aparejado un menor consumo de pastura, permitiendo incrementos de carga) (Ustarroz y De León, s.f.).

Los animales grandes, como los novillos en terminación, son categorías que aprovechan de manera menos eficiente un verdeo. La suplementación con granos permite aumentar el consumo diario de energía y mejorar la eficiencia (Borrajo et al., 2011).

Los granos como el de sorgo, brindan energía en buena cantidad pero son deficientes en proteína y fibra, por lo que el alimento base, en este caso el verdeo, debe aportar la proteína para cumplir con los requerimientos animales y así obtener un buen balance de la dieta (Pordomingo, 1999).

Cuando se ofrece grano, por lo general puede existir una depresión parcial en la digestión de la fibra del forraje que puede reducir el beneficio de agregar un alimento más digestible, este fenómeno se da principalmente cuando la suplementación se da sobre pasturas de baja calidad, digestibilidad de la materia orgánica menor a 65% (Baldi et al., 2008). En forrajes de calidad,

el efecto más importante es sobre la reducción del consumo de forraje y no tanto sobre la digestión de la fibra (Elizalde, 2003a).

La pastura es la principal fuente de nutrientes aún en sistemas con suplementación y tiene suma importancia en el consumo de suplemento. A medida que la calidad y disponibilidad de la pastura descende, mayor será la demanda, competitividad y la variación entre los consumos animales. A medida que la calidad de la pastura aumenta, ocurre lo opuesto y en condiciones de disponibilidad de forraje *ad libitum*, puede perderse el interés por el suplemento (Mac Loughlin, 2005).

#### 2.4.2 Factores que afectan la respuesta a la suplementación

La respuesta a la suplementación se puede definir como la producción adicional obtenida por suplementar en comparación con la producción obtenida por no hacerlo (Baldi et al., 2008).

Cangiano (1997) menciona también que la respuesta está determinada por una serie de factores que interactúan entre sí, ellos son los atribuibles a la pastura (cantidad y calidad), al suplemento, al animal (categoría, potencial genético) y factores asociados al manejo.

Respecto a los factores relacionados con la pastura, Baldi et al. (2008) reportan que la disponibilidad de forraje es el factor que más afecta a la respuesta a la suplementación, ya que a medida que aumenta la oferta de forraje, la respuesta a la suplementación es menor ya que se da un aumento de la tasa de sustitución. Como menciona Cangiano (1997), los animales suplementados disminuyen su esfuerzo en pastorear y reducen el consumo de forraje aun cuando la oferta no es limitada y es de buena calidad.

Elizalde (2003b) marca a la calidad del forraje como otro de los factores que afectan la respuesta a la suplementación, ya que a mayor calidad de la pastura, la respuesta a la suplementación tiende a disminuir.

Debemos tener en cuenta su composición química, concentración de energía metabolizable. Otro aspecto que debemos considerar, es el sitio de digestión del almidón dentro del tracto gastrointestinal, en general, los cereales de invierno presentan una mayor digestión en el rumen debido a las características de su almidón mientras que los cereales de verano, presentan un almidón con una degradación ruminal más lenta. Con relación a la cantidad de suplemento ofrecido, en la medida de que la oferta de concentrado sea

restringida (0.5% del peso vivo), lo más probable es que la respuesta sea máxima, pero la ganancia de peso absoluta, sea inferior a la obtenida con un nivel de suplementación mayor (1% del peso vivo) (Baldi et al., 2008). Aunque todos los suplementos ofrecen energía en forma de almidón, la composición y tasa de liberación en el tracto digestivo del mismo varía entre los diferentes granos. Esta característica podría modificar el potencial de un suplemento para ser incluido en esquemas de autoconsumo.

Pordomingo (2003) dice que al combinar un suplemento y un forraje de buena calidad, con alta digestibilidad como es el caso de la avena para pastoreo, permite la expresión de una mejor conversión del alimento a aumentos de peso. Dicha mejora se manifiesta en los niveles de suplementación mayores al 0.75% del peso vivo del animal.

Los factores propios del animal que influyen en la respuesta a la suplementación son la edad y el estado fisiológico. En cuanto a la edad, podemos decir que los animales más eficientes en la conversión del suplemento son los animales más jóvenes (Baldi et al., 2008) en comparación con los animales de mayor edad como por ejemplo los novillos. Como mencionan Simeone y Beretta (2006), en los sistemas de invernada es más común la suplementación aunque se trate de animales menos eficientes en la conversión ya que estos animales se encuentran en la fase de deposición de grasa (altos requerimientos para ganancia) y con un peso vivo mayor (mayores requerimientos de mantenimiento).

Los cereales de invierno (trigo, cebada entre otros), presentan un almidón de alta solubilidad y rápida fermentación ruminal, en cambio los cereales de verano (maíz y sorgo) son de fermentación más lenta y parte de este escapa a la degradación ruminal y es digerida en el intestino delgado (Pordomingo, 2003).

A pesar de las diferencias que presentan, Brouk (2012) señala que tanto cereales de invierno como de verano son igualmente aceptados para la suplementación ya que el aporte de energía no varía sustancialmente.

La elección de los granos para suplementación está sujeta a factores tales como precio de mercado, inserción del cultivo en las rotaciones, necesidad de procesamiento para su utilización entre otros.

Si bien los granos de invierno como trigo y centeno son de muy buena calidad y pueden ser utilizados en la suplementación, es recomendable

mezclarlos con otros granos ya que son más propensos a generar trastornos digestivos como acidosis ruminal por su alta capacidad fermentativa. Los granos de avena y cebada, poseen cubiertas fibrosas que si bien hacen que tengan un valor nutritivo menor, disminuyen los riesgos de trastornos digestivos (Stritzler, 2004).

Dentro de los granos de verano, los más utilizados son los de maíz y sorgo. Actualmente el más difundido para esta práctica es el grano de sorgo por disponibilidad, precio de venta y costo de producción principalmente.

El grano de sorgo generalmente es considerado de menor calidad nutricional que el de maíz debido a su composición química altamente variable, endosperma periférico más desarrollado, así como la presencia de taninos que limitan la degradación bacteriana (Elizalde y Montiel, 2004). Otra característica del grano de sorgo es que su almidón fermenta más lentamente respecto al de otros granos. El uso del almidón en el rumen es crítico cuando se incrementa el desempeño animal, por eso resulta importante el tratar de lograr altos niveles de eficiencia del alimento (Brouk, 2012). Para incrementar la eficiencia y ser aprovechado por los animales, el grano de sorgo debe ser procesado.

Brouk (2012) dice que procesar el grano de sorgo ya sea moliendo, rolando u hojuelado a vapor, es necesario para alterar la matriz proteica alrededor de los gránulos de almidón. El procesamiento tiene como objetivo aumentar el valor nutricional y de esta manera sortear la baja degradabilidad ruminal. El método que presenta mayor alteración de dicha matriz fue el hojuelado a vapor.

Uno de los métodos, el más común en nuestro país, es la molienda que produce partículas de menor tamaño y de esta manera se aumenta la superficie de contacto haciendo la digestión más rápida y extensa, obteniéndose así un aumento del valor nutritivo (Mader y Stock, 2005).

La proteína es el segundo componente en importancia del grano de sorgo, éste presenta una cantidad superior respecto al grano de maíz, pero inferior que trigo y cebada. Dentro de las proteínas, predominan las prolaminas, éstas se encuentran en el endosperma principalmente. La calidad de la proteína del sorgo está relacionada con la capacidad de satisfacer los requerimientos proteicos de la alimentación y depende de dos factores: porcentaje de proteína total y distribución de aminoácidos que la componen (Domanski et al., 1997). El grano de sorgo tiene un bajo contenido de lisina, metionina y triptófano, por lo que conculda con que estas proteínas son de baja calidad nutricional.

Además, al ser insolubles en agua, no se degradan en el rumen, por lo que disminuyen la disponibilidad del almidón, ya que éste se encuentra encastrado en el endosperma. La matriz y los cuerpos proteicos que rodean a los gránulos de almidón son la principal barrera para el ataque por las bacterias, limitando así su digestibilidad, disponibilidad y aprovechamiento por parte del animal (Elizalde y Montiel, 2004).

Si lo que se quiere es corregir deficiencias, aumentar la vida útil del forraje o aumentar la carga, basta con suplementar al 0.5% del peso vivo. Pero si el objetivo es ganar peso, es necesario suplementar a razón del 1% del peso vivo (Pordomingo, 1999). Rovira (2014) menciona que la suplementación al 1% del peso vivo, es aquella en la que se obtiene la mejor respuesta biológica y económica.

Otro aspecto a considerar es el manejo por Stritzler (2004), ya que la suplementación en pastoreo se realiza para mejorar la situación de los animales, debemos tener en cuenta que la cantidad de suplemento no debe perjudicar la utilización del forraje, esto se logra con niveles de suplementación que no superen el 30-40% del total de la dieta consumida (1% del peso vivo), por encima de estos niveles, la fermentación del grano en el rumen afecta la digestión del forraje que se hace menor, además de generar problemas sanitarios.

Rovira (2014), plantea que consumos de más de 1.5 % de PV de suplemento lo que lleva un exceso de almidón proveniente de los granos o raciones, puede comprometer la digestión del forraje (fibra) en el rumen del animal causando una respuesta decreciente a la suplementación e incluso comprometiendo la salud de los animales (acidosis). Rovira (2014) mediante un experimento realizado en el departamento de Treinta y Tres suplementando terneros (5 terneros/ha) sobre un mejoramiento de campo “viejo” (10% de proteína cruda) con predominio de raigrás y restos secos utilizando tres estrategias de suplementación en autoconsumo: ración balanceada con 10% de sal (16% proteína cruda), sorgo seco molido con 10% de sal (11% proteína cruda), ración balanceada con 4-6% de cáscara de arroz sin sal adicional (14% proteína cruda). Además, se agregó un grupo de animales control sin acceso a la suplementación.

De acuerdo a los resultados observados en el experimento, frente a un mismo nivel de sal (10%) los animales con acceso al sorgo molido registraron un consumo 15-20% menor de suplemento comparado con aquellos

suplementados con ración balanceada, probablemente debido a la menor palatabilidad del grano de sorgo. Por otro lado, comparando las raciones balanceadas, la ausencia de sal adicional en la ración con cáscara de arroz determinó un incremento de más de 50% en el consumo de ración comparado con la ración con 10%. Esto confirma el efecto de limitación en el consumo que tiene la sal, si bien aún se registraron consumos altos con 10% de sal.

En efecto, no se registraron síntomas de acidosis a pesar de un consumo diario de ración cercano al 3% del peso vivo. El sorgo presenta un consumo inicial más lento debido a su menor palatabilidad, pero en ambos tratamientos en donde se incluyó 10% de sal se observó una tendencia a incrementar el nivel de consumo con el paso del tiempo, debido al acostumbamiento que se va produciendo en el animal al consumir altas cantidades de sal por día. Rovira (2014) concluye que la suplementación mayor o igual a 1,5% puede permitir mantener niveles de producción de carne elevados sin perjudicar la salud del animal.

En correspondencia a los factores que afectan la respuesta a la suplementación, también se debe mencionar a la frecuencia de suministro del mismo. Como se va a detallar en el punto 2.5, el suministro de suplemento puede ser ejecutado de forma diaria, semanal (mediante comederos de autoconsumo) o de forma infrecuente. De esta manera se verán respuestas en cuanto a la eficiencia del uso de suplemento, ganancias de peso, competencia y niveles de consumo y respuestas biológicas.

## 2.5 FRECUENCIA DE SUMINISTRO DEL SUPLEMENTO Y RESPUESTA ANIMAL

Al aumentar la complejidad de los sistemas, aparece como una necesidad la búsqueda de alternativas que permitan mantener la eficiencia biológica (mantener la ganancia de peso de los animales), pero con un esquema de uso más eficiente de los recursos (La Manna et al., 2007).

El suministro del suplemento puede variar pudiendo ser diario, en autoconsumo o de forma infrecuente. La suplementación infrecuente tiene como objetivo reducir el número de veces que se suplementa al ganado durante la semana, sin sacrificar ganancias de peso (La Manna et al., 2005), siempre manteniendo fija la cantidad de suplemento promedio diario que es ofrecido. La Manna et al. (2005) plantean que las ventajas de esta forma de suministro se maximizan en situaciones donde la tarea se puede complicar o encarecer, tales

como cuando el tamaño de los lotes es muy grande, contar con fracciones de campo separadas, la poca disponibilidad de maquinaria o la falta de personal.

Respecto a la frecuencia de suministro, Arelovich (2004) concluye que la suplementación más frecuente es la que arroja los mejores resultados biológicos. Sin embargo, la suplementación infrecuente (tres veces por semana), parece no afectar la productividad del ganado, cuando éste ingresa al sistema en un buen estado. La Manna et al. (2007) atribuyen que la ausencia de diferencias se debe a la tasa de pasaje y a la digestibilidad del suplemento ya que en sistemas de suplementación infrecuente, la tasa de pasaje del alimento en el rumen disminuye y de esta manera aumenta el tiempo de retención del alimento determinando una mayor digestibilidad y mayor eficiencia del uso del alimento provocando que no existan diferencias entre suministro de suplemento diario o infrecuente.

Mac Loughlin (2005), establece que a medida que se disminuye la frecuencia de suministro, el riesgo de aparición de acidosis es mayor, debido al exceso de consumo del concentrado de algunos individuos.

El libre acceso al suplemento puede generar trastornos metabólicos. Una de las principales inquietudes a la hora de la implementación del sistema de autoconsumo es cómo regular el consumo, ya que los animales acceden al suplemento por su propia voluntad en cualquier momento del día. La cantidad de suplemento que se desea consuman los animales varía según los objetivos de producción y del forraje base (Beretta y Simeone, 2008). Mac Loughlin (2005) dice que el uso de limitadores de consumo en un suplemento disminuye la demanda del mismo y la variación de consumo individual y en el caso de utilizarse concentrados energéticos, ayuda a controlar potenciales trastornos metabólicos como la acidosis ruminal.

La sal común (NaCl) es utilizada como regulador del consumo en ganado de carne. El cloruro de sodio en pequeñas cantidades actúa como saborizante aumentando la palatabilidad de la ración. Por el contrario, al aumentar las cantidades de sal, ésta actúa como limitador del consumo animal (Rovira y Velazco, 2012). Al igual que Mac Loughlin (2005), Rovira y Velazco (2012), mencionan que la sal actúa como estimulante y como limitador del consumo de alimento, según la cantidad administrada.

A la hora de utilizar sal como limitador del consumo, se debe tener en cuenta factores como la variabilidad natural entre animales y su capacidad de tolerar el consumo de sal, esto hace que no se trate de una regulación precisa

(Beretta y Simeone, 2013). En el cuadro No. 1 se presenta una tabla en la que se relaciona el consumo diario de sal según el peso vivo.

Cuadro No. 1. Consumo diario de sal en animales consumiendo suplementos con sal como regulador según peso vivo del animal.

Peso Vivo (kg)	Consumo diario de sal (% de peso vivo)		
	Bajo	Promedio	Alto
135	0.10	0.17	0.20
225	0.10	0.12	0.14
315	0.09	0.10	0.13
405	0.08	0.10	0.12
495	0.07	0.10	0.12

Fuente: adaptado de Rich et al. por Beretta y Simeone (2013)

Beretta y Simeone (2013), establecen que además de las variaciones naturales animales, hay que tener en cuenta otros factores como la palatabilidad de la ración, calidad y disponibilidad de forraje. En condiciones normales de disponibilidad de forraje, el valor de sal en la mezcla debe ser del 10%, en situaciones de escasez de forraje extrema, el valor de sal utilizado debe aumentarse a 15%. Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013) mencionan que puede existir un efecto de acostumbamiento de los animales al consumo de sal, eventualmente debería incrementarse la cantidad de sal a medida que avanza el período de alimentación.

El consumo de suplementos que contienen sal en la mezcla, incrementa la demanda de agua entre un 50-75% estimándose un aumento de 4,2 litros/100 gramos adicionales de sal consumida. La granulometría del suplemento y de la sal deben ser similares para evitar la separación de los ingredientes de la mezcla y de esta manera no exista el consumo excesivo de alguno de los componentes (Beretta y Simeone, 2013).

Mac Loughlin (2005), dice que además de la sal, existen otros compuestos utilizados para limitar el consumo. El yeso, a menores dosis que la sal ha resultado efectivo cuando la disponibilidad de forraje base es buena. El cloruro de calcio al 2,5% - 5% del suplemento restringe el consumo de este a aproximadamente 1 % del peso vivo. El uso de grasas y aceites al 10% del suplemento, son efectivos en controlar el consumo entre el 1% y 1,5% del peso vivo del animal. La monensina es un ionóforo que permite limitar el consumo, su uso queda reservado principalmente para cuando el plano nutricional es de

mediano a alto, siendo mínimos sus efectos en las situaciones de restricción alimenticia.

Rovira y Velazco (2012), utilizaron en un experimento a la cáscara de arroz con el objetivo de observar si la fibra corta limitaba el consumo. La conclusión fue que la inclusión de fibra corta no limita el consumo ya que los animales consumieron suplemento por encima del nivel deseado. La fibra efectiva de la cáscara de arroz evitó problemas metabólicos como la acidosis.

### 2.5.1 Caracterización del sistema de autoconsumo

El autoconsumo es una herramienta importante en los sistemas donde existe una limitante práctica para el suministro diario de suplemento asociado a la falta de maquinaria, tamaño de potreros, mano de obra, entre otras limitantes (Beretta y Simeone, 2008).

La suplementación utilizando comederos de autoconsumo permite el libre acceso de los animales al comedero diseñado especialmente para proveer el alimento cuando éste es requerido por el animal. Para limitar el consumo se utiliza sal común (NaCl) para obtener de esta manera consumos moderados y evitar trastornos metabólicos.

Un aspecto a tener en cuenta es el tipo de suplemento a utilizar, ya que como dicen Beretta y Simeone (2013) no todos se adaptan a este sistema.

Esta tecnología tiene como ventaja el ahorro en mano de obra y tiempo y como principal desventaja un menor control del nivel de consumo de ración que efectivamente logran los animales (Rovira y Velazco, 2012).

A modo de realizar una revisión sobre los trabajos realizados, se buscó mostrar aquellos que investigan sobre la forma y frecuencia de suministro, evaluando cómo influyen sobre el consumo de materia seca, características de la fermentación ruminal, la ganancia de peso y la eficiencia de conversión.

### 2.5.2 Efecto de la frecuencia de suministro sobre la ganancia de peso y eficiencia de conversión

A continuación se presentan una serie de antecedentes evaluando la frecuencia de suministro de suplemento, infrecuente y en autoconsumo, comparado con la suplementación diaria.

### 2.5.2.1 Suplementación infrecuente

Balbuena (2002) trabajando en el INTA sobre 20 novillos cruza Cebú. Fueron asignados a dos pasturas de *Dichanthium casicosum*, y suplementados con sorgo molido. Los animales fueron asignados a dos tratamientos diferentes de suplementación: un grupo fue suplementado diariamente a razón de 0,3% de su PV, y el otro fue suplementado dos veces por semana, recibiendo la misma cantidad total de suplemento que el otro grupo. Como resultado principal, determinaron que los novillos tuvieron la misma performance en cuanto a ganancia, independientemente de la frecuencia de suministro del suplemento.

Fernández et al. (2005) trabajando sobre 48 novillos Hereford pastoreando una pradera de trébol blanco, festuca, alfalfa y lotus, al 4% de asignación de forraje, evaluaron también el efecto de la frecuencia de suplementación pero con grano entero de maíz. Dicho experimento se dividió en 4 tratamientos, donde los animales consumieron siempre la misma cantidad de suplemento: testigo sin suplementación, suplementación al 0,5% del PV todos los días, suplementación al 1% del PV cada 48 horas y suplementación al 0,7% del PV de lunes a viernes. Como resultado de este trabajo, los autores observaron que la suplementación se mostró superior en todos los casos al tratamiento testigo, y además la frecuencia de suplementación no afectó la performance animal, siendo lo mismo suplementar todos los días que suplementar cada dos días o de lunes a viernes.

La Manna et al. (2007), trabajando con 60 vaquillonas Holando durante 84 días, las cuales se alimentaron a corral con una base de fibra de heno de alfalfa como fuente de fibra y maíz quebrado como concentrado energético, continuaron con la misma línea de investigación acerca de la frecuencia de suministro. Los tratamientos fueron suplementados diariamente (cada 24 hs.) al 0,5% del PV, cada 48 hs. al 1% del PV, cada 72 hs. al 1,5% del PV, y un testigo sin suplementar. Como resultado, en la medida que la frecuencia de suplementación se hizo más espaciada la ganancia fue menor en forma lineal.

En otro trabajo La Manna et al. (2007), observan tendencias similares al ensayo anteriormente mencionado de Fernández et al. (2005), quienes trabajando con novillos de 355 kg de peso sobre una pradera de trébol blanco, festuca, alfalfa y lotus con una asignación de forraje del 3%; evaluaron ganancias de peso en el período para el testigo (pastoreo restringido) y para las diferentes estrategias de suplementación: todos los días (24 hs.), cada dos días (48 hs.), o de lunes a viernes (L a V). Según los resultados, la conclusión es que espaciar la suplementación a día por medio o dar lo previsto para la

semana de lunes a viernes, es lo mismo para el caso de este tipo de pasturas y estos niveles de suplementación que hacerlo todos los días.

Entre setiembre y diciembre del mismo año, Rovira y Velazco (2009b) evaluaron el efecto del método de entrega del concentrado en la ganancia diaria y eficiencia de conversión de novillos. El trabajo experimental se llevó a cabo en la misma estación descrita anteriormente, sobre la misma pradera, pero variando el concentrado utilizado, ya que en este caso contenía 10% de PC. Se utilizaron 24 novillos distribuidos en 3 tratamientos: suministro de la ración en comederos de autoconsumo con 10% de sal ofertando la cantidad necesaria para 7 días, suministro de ración cada 48 hs con 0,5% de sal, y suministro diario de ración con 0,5% de sal. El nivel de suplementación fue 1% del PV en todos los tratamientos. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos para GMD, concluyendo que el método de entrega de la ración no afectó significativamente el desempeño productivo de novillos suplementados sobre praderas de buena calidad.

A modo de resumen en cuanto a la frecuencia de suministro, la suplementación diaria, cada 48 horas o de lunes a viernes no parece afectar la performance. Sí se encontraron diferencias significativas cuando la suplementación se realizó cada 72 horas, comparado con suplementar cada 24 y 48 horas. En este último hubo un menor consumo compensado en parte por una menor tasa de pasaje, mayor digestibilidad y mejor eficiencia.

#### 2.5.2.2 Suplementación con autoconsumo

En cuanto a antecedentes utilizando comederos de autoconsumo, Simeone et al. (2003), en el 2002 realizaron una investigación para comparar el efecto de la suplementación diaria o semanal *ad libitum* con grano entero de maíz sobre terneros Hereford. Se llevó a cabo en la EEMAC, Paysandú, Uruguay y se utilizaron 36 animales, asignados en una pradera al 2.5% o 5% de AF y fueron suplementados a razón del 1% de su PV, diariamente o una vez por semana en comederos de autoconsumo regulados con sal común en una proporción de 200 gr/kg de grano ofertado. Se obtuvo como resultado, que los animales de suplementación diaria presentaron mayor ganancia media diaria que aquellos suplementados una vez por semana en autoconsumo, atribuido a un menor consumo de grano por parte de estos últimos. A su vez el alto consumo de sal el acceso restringido del agua desde las 12:00 hasta las 13:00 también parecen reducir el consumo de forraje y la eficiencia de utilización del alimento.

Otra de estas investigaciones se llevó a cabo en el invierno del 2004 en la UPIC, realizada por Cepeda et al. (2005) utilizando terneros Hereford, sobre una pastura de raigrás de resiembra al 2,5% de asignación de forraje. Se evaluó la suplementación con maíz entero en comederos de autoconsumo, siendo los tratamientos: suplementación diaria (1% PV), suplementación con grano entero de maíz *ad libitum* en autoconsumo con recarga semanal (regulado con sal al 5%), y un testigo sin suplementar. En ella no se encontraron diferencias significativas en la performance animal de terneros entre el suministro diario y el uso de comederos de autoconsumo ( $P>0,05$ ), a diferencia del ensayo anteriormente mencionado de Simeone et al. (2003). Los autores concluyen que el cambio en la frecuencia de suplementación de suministro diario a semanal, no afectó el consumo de grano ni la respuesta en ganancia en los animales.

Con el objetivo de evaluar el efecto de la asignación de forraje, el nivel de suplementación y la frecuencia de suministro del concentrado sobre el desempeño de terneros nacidos de parición de otoño, destetados precozmente en invierno y manejados sobre pasturas sembradas, Beretta et al. (2010) realizaron un ensayo con las características que se observan en el cuadro No. 2. Cabe aclarar, que la regulación con sal en el tratamiento de suplementación semanal fue el 5% de la mezcla. Estos autores llegaron a que, cuando no se suplementó, un aumento de la AF no mejoró significativamente la GMD. En 4% de AF, la respuesta a la suplementación en GMD determinó incrementos de 41 gr/día por cada 0,1% PV de aumento en la oferta de ración. Suplementando al 1% de PV, la frecuencia de suministro no afectó la GMD.

Algorta et al. (2015), trabajaron con 48 terneros Hereford manejados sobre avena a 2 niveles de asignación de forraje (2,5 y 5 kg/100 kg de PV) y suplementados diariamente o mediante el uso de comederos de autoconsumo. La suplementación fue con sorgo molido al 1% del PV y en el caso de los suplementados en comedero de autoconsumo, se mezcló al concentrado energético 11% de sal (NaCl) con el objetivo de ajustar el consumo. La performance animal, medida como ganancia media diaria de peso, fue afectada por la asignación de forraje y por la forma de suplementación, determinando que los animales asignados a AF restrictivas registraron menores ganancias que los asignados a mayores AF; mientras que los animales suplementados tuvieron mayores ganancias que los testigos sin suplementación. En cuanto al consumo de MS total, los animales asignados a 5% AF consumieron mayor cantidad de MS que los asignados a 2,5% AF; sin embargo en la forma de suplementación no hubo diferencias significativas en cuanto al consumo total de

MS ( $p>0,05$ ). La eficiencia de conversión del suplemento no determinó diferencias significativas entre tratamientos ( $p>0,05$ ).

Rovira y Velazco (2009a) trabajaron en el invierno de 2008 en la Estación Experimental Palo a Pique del INIA con 32 novillos Aberdeen Angus, los cuales asignaron a cuatro tratamientos distintos: testigo sin suplementación, suplementación diaria al 1% del PV, suplementación restringida en autoconsumo al 1% del PV (ajustado por sal en la ración al 9% y sin recarga del comedero si el suplemento se termina antes del período estipulado), y suplementación *ad libitum* en autoconsumo. El suplemento utilizado fue ración comercial de engorde con 12% de PC, y la base forrajera fue una pradera de segundo año de raigrás, trébol blanco y lotus. La suplementación tuvo un efecto positivo en la ganancia de peso comparado con el testigo sin suplemento, y a su vez hubo diferencias significativas entre los tratamientos con suplementación. La suplementación diaria fue más eficiente desde el punto de vista biológico debido a una mejor eficiencia de conversión del suplemento a PV. Comparando los tratamientos de autoconsumo, el sistema *ad libitum* logró un mejor desempeño productivo de los animales que el sistema restringido asociado a un consumo de ración significativamente mayor en el primero de los casos, con una diferencia significativa para la eficiencia de conversión siendo mayor en los animales suplementados con autoconsumo *ad libitum*.

Otro de los ensayos evaluando el sistema de autoconsumo en invierno, fue realizado por Blasina et al. (2010), utilizando terneras Hereford y Hereford x Aberdeen Angus en el departamento de Río Negro. El mismo resultó en que las ganancias medias diarias ( $P<0,0001$ ) y el consumo de suplemento en pastoreo sobre campo natural fueron significativamente mayores en el tratamiento de comederos de autoconsumo en relación a la suplementación diaria ( $P<0,0001$ ), y aún más al tratamiento testigo sin suplementar (en el que se observaron pérdidas de peso vivo). Cabe destacar que en el último mes del invierno, se vieron obligados a aumentar el % de sal en la ración (de 11% a 15%) para controlar el consumo, lo que hizo disminuir el mismo del 1,4% al 1,2% del PV.

Henderson et al.<sup>1</sup>, en un experimento realizado en la UPIC, trabajaron con terneras Hereford destetadas precozmente en verano. El objetivo fue

---

<sup>1</sup> Henderson, A.; Iribarne, R.; Silveira, B. 2014. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. s.p. (sin publicar).

evaluar el sistema de autoconsumo con y sin sal (*ad libitum*) en comparación con el suministro diario en pastoreo al 8% de asignación de forraje. Los registros de consumo de suplemento y las ganancias diarias fueron superiores en el tratamiento *ad libitum*, siguiendo con el autoconsumo con sal y la suplementación diaria.

Investigaciones nacionales e internacionales realizadas con el fin de evaluar la respuesta a la suplementación utilizando sistemas de autoconsumo, obtuvieron como resultado que no se encontraron diferencias con la suplementación diaria en cuanto a performance por animal (Riggs et al., Weir y Miller, Chicco et al., citados por Blasina et al., 2010).

En el cuadro No. 2 se sintetiza la información y resultados de experimentos nacionales evaluando la performance animal en respuesta a diferentes frecuencias de suplementación y sistemas de suministros.

Cuadro No. 2. Antecedentes de trabajos evaluando formas y frecuencias de suplementación

ÉPOCA	CATEGORÍA	FORRAJE	SUPLEMENTO	AF %	FRECUENCIA SUPL.	NIVEL SUPL.	GMD	EC	AUTOR
Verano	Ternereras	Achicoria y trébol rojo	Ración comercial DP	8%	Diario AC con sal AC sin Sal	1% 1% <i>ad libitum</i>	0,631a 0,859a 1,114b	s/d	Henderson et al. (2014)
Invierno	Ternereras	Campo Natural	Ración comercial 14% PC		Testigo Diario AC <i>ad libitum</i> ( 12% de sal)	- 1% 1%	-0,237a 0,260b 0,348b	- 3,2 3,7	Blasina et al. (2010)
Invierno	Ternereros	Festuca, trébol blanco y lotus	Maiz entero	2,5%	Testigo Diario AC <i>ad libitum</i> (20% de sal)	- 1% 1%	0,363a 0,607b 0,417c	- s/d s/d	Simeone et al. (2003)
Invierno	Ternereros/as	Festuca, trébol blanco y lotus	Ración comercial 19% PC	8%	Sin suplementar	-	0,547a	-	Beretta et al. (2009)
				4%	Sin suplementar Diario Diario AC <i>ad libitum</i> (5% de sal)	- 0,5% 1% 1% 1%	0,434a 0,650b 0,844c 0,842c	- 2,4 3 2,3	
Invierno	Ternereros	Avena	Sorgo molido	2,5% 5%	Testigo Diario AC <i>ad libitum</i> (11% de sal)	- 1% 1%	* 0,373b 0,601a 0,556a	- 8,96 9,97	Algorta et al. (2015)
Invierno	Ternereros	Raigrás resiembra	Maiz entero	2,5%	Testigo Diario AC <i>ad libitum</i> (5% de sal)	- 1% 1%	0,540a 0,779b 0,779b	- 6,3 6,9	Cepeda et al. (2005)
Invierno	Novillos	Trébol blanco, raigrás y lotus	Ración comercial 12% PC	3%	Testigo Diario AC Restringido (10 % de sal) AC <i>ad libitum</i>	- 1% 1% <i>ad libitum</i>	0,274a 0,833b 0,736b 1,040c	- 6,4 8,0 8,7	Rovira y Velazco (2009a)
Primavera	Novillos	Trébol blanco, lotus, raigrás	Ración+0,5% sal Ración+ 0,5%sal Ración+ 10% sal		Diario 48 hs. AC <i>ad libitum</i> (10 % de sal)	1% 1% 1%	1,450a 1,490a 1,370a	5,2 5,3 6,5	Rovira y Velazco (2009b)

AF: asignación de forraje (%); SUPL: suplementación; GMD: ganancia media diaria (gr/día); EC: eficiencia de conversión del suplemento; L a V: lunes a viernes; PC: proteína cruda; AC: comederos de autoconsumo; PE: planta entera; DP: destete precoz; \*: ganancia promedio para ambas AF.

Como conclusión de los trabajos presentados se observa que la mayor parte de la información se generó a partir de categorías jóvenes (destete precoz y terneros de 8-10 meses), con resultados satisfactorios que varían según la base forrajera y el porcentaje de sal (NaCl) en la mezcla. Dietas con 20% de sal arrojan como resultado una limitación en el consumo favorecido también por un acceso limitado al agua. En cuanto a la información generada con novillos, ésta

es más restringida reportándose un único trabajo sobre pradera mezcla en dos estaciones del año, ambos casos utilizando autoconsumo restringido, definido anteriormente, no coincidiendo con las condiciones del presente experimento.

Durante el invierno Rovira y Velazco (2009a), utilizaron autoconsumo *ad libitum* reportando mejores ganancias para este tratamiento pero empeorando la eficiencia de conversión, debido a un mayor consumo de suplemento por parte de estos animales.

Existen casos donde el método de entrega no afectó el desempeño sobre pasturas de calidad por lo que la interrogante es evaluar cómo la forma, la frecuencia y su regulación interactúan con el consumo de forraje afectando la productividad por medio de la ganancia media diaria y la eficiencia de conversión.

### 2.5.3 Efecto de la frecuencia de suministro del alimento (o concentrado) sobre la fermentación ruminal

En animales alimentados en base a forrajes, un 70 a 90 por ciento de la digestión de la materia orgánica ocurre en el rumen (Cammell et al., 1983), donde se dan transformaciones drásticas de la materia orgánica ingerida que incluyen la colonización de la materia orgánica por parte de la microflora, la fermentación anaeróbica, la síntesis de masa microbiana y la producción y absorción de ácidos grasos volátiles.

La suplementación, si bien es una herramienta importante, debe ser correctamente implementada ya que el pH ruminal es fácilmente modificado con la inclusión de dietas ricas en carbohidratos no estructurales que pueden generar trastornos metabólicos como la acidosis ruminal, que se produce cuando la tasa de fermentación del alimento excede la capacidad de absorción de los compuestos finales por parte de la mucosa ruminal (Calsamiglia y Ferret, 2002). A su vez puede ser regulado rápidamente, por los mecanismos fisiológicos del animal y la adaptación de los microorganismos ruminales a la nueva dieta (Guevara-Garay et al., 2012).

Chilibroste (1998b) afirma que para que se pueda expresar la capacidad potencial de degradación de la población microbiana se requieren fuentes adecuadas de energía y nitrógeno para los microorganismos del rumen y condiciones adecuadas de medio ambiente.

La regulación del ambiente ruminal se obtiene cuando la tasa de fermentación del alimento no exceda la capacidad de absorción de los compuestos finales por parte de la mucosa ruminal (Calsamiglia y Ferret, 2002).

Incrementos en la frecuencia de suplementación (comidas por día) reducen en general las variaciones diarias en pH, aumentan la actividad celulolítica y la concentración de acetato en rumen. Cuando el nivel de forraje en la dieta es mayor al 50 por ciento, no se han observado beneficios claros de cambios en la frecuencia o momento de suplementación (Nocek, citado por Chilbroste, 1998b)

El pH ruminal es modificado fácilmente con la inclusión de dietas ricas en carbohidratos no estructurales, pero a la vez, puede ser regulado rápidamente, por los mecanismos fisiológicos del animal y la adaptación de los microorganismos ruminales a la nueva dieta (Guevara-Garay et al., 2012).

#### 2.5.4 Efecto de la frecuencia de suministro sobre la competencia entre animales por el consumo de suplemento

Mac Loughlin (2005) menciona que además de la frecuencia de suministro, el frente de ataque (centímetros lineales de comedero) es importante ya que el aumento del mismo incrementa las posibilidades de acceso al comedero de todos los animales al mismo tiempo, y disminuye la competencia. La necesidad de frente de ataque está vinculada al nivel de insatisfacción de la demanda del suplemento. A mayor demanda (baja disponibilidad y/o calidad de la pastura con relación al suplemento), y velocidad de consumo (calidad y tipo de suplemento), y a menor cantidad ofrecida, las necesidades de frente de ataque aumentan.

El nivel de insatisfacción de la demanda es el que va a determinar la intensidad de la competencia por el suplemento. La uniformidad de la demanda y la homogeneidad de características del lote de animales como tamaño, edad, astado/mocho, raza, entre otras características, nos da el grado de igualdad de los individuos para la competitividad. En la figura No. 2 se presenta de forma esquemática cómo afectan las diferentes características (Mac Loughlin, 2005).

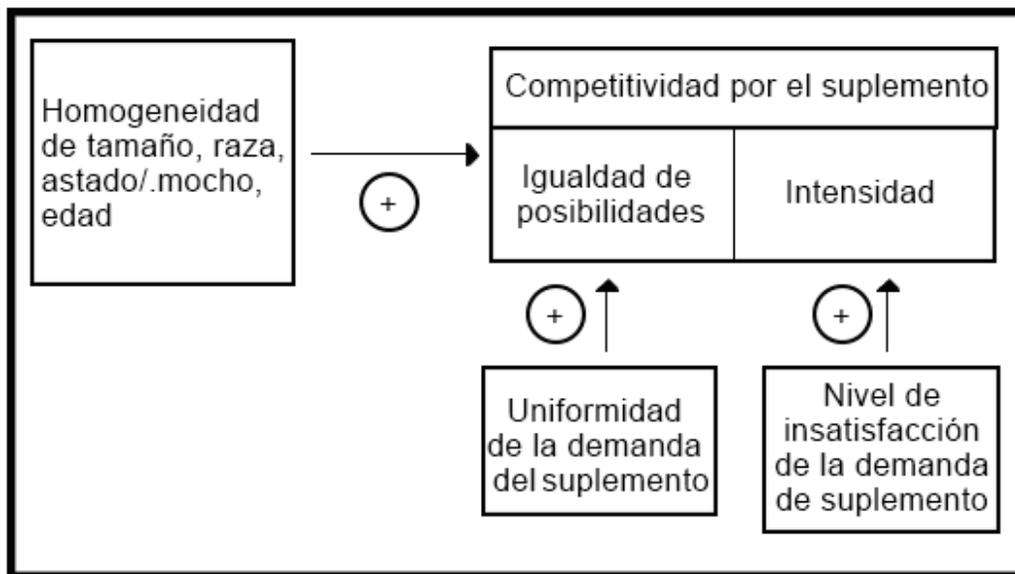


Figura No. 2. Componentes de la competitividad por el suplemento.  
Fuente: Mac Loughlin (2005)

El mismo autor enumera diferentes factores y herramientas que están relacionados con la competencia.

Respecto a los factores relacionados a los animales, el lote suele ser la causa más importante del grado de uniformidad de la demanda tanto de suplemento como de forraje. Cuando el peso, raza, potencial genético, sexo, categoría no es homogéneo, se producen consumos desiguales por diferencias en la demanda de suplemento y a las interacciones sociales. Tanto el tamaño como la edad tienen influencia directa en las interacciones sociales de dominancia y subordinación, en situaciones limitantes de alimento, los animales más jóvenes y de menor peso corporal suelen quedar relegados ante acciones intimidatorias por ejemplo cuando se acercan a los comederos, los dominantes los desplazan disminuyendo su oportunidad de consumo. Las herramientas sugeridas para minimizar dicho factor es la formación de lotes de animales en función de los requerimientos alimenticios, tamaño y biotipo. A mayor homogeneidad de dichas características, se minimizan las relaciones de dominancia/subordinación. La cantidad de animales también influye, el autor comenta que lotes superiores a los 120 animales puede favorecer las interacciones negativas como dominancia.

Es importante tener en cuenta los aspectos sanitarios básicamente preventivos, actuar con antelación a la aparición de los problemas, tener

esquemas sanitarios diseñados especialmente para las condiciones de manejo utilizando productos de eficacia comprobada y respaldo técnico.

Factores vinculados a la sanidad, como enfermedades de origen bacteriano, viral o parasitario entre otras afectan de manera negativa ya que disminuyen o suprimen de forma total, en algunos casos, al apetito. Esta problemática disminuye la demanda de suplemento y de forraje lo que se traducen en bajas productividades.

En cuanto al suplemento, la cantidad ofrecida y demandada y la intensidad de la misma son elementos determinantes de la insatisfacción. A mayor cantidad ofrecida, el nivel de insatisfacción de la demanda y la competitividad disminuye aumentando el tiempo expuesto y las posibilidades de consumo de todos los individuos.

Las características físico-químicas del suplemento, hacen que las velocidades de consumo sean diferentes, los concentrados energéticos o proteicos tienen una mayor velocidad de ingestión (disminuyendo el tiempo de exposición) que henos y ensilajes. Es importante el período de adaptación de los animales al consumo de suplemento y de esta manera evitar problemas en el consumo. Posteriormente es relevante observar a los lotes de animales en el campo y de esta manera visualizar a aquellos que no consumen por diferentes motivos y apartarlos.

En el caso de suplementación con concentrados energéticos observar el bosteo ya que puede ser indicador de problemas metabólicos como acidosis en el caso de aparición de diarreas, coloraciones grises en las heces, esto puede ser indicador de un consumo excesivo por parte de algún animal.

Por último debe evitarse la incorporación de animales nuevos a lotes ya establecidos para evitar problemas.

#### 2.5.5 Efecto de la frecuencia de suministro sobre el consumo de MS suplemento

Rovira y Velazco (2012), comparando animales suplementados diariamente con otros suplementados utilizando la tecnología del autoconsumo restringido, a igual nivel de consumo (1% del PV) es de esperar una reducción de la ganancia diaria de peso en el entorno de 5-20% en animales suplementados en autoconsumo con 10% de sal comparados con aquellos suplementados diariamente. Por el contrario, los animales suplementados

diariamente presentaron una ganancia diaria menor que los del autoconsumo por el hecho de que en el autoconsumo puede existir un consumo mayor de suplemento, porque en algunos casos la regulación con sal no es exacta, permitiendo consumos superiores al 1% del peso vivo.

Rovira y Velazco (2012) evaluaron treinta y dos novillos Aberdeen Angus (345 kg) pastoreando una pradera (AF 3%) y donde fueron asignados a cuatro tratamientos: sin suplemento, suplementación diaria, suplementación restringida en autoconsumo (ajustado por contenido de sal en la ración, 9% NaCl) y suplementación *ad-libitum* en autoconsumo (9% NaCl). Se observó que los animales del tratamiento autoconsumo restringido consumían toda la ración al quinto día de ser depositada en el comedero, a una tasa de consumo de 1,6% del peso vivo por día. Teniendo en cuenta que la ración se recargaba a tiempo fijo, cada 7 días, habían dos días donde los animales no consumen ración. Mientras que los animales del tratamiento autoconsumo *ad libitum* registraron una alta tasa de consumo diario de ración (1,8% del peso vivo), prácticamente duplicando el consumo de materia orgánica comparado con los demás tratamientos con suplementación.

Beretta et al. (2013), respecto a la regulación con sal, mencionan que en un experimento realizado en la UPIC, suplementando animales sobre campo natural, observaron que los consumos fueron alrededor del 1,2% del peso vivo, cuando el objetivo era del 1% del peso vivo, si bien el consumo es levemente superior, superó lo previamente establecido.

Los mismos autores en un ensayo realizado suplementando terneros con maíz entero sobre un verdeo, obtuvieron consumos del 0,9 % del peso vivo, inferior al objetivo inicial que era de 1% del peso vivo incluso con niveles inferiores de sal que los recomendados (5% vs. 12%). En este caso es probable que otras características del alimento afectaran el consumo, no solamente la sal.

En diferentes estudios realizados, la cuantificación del consumo mostró que el consumo observado es relativamente estable a lo largo de todo el período. Este es un aspecto relevante a la hora del manejo del autoconsumo debido a que consumos exagerados pueden producir problemas metabólicos como la acidosis y consumos por debajo del objetivo pueden interferir en los objetivos planteados al momento del inicio de la suplementación ya que el consumo total y la estabilidad del mismo incidirán en el aprovechamiento de la dieta y en la respuesta animal (Beretta et al., 2013).

En cuanto al efecto de la forma de suministro sobre el patrón de comportamiento en el consumo de suplemento, estudios publicados por la tesis de Algorta et al. (2015) se observaron diferencias en el consumo total de materia seca de suplemento, así como el patrón de consumo tanto dentro de los días como en la semana. Animales suplementados en forma diaria, actuaron de forma estable a lo largo de la semana, consumiendo la totalidad del suplemento ofrecido. En cuanto al comportamiento dentro del día, se registró que el mayor tiempo de consumo se dio en las horas de la mañana (64% del tiempo). El tratamiento con autoconsumo en cambio presentó un comportamiento irregular, donde los primeros 3 días el consumo fue menor, respecto a los últimos días de la semana en donde no observándose diferencias entre tratamientos. A su vez presentó un patrón de consumo en el día más homogéneo. Como consecuencia de las diferencias en el patrón de consumo el tratamiento de alimentación diario, ingiere mayor alimento y más grano. Dada estas características del alimento se esperaría un cambio en la proporción de ácidos grasos volátiles, aumentando el nivel de ácido propiónico que es el principal precursor de la glucosa. De esta manera se estaría aumentando la concentración de glucosa en sangre, lo que lleva a un incremento en la producción de músculo y así estimulando la deposición de tejido adiposo. A diferencia de ingerir alimentos con menos concentrados, donde se produce mayores niveles de ácido acético, la producción de ácido propiónico repercute en la vía de la fermentación siendo este más eficiente, principalmente por producirse menores pérdidas como metano lo que repercute en un mayor saldo de energía para el animal (Chase y Hibberd, 1987).

Sin embargo se vio que ese mayor consumo de almidón por parte del tratamiento diario, sumado a que se concentró en un periodo estrecho del día (en las primeras horas de la mañana), pudo haber provocado un descenso brusco del pH ruminal (entre oscilando entre 5-6). Como consecuencia de dicha situación, se ve favorecida la flora amilolítica frente a la flora celulolítica, afectando la digestión de la fibra en el rumen (Caton y Dhuyvetter, 1997). Como publicó Pordomingo (2003), dicha microflora amilolítica lleva a una acidificación del intestino grueso, generando inflamación de epitelios, vasodilatación, sangrado, erosión y descamado del intestino impidiendo la reabsorción de agua (diarrea) y pérdida de electrolitos. Mientras tanto los animales en autoconsumo, como ya fue mencionado anteriormente, al presentar un consumo más homogéneo al correr del día, presentan una mayor estabilidad del pH ruminal, concentración de N-NH<sub>3</sub> y ácidos grasos volátiles (Yang y Varga, Aronen, Soto-Navarro et al., Robles et al., citados por Antúnez, 2015).

## 2.6 EFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL Y CARNE

Depetris y Santini (2000) mencionan que la calidad de la carne bovina está particularmente definida por su composición química (valor nutritivo) y por sus características organolépticas (valor sensorial).

Teniendo en cuenta que la calidad es un término subjetivo, hablar de calidad de carne implica considerarla bajo diferentes puntos de vista.

La calidad sensorial, formada por las características que percibimos por los sentidos en el momento de compra o consumo y que influyen en la satisfacción personal (olor, sabor, color, ternura, jugosidad, aroma). Los factores que afectan dichas características están relacionados al sistema de producción a nivel de campo, tipo de animal (raza, edad, sexo) y al sistema de alimentación al que fue sometido.

Otros aspectos a tener en cuenta son la calidad higiénico-sanitaria, que supone que el consumo de un determinado alimento no es riesgoso para la salud del consumidor y la calidad nutricional que está dada por el contenido de elementos que responden a distintas necesidades metabólicas del organismo.

También deben ser consideradas la calidad de servicio, de presentación y la calidad funcional o tecnológica que determina la aptitud de esa carne para su transformación y conservación (De León, 2005).

### 2.6.1 Efecto de la alimentación en la calidad y en el rendimiento

Entre los factores que afectan a la calidad de la canal y sus características organolépticas, la alimentación ocupa un rol preponderante. El tipo y la cantidad de alimentos suministrados, el aporte de nutrientes, la inclusión de aditivos en las raciones entre otros, pueden influir en aspectos como rendimiento de canal, color, olor, ternura, consistencia, engrasamiento y color de grasa y otras características (Martínez Marín, 2008).

Depetris y Santini (2000) resaltan la influencia del tipo de alimentación (grano, silo, pastura) sobre la calidad de carne. Con el incremento del nivel energético de la dieta se obtienen mayores ganancias de peso, engrasamiento y menores edades de faena que determinarán mayor ternura.

Los animales alimentados a pasto presentan un menor porcentaje de grasa, menor veteado (grasa intramuscular), menor calidad de res que los alimentados con grano, no encontrándose diferencias en características sensoriales.

En referencia al rendimiento de canal, Davies y Méndez (2006) mencionan que la alimentación a pasto o una dieta muy voluminosa genera un mayor peso del contenido del tracto digestivo y un mayor tamaño del mismo lo que se traduce en un menor peso relativo de la res y por lo tanto un menor rendimiento. Los mismos autores dicen que a similares consumos de materia seca, las leguminosas generan una mayor ganancia de peso y un menor contenido del tracto gastrointestinal por lo que cabe esperar que cuanto mayor sea la calidad del forraje y menor nivel de fibra del mismo, forraje de buena calidad pueden generar rendimientos de canal similares a los obtenidos con alimentación en base a concentrados.

En cuanto al color, podemos decir que es el atributo sensorial más importante al momento de decidir la compra por parte del consumidor. La mioglobina es el principal pigmento de la carne, que en contacto con el oxígeno forma oximioglobina, que le otorga a la carne el color rojo brillante. Ese color depende del estado y contenido de mioglobina.

Otros factores que afectan el color además de la mioglobina son la edad de los animales y la grasa intramuscular. La utilización de grano incrementa la tasa de crecimiento y engrasamiento permitiendo la faena de los animales a edades más tempranas lo que se traduce en un menor contenido de mioglobina contrariamente con los que ocurre con animales faenados a mayor edad donde el contenido de mioglobina aumenta dándole una coloración más oscura a la carne.

El contenido de grasa intramuscular también es responsable en cierta medida de las diferencias en la luminosidad de la carne ya que un incremento en el contenido de grasa intramuscular asociado al suministro de granos, aporta un color blanco que imprime una cierta claridad a la carne a diferencia de la carne proveniente de sistemas pastoriles (Depetris y Santini, 2000).

La terneza es otra de las características importantes a tener en cuenta a la hora de analizar la calidad de la carne ya que determina en gran medida la aceptación por parte del consumidor. Dicho atributo está influenciado por una serie de factores inherentes al animal y al manejo pre y post faena.

Entre los factores propios del animal, se encuentran el estado de las miofibrillas musculares, la cantidad y tipo de tejido conectivo y la cantidad de grasa intramuscular o marmoreado. El grado de marmoreado puede explicar variaciones en la terneza ya que la grasa presenta una menor fuerza de corte respecto al músculo, sin embargo se cree que esto se da si la grasa intramuscular mejora la terneza si supera el 6%. Estos factores pueden estar influenciados por la alimentación otorgada (Depetris y Santini, 2000.).

Gríguera et al. (2003), señalan que dietas con concentraciones de energía significativas permiten incrementar el ritmo de ganancias de peso de los animales previo a la faena, dichas altas ganancias producen una mayor velocidad de recambio proteico a nivel muscular. Por esto elevadas ganancias diarias determinan mayor cantidad y actividad de las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares y por lo tanto se logra una mayor terneza. Un aumento de las ganancias también mejora el nivel de engrasamiento, aspecto favorable a la hora de evaluar la terneza.

La terneza también es relacionada con el pH de la carne siendo mayor cuando el pH de la carne es menor a 5,8 y disminuyendo hasta el rango entre 5,8 y 6,3. Valores de pH superiores al último incrementan la terneza pero facilitan la putrefacción de la misma (Depetris y Santini, 2000)

El color de la grasa es un atributo importante a la hora de evaluar la calidad de la carne. El sistema de alimentación, el tipo de dieta y la edad del animal son alguno de los factores que afectan dicho parámetro (Davies y Méndez, 2006).

Depetris y Santini (2000) hacen referencia a que los animales que consumen pasturas depositan pigmentos carotenoides en la grasa que hacen que esta vaya cambiando de color de blanco a amarillento. Estas diferencias se acentúan aún más cuando se analizan animales que consumieron granos ya que estos últimos presentan niveles de carotenoides (< 5 ppm) muy inferiores a los de las pasturas. Con el aumento de la edad dicha diferencia se acentúa aún más.

En síntesis, las características organolépticas de la carne son importantes para determinar su calidad. Estas características están especialmente influenciadas por la tasa de descenso del pH y pH final que alcance la carne. La rapidez e intensidad con que el pH baje luego de la faena, está principalmente determinada por la cantidad de ácido láctico que pueda acumularse a partir de la fermentación anaeróbica del glucógeno muscular. Las

reservas de glucógeno son de suma importancia en la determinación de la calidad de carne.

Las dietas con altas concentraciones energéticas como las ofrecidas en engordes a corral, permiten incrementar las reservas musculares de glucógeno, debido a una mayor disponibilidad de propionato para la gluconeogénesis y posterior gluconeogénesis a nivel muscular. Sin embargo, la suplementación con granos de cereales de animales en pastoreo durante su etapa de terminación permite almacenar suficientes reservas de glucógeno como para lograr descensos de pH adecuados y de esta manera obtener carnes de calidad (Depetris y Santini, 2000).

Además de los factores ligados a la alimentación de los animales, es importante tener en cuenta aspectos de manejo que pueden influir en la calidad de la carne.

Prácticas de manejo como la utilización de antiparasitarios, precaución a la hora de utilizar tratamientos con antibióticos y otros inyectables son importantes ya que se pueden producir abscesos que se traducen en decomisos y pérdidas económicas.

Manejos pre faena que tiendan a reducir al mínimo el estrés animal tal como el uso de perros, gritos, golpes, traslados largos, cantidad de animales cargados (tanto en exceso como escasez), tamaño y sexo de los animales pueden producir pérdidas de calidad ya que se libera adrenalina que degrada el glucógeno, generando consecuencias negativas después de la matanza: menor descenso de pH, obteniéndose carne oscura, menor sangrado, aumento de carga bacteriana entre otros aspectos negativos (Depetris y Santini, 2000).

## 2.7 SÍNTESIS

La contribución concreta de este trabajo a los conocimientos ya existentes sobre el uso de comederos de autoconsumo es que se realizó utilizando animales en terminación. La bibliografía disponible sobre autoconsumo evalúa este método de suplementación utilizando terneros y en los que se utilizaron novillos, el manejo de la suplementación, difiere con el aquí analizado. Esta limitante en la información disponible para esta categoría no puede ser extrapolable con la generada utilizando terneros ya que éstos presentan una mayor tolerancia al consumo de sal (NaCl), distintos requerimientos, entre otros factores.

Por lo tanto, este trabajo pretende contribuir a la bibliografía existente sobre este método de suplementación, aunque creemos el experimento debe repetirse con el objetivo de evaluarlo en diferentes años.

## 2.8 HIPÓTESIS

La suplementación invernal de novillos en terminación con un concentrado energético como lo es el grano de sorgo molido, manejados sobre una pastura de avena en asignación de forraje restringida (2,5% del PV), incrementa la ganancia diaria de peso vivo y performance a la faena respecto a aquellos animales no suplementados.

Dicha respuesta sería independiente de la forma de suministro de concentrado, ya sea ofrecido diariamente o en comederos de autoconsumo, no esperándose diferencias en eficiencia de conversión, ganancia media diaria y performance a la faena entre ambos tratamientos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 PERÍODO Y ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado entre el 11 de junio y 17 de setiembre de 2015 (14 semanas), en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, dentro de la UPIC, Facultad de Agronomía sobre la ruta 3 km 363 (latitud: 32° 20.9' S, longitud: 58° 2.2' W), departamento de Paysandú.

El área experimental (figura No. 3) se ubica sobre suelos pertenecientes a la Unidad San Manuel, formación Fray Bentos. Los suelos mencionados anteriormente pertenecen principalmente al grupo 11.3 (Brunosoles Éutricos Lúvicos, Brunosoles Éutricos Típicos y en algunos casos Solonetz) (PRENADER).



Figura No. 3. Área experimental.  
Fuente: Google Earth.

### 3.2 CLIMA

En las figuras No. 4 y No. 5 se presentan los datos de precipitación acumulada y temperaturas mínimas, medias y máximas históricas registradas en la Estación Agrometeorológica de la EEMAC durante los meses en que se llevó a cabo el experimento. La precipitación promedio fue de  $315.42 \pm 118$  mm. Para el caso de la temperatura, el promedio fue  $12.96 \pm 0.77$  °C.

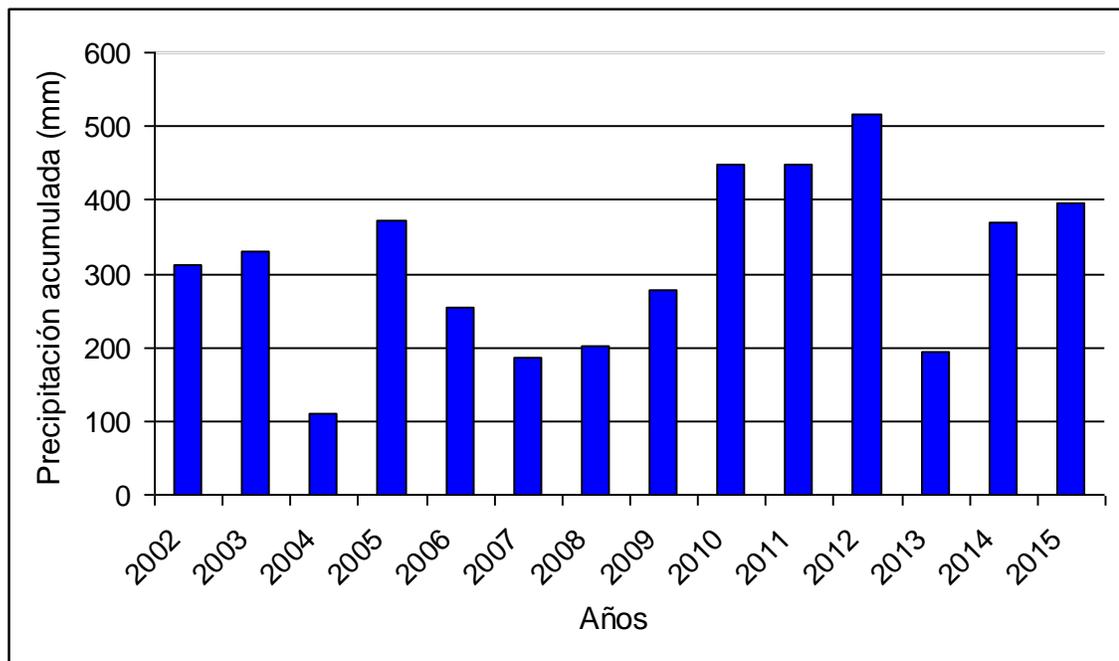


Figura No. 4. Evolución de precipitación acumulada de los meses de junio, julio, agosto y setiembre, desde 2002 hasta 2015 inclusive.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Facultad de Agronomía. EEMAC. s.f. Datos extraídos de la Estación Meteorológica; 2002-2015 (sin publicar).

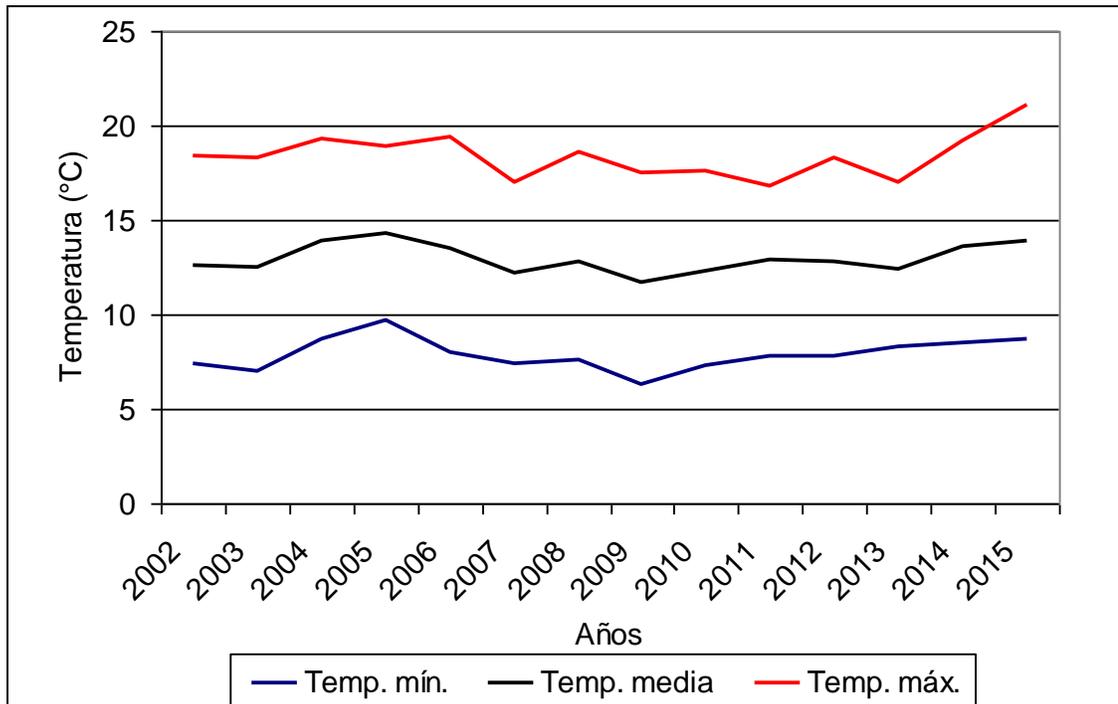


Figura No. 5. Evolución de la temperatura (T) mínima, media y máxima de los meses de junio, julio, agosto y setiembre, desde 2002 hasta 2015 inclusive.<sup>2</sup>

### 3.3 ANIMALES

Se utilizaron 30 novillos Hereford ( $348.0 \pm 22.29$  kg) nacidos en la primavera del 2013, provenientes del rodeo experimental de la EEMAC. Los animales fueron distribuidos al azar en 6 grupos, constituyendo cada grupo una unidad experimental.

### 3.4 PASTURAS Y SUPLEMENTOS

Se pastoreó un verdeo de *Avena byzantina* cv LE 1095 A, 12,7 ha sembrada el 23 de marzo de 2015. Antes de la siembra, el 12 de febrero, se realizó una aplicación de herbicida Supra II 6 litros además de 1 litro de 2,4 D. Luego de sembrada la avena, se aplicó Clerb 12g/ha. Se fertilizó el 14 de julio con urea (60 kg/ha) sobre lo pastoreado.

Para la suplementación se utilizó grano de sorgo molido, proveniente de COPAGRAN y cuya composición se detalla en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3. Composición química del grano de sorgo.

MS (%)	PC (%)	C (%)	FDN (%)	FDA (%)
89.11	7.75	1.55	17.42	7.42

MS: materia seca; PC: proteína cruda; C: ceniza; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido.

### 3.5 TRATAMIENTOS

Las unidades experimentales fueron asignadas al azar a uno de tres tratamientos, evaluando el efecto de la suplementación con grano de sorgo molido y la forma de suministro del suplemento:

1. Testigo (T): pastoreo de avena sin acceso a suplemento
2. Suplementación diaria (SD): pastoreo de avena más suministro diario de suplemento a razón de 1 kg MS/ 100 kg peso vivo
3. Suplementación en autoconsumo (AC): pastoreo de avena más suministro de suplemento *ad libitum* en comederos de autoconsumo utilizando NaCl como limitador del consumo (consumo objetivo, 1 kg MS/ 100 kg peso vivo).

Cada tratamiento quedó constituido por dos repeticiones (5 animales por repetición). Todos los tratamientos pastorearon la avena en franjas semanales con la misma asignación de forraje (2,5% del peso vivo), cada repetición en una parcela independiente.

### 3.6 MATERIALES E INFRAESTRUCTURA

Para el tratamiento de autoconsumo, fueron utilizados dos comederos (uno por parcela), cada uno con una capacidad de almacenamiento de 1000 kg, un frente de ataque de 3 m y un ancho de 2 m.

En el caso del tratamiento de suplementación diaria, fueron utilizados 5 comederos por parcela. Los mismos fueron adaptados de tanques de glifosato, estos presentan un largo de 90 cm y un ancho de 55 cm, estos estaban ubicados de manera que los animales podían acceder por un solo frente.

### 3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Previo al comienzo de la fase experimental, se realizó una fase pre experimental de 10 días (1° al 10 de junio), que tuvo como objetivo que los

animales se adaptaran al consumo del suplemento y a la rutina de suplementación. Durante este período los animales permanecieron encerrados en un corral y todos los días a las 8:00 hs. se les suministraba grano de sorgo molido y heno de alfalfa desmenuzado (3.5 kg por animal) mezclado con el grano, aumentando diariamente la cantidad de suplemento en 500 g con el objetivo de que al final de la fase pre experimental, los animales estuvieran consumiendo el 1% del peso vivo.

El último día de la fase pre experimental, se pesaron los animales constituyendo dicho registro peso inicial.

Durante el periodo experimental, con el objetivo de regular el consumo (1% del PV) el sorgo molido fue suministrado con sal (NaCl) totalmente mezclados, a razón del 10% de la ración, siguiendo las recomendaciones de máximo consumo diario de sal reportado por Rich et al. (1976). El abastecimiento de los comederos de autoconsumo se realizó semanalmente, coincidiendo con el cambio de parcela de pastoreo. La cantidad ofrecida superaba la demandada, y se monitoreó diariamente de forma de asegurar que nunca faltase suplemento.

A los animales suplementados diariamente, el sorgo molido se les ofrecía a las 8 de la mañana de cada día. El ajuste de la cantidad ofrecida se realizaba cada 14 días, coincidiendo con las pesadas de los animales.

El pastoreo rotativo, se realizó en parcelas de 7 días de ocupación, sin retorno a las anteriormente pastoreadas. El ajuste de la asignación de forraje en 2.5 kg MS/100 kg de peso vivo fue realizado variando el tamaño de la parcela a partir de la biomasa de forraje disponible y el último registro de peso promedio de los animales de cada unidad experimental.

El suministro de agua se realizó diariamente a las 12 horas, en bebederos fuera de las parcelas y la distancia recorrida por los animales variaba según la ubicación de la parcela.

## 3.8 REGISTROS Y MEDICIONES

### 3.8.1 Pastura

#### 3.8.1.1 Disponibilidad de forraje para ajuste de la asignación

Las mediciones de forraje disponible fueron realizadas semanalmente, previo al cambio de parcela, mediante la técnica de doble muestreo. Se realizó el marcado de dos escalas de tres puntos (cada punto representando la condición de mínima, media y máxima disponibilidad de forraje, respectivamente). En base a esta escala luego se muestreó el área a pastorear en 200 puntos arrojando un cuadro de 30 cm x 30 cm, registrando la frecuencia de aparición de cada punto de la escala.

Las muestras de las escalas marcadas, fueron cortadas a ras de suelo utilizando un cuadro de 30x30, y secadas en estufa a 60°C por 48 horas, hasta alcanzar un peso constante para la determinación del peso seco de forraje contenido en cada cuadro. Por último, con el peso de cada escala y la frecuencia de aparición, se calculó la disponibilidad de materia seca de forraje de la zona donde se harían las parcelas. Una vez determinada el área y marcadas las parcelas, se repetía el procedimiento dentro de cada parcela a efectos de controlar la variabilidad natural en la disponibilidad de la pastura, arrojando 25 cuadros por parcela.

#### 3.8.1.2 Altura de forraje

Fue medida sobre las muestras de la escala marcada para la determinación de la biomasa de forraje disponible. Antes del corte del forraje, se registró la altura en 5 puntos de la diagonal del cuadro de 30 cm x 30 cm utilizado, la misma se determinó con regla en el punto donde la hoja viva más alta tocaba la regla (sin extender).

#### 3.8.1.3 Consumo de forraje y patrón de defoliación

En las semanas 3, 7 y 13, se estimó el consumo de forraje siguiendo el método agronómico de forraje desaparecido (Moore, 1994). El patrón de la defoliación de la pastura se caracterizó midiendo la altura del forraje ofrecido en cada parcela de pastoreo previo al ingreso de los animales, y cada 24 horas una vez ingresados a la parcela. Esta medición se realizó en 25 puntos al azar por parcela. Para la biomasa residual se estimó también por el método de doble muestreo discutido más arriba, pero arrojando 25 cuadros por parcela.

#### 3.8.1.4 Calidad de la pastura

Los muestreos para la determinación de la calidad de la pastura se realizaron en las mismas semanas en las que se determinó el consumo de forraje. Para ello, uno de cada 20 cuadros tirados al azar durante la estimación de biomasa de forraje, fue cortado y conservado para dicha determinación. Posteriormente, estas muestras fueron secadas en una estufa durante 48 horas a 60°C, molidas y almacenadas para su análisis químico en el laboratorio de Nutrición Animal de Facultad de Agronomía.

#### 3.8.2 Animales

##### 3.8.2.1 Peso vivo

Durante el periodo experimental, los animales fueron pesados al inicio y cada 14 días, a última hora de la tarde se registraba el peso individual de cada animal lleno y en la mañana siguiente, con un intervalo de 12 horas de ayuno sin acceso a agua, se registraba el peso vacío de cada animal.

Las medidas fueron tomadas con una balanza electrónica perteneciente a la EEMAC, con una precisión de  $\pm 0,5$  kg. Al momento de pesar los animales, no se distinguía por tratamiento, sino que ingresaban al corral todos mezclados.

##### 3.8.2.2 Consumo de suplemento

El consumo de MS de suplemento fue estimado como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada. Para el caso de los novillos suplementados utilizando comederos de autoconsumo, la cuantificación entre la cantidad ofrecida y rechazada se realizó de manera semanal, en el día que ingresaban a la nueva parcela de pastoreo. Los días de lluvia, el suplemento mojado, era retirado y se tomaba una muestra para la determinación del contenido de materia seca.

En las semanas 3, 7 y 13, coincidiendo con la caracterización del patrón de defoliación de la pasturas, el consumo de suplemento en AC se determinó diariamente. En esta oportunidad se registró la cantidad ofrecida inicialmente y el rechazo presente en el comedero cada 24 hs. durante 7 días consecutivos.

Para el caso de los animales suplementados diariamente, se pesaba la oferta en el momento de la suplementación y en caso de existir rechazo al día

siguiente, se retiraba del comedero, se pesaba y se tomaba una muestra para la determinación del contenido de materia seca.

#### 3.8.2.3 Comportamiento ingestivo

El patrón de comportamiento ingestivo de todos los animales, fue caracterizado en los días 2, 4 y 6 de las semanas 3, 7 y 13. Mediante la técnica de observación directa, fueron registradas las actividades de pastoreo, rumia, descanso y visita a comederos, cada 15 minutos en el periodo de horas luz (8 a 18 horas), no así la visita a bebederos ya que el agua era suministrada una vez al día a la hora 12, que coincide con la hora de mayor temperatura del día.

La de tasa de bocado, fue medida cada 3 horas, registrando el número total de bocados de prehensión realizados en un minuto (dos repeticiones por medición).

#### 3.8.2.4 Sanidad

Al inicio de la fase experimental, fue administrado a los novillos Paraxane, que es un antiparasitario interno de amplio espectro y rápida acción, inyectable. Se utilizó una dosis de 10 ml por animal.

#### 3.8.2.5 Determinaciones a la faena

El método de faena utilizado fue a fecha fija, esto es que todos los animales son faenados el mismo día independientemente del peso y grado de terminación.

Los novillos fueron embarcados el 17 de setiembre, y trasladados al frigorífico Tacuarembó 24 horas antes de la faena (245 km de distancia). Una vez llegados a la planta los mismos fueron pesados a las 7:00 am, arrojando un promedio de 444 kg.

Se realizaron en la planta diferentes determinaciones correspondientes a calidad de carne y canal.

Al momento de la faena, fueron determinados los siguientes parámetros:

- **Peso de canal:** es la primera etapa de la cadena de faena, el peso corresponde al animal desangrado, desollado, sin vísceras y sin cabeza ni

extremidades. Se registraron las medidas obtenidas con balanza del frigorífico.

- Peso del corte pistola: corresponde al cuarto trasero sin asado (correspondiente a las tres últimas costillas) y sin vacío.
- Conformación: evalúa la relación entre las masas musculares y el esqueleto mientras que el grado de terminación evalúa la cantidad y distribución de la grasa subcutánea o de cobertura.
- Área del ojo de bife: dicha determinación se realizó calcando en un acetato el área de la sección transversal del músculo *longissimus dorsi* en la décima costilla para posteriormente medir el área utilizando un papel centimetrado. El área del ojo de bife, utilizada en conjunto con otros parámetros, es un elemento de importancia en la evaluación de las características carniceras de una canal (correlaciona positivamente con el rendimiento de los cortes finales).
- Espesor de grasa subcutánea: esta medida se realizó sobre la sección transversal a nivel del 10<sup>o</sup> espacio intercostal.
- Peso de cortes valiosos (lomo, bife angosto, corazón, cola y tapa de cuadril): luego del desosado, se identificaron los distintos cortes y se registró el peso de cada uno.
- pH: se separó una muestra del *longissimus dorsi* y se determinó el pH a través de un pHímetro, directamente con electrodos de punción.
- Color (L\*,a\*,b\*): el sistema empleado fue el CIE que se basa en el uso de un instrumento mediante el cual se obtienen valores para tres colores primarios y calculando, a partir de ellos, las coordenadas de color L\* (luminosidad), a\* (coordenada verde - rojo) y b\* (coordenada azul - amarillo). De esta forma un color determinado queda representado por ciertos valores de L\*, a\* y b\*.
- Fuerza de corte del W.B.: en el laboratorio, se realizaron determinaciones de terniza, donde un trozo del músculo *longissimus dorsi* perteneciente a cada uno de los animales fue embolsado al vacío y posteriormente colocado a baño maría durante 45 minutos para posteriormente con un sacabocados obtener 7 muestras para realizar el corte con la cizalla y medir la resistencia de corte.

### 3.8.3 Variables calculadas

#### 3.8.3.1 Eficiencia de conversión del suplemento

La eficiencia de conversión del suplemento por unidad experimental fue calculada como la cantidad de grano de sorgo molido consumido (kg MS), por unidad de PV adicional respecto al tratamiento testigo.

#### 3.8.3.2 Tasa de sustitución del forraje

La tasa de sustitución de forraje (kg de forraje que deja de comer el animal por cada kg de suplemento consumido) fue calculada como el cociente entre la diferencia de consumo de forraje (kg MS) entre los tratamientos suplementados y tratamiento testigo y los kg de grano consumido.

#### 3.8.3.3 Utilización del forraje

La utilización del forraje, fue calculada para cada parcela el cociente entre la diferencia entre las mediciones semanales de forraje disponible y forraje rechazado sobre forraje disponible previo al pastoreo.

#### 3.8.3.4 Asignación de forraje efectiva

La asignación de forraje efectiva para cada tratamiento, fue calculada a partir de los registros de disponibilidad de entrada por parcela en cada semana y los PV correspondientes a la última pesada antes de entrar a la misma.

#### 3.8.3.5 Rendimiento de canal

Esta determinación se realizó mediante el cociente del peso de canal y el peso vivo de los animales previo a la faena.

### 3.9 ANÁLISIS QUÍMICO

Se realizaron los análisis químicos sobre muestras compuestas por parcela para todo el período experimental del forraje disponible, muestras de "Hand-clipping" y de suplemento fueron realizados en Facultad de Agronomía. Laboratorio de Nutrición Animal. Para cada muestra, se determinó el contenido de ceniza, nitrógeno total, FDN y FDA. Las cenizas se obtuvieron como el residuo de la incineración a 600 °C durante 3 horas. La proteína cruda se obtuvo a partir de la determinación del N total del alimento, que se cuantifica por

el método Kjeldahl. Para obtener el valor de PC se multiplicó la concentración de N por el factor 6,25, el cual expresa la relación porcentual de N en la proteína (16%) asumiendo que todo el N está bajo forma proteica. FDN es la proporción de la muestra de alimento que es insoluble en una solución detergente neutra, mientras que FDA es la proporción de la muestra de alimento que es insoluble en una solución detergente ácido (UdelaR. FA, 2011). La determinación de cenizas se realizó según AOAC, citado por UdelaR. FA (2011), mientras que para la cuantificación de la FDN y FDA se procedió según Van Soest et al., citados por UdelaR. FA (2011).

### 3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos experimentales fueron analizados según un diseño de parcela al azar, con medidas repetidas en el tiempo, utilizando diferentes procedimientos dentro del paquete estadístico SAS. A continuación se presentan las variables analizadas y el modelo estadístico utilizado en cada una de ellas para su análisis.

#### 3.10.1 Peso vivo

El efecto de los tratamientos sobre la GMD fue analizado usando un modelo de heterogeneidad de pendientes para medidas repetidas en el tiempo. En el mismo se estudió la evolución del PV en función del tiempo transcurrido, en base al procedimiento MIXED y el siguiente modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  : peso vivo (kg).

$\mu$ : media poblacional (peso vivo).

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

$\beta$  : coeficiente de regresión.

$X_{ij}$ : valor de covariable (PV inicio) en i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

$\bar{X}$ : media de la covariable (PV inicio).

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

$M_k$ : efecto relativo del k-ésimo momento de medición del peso vivo.

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

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

La GMD fue estimada a partir del coeficiente de regresión de cada tratamiento, las cuales se compararon mediante contrastes.

### 3.10.2 Consumo de forraje, suplemento y MS total

El consumo de forraje, suplemento y MS total fueron analizados utilizando el procedimiento MIXED de SAS según el siguiente modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

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

$\mu$ : media poblacional (consumo).

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

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

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

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

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

### 3.10.3 Variables de comportamiento

Se estimó la probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia y visita al comedero en el período de observación, utilizando el procedimiento GLIMMIX y el siguiente modelo general:

$$\text{Ln} (P/(1-P)) = \mu + \alpha_i + S_j + D_k + (\alpha S)_{ij} + (\alpha D)_{ik}$$

Donde:

P: probabilidad de ocurrencia de la actividad.

$\mu$ : media poblacional.

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

$S_j$  : efecto relativo de la semana en que se realizó la medición.

$D_k$ : efecto relativo del día dentro de la semana en que se realizó la medición.

$(\alpha S)_{ij}$ : efecto relativo de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y la j-ésima semana de medición.

$(\alpha D)_{ik}$ : efecto relativo de la interacción entre el i-ésimo tratamiento y el k-ésimo día de medición.

### 3.10.4 Tasa de bocado

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : tasa de bocado.

$\mu$ : media poblacional.

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

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

$M_k$ : efecto relativo del k-ésimo momento de medición de tasa de bocado.

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

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

## 4. RESULTADOS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE

En el cuadro No. 4 se presentan las temperaturas y precipitaciones durante los meses en los que se llevó a cabo el trabajo experimental.

Cuadro No. 4. Temperaturas mínima, máxima y media y precipitaciones promedio mensuales durante los meses que se realizó el experimento.

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Prom./Acum.
Temp. mínima (°C)	8.1	6.7	11.3	8.65	8.69
Temp. media (°C)	13.5	12.3	15.9	14.1	13.95
Temp. máxima (°C)	25.35	18.31	20.73	19.94	21.08
PP (mm)	37.3	22.4	255.3	82	397

Temp: temperatura PP: precipitaciones; mm: milímetros; Prom/Acum: promedio/acumulada, refiere al promedio de las temperaturas y precipitación acumulada, respectivamente.

En la figuras No. 4 y No. 5 se puede observar la evolución del clima desde 2002 al 2015. Considerando la evolución de temperatura y lluvia en los últimos 14 años se puede apreciar que el año 2015 fue un año en el que se presentaron temperaturas máximas por encima de las normales ( $18.38 \pm 1.17$  °C) y precipitaciones inferiores al promedio en todos los meses salvo en agosto (cuadro No. 4) que se superó ampliamente la media histórica que fue de 93.9 mm (ver anexo No.1).

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La disponibilidad promedio de la avena a la entrada las parcelas para todo el período experimental fue de  $4541,76 \pm 298,86$  kg MS/ha, con una altura promedio de 44,09 cm. En cuanto a la composición química, los valores promedio fueron de 8.86% de cenizas, 9.00% de proteína cruda, 55.35% de fibra detergente neutro y 28.71% fibra detergente ácido.

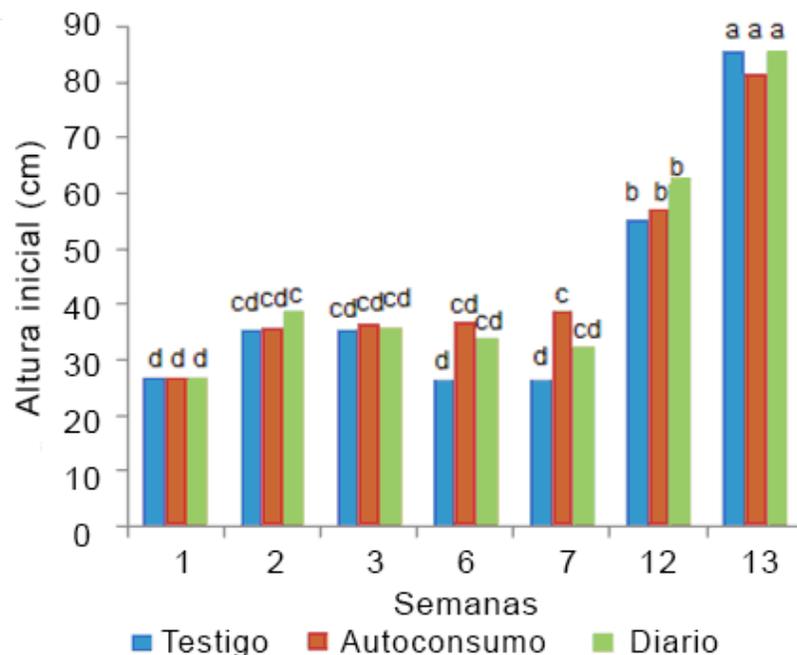
La altura a entrada no difirió entre tratamientos a excepción de la semana 7 (figura No. 6) donde fue menor para el tratamiento testigo en comparación con los suplementados ( $P < 0.0031$ ). La disponibilidad de forraje (cuadro No. 5) presentó diferencias significativas entre tratamientos ( $P < 0.05$ ) explicado al igual que la altura a entrada, por la semana 7 (ver anexo No. 3).

Cuadro No. 5. Medias ajustadas para las variables de la pastura en los distintos tratamientos: disponibilidad (kg MS) y altura de entrada (cm), kg MS y altura de rechazo y utilización (%).

	Testigo	Diario	Autoconsumo	Pvalor	TxS
Disponibilidad entrada	4199.14 b	4677.36 a	4748.79 a	0.0010	0.0291
Altura inicial (cm)	41.71 b	45.71 a	44.86 a	0.0031	0.0087
Rechazo (kg MS)	377.93 b	880.79 a	976.45 a	0.0174	<0.001
Altura rechazo (cm)	7.67 b	11.94 a	13.26 a	<0.001	0.0002
Utilización (%)	90.92 a	83.64 ab	79.92 b	0.0252	<0.001

TxS: tratamiento por semana; a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ ).

En la figura No. 6 se presenta la altura inicial del forraje para los diferentes tratamientos para las distintas semanas.



a, b, c y d muestran diferencias significativas entre tratamientos dentro de una semana.

Figura No. 6. Altura inicial del forraje para los distintos tratamientos, para las distintas semanas.

La biomasa de forraje residual fue menor en el tratamiento testigo que en los suplementados ( $P=0.0174$ ), los cuales no presentaron diferencia entre sí ( $P>0.05$ ). Consecuentemente el porcentaje de utilización fue mayor para el

tratamiento testigo (cuadro No. 5). El tratamiento testigo presentó menor altura de rechazo con respecto a los animales suplementados ( $P < 0.001$ ).

#### 4.2.1 Composición química del forraje y suplemento consumido y rechazado

En el cuadro No. 6 se presenta la composición química promedio para el experimento del forraje consumido y rechazado en base seca y los respectivos contrastes.

Cuadro No. 6. Composición química del forraje consumido y rechazado en base seca según tratamiento y contrastes.

OFRECIDO				P valor	
	Testigo	Diario	Autoconsumo	T vs. Sup	AC vs. D
C(%)	8.66	9.02	8.92	0.1905	0.6873
PC(%)	8.70	8.95	9.34	0.2900	0.4024
aFDNmo(%)	56.73	56.06	53.28	0.3592	0.2961
FDAmo(%)	28.96	29.74	27.43		
NDT/PC(%)	7.34	7.20	7.48		
RECHAZO				P valor	
C(%)	12.57	10.91	11.39	0.1370	0.5994
PC(%)	5.39	5.18	5.59	0.9908	0.1775
aFDNmo(%)	63.82	64.81	62.16	0.8749	0.3232
FDAmo(%)	33.72	34.40	32.29	0.3625	0.4506

C: porcentaje de cenizas; PC: porcentaje de proteína cruda; aFDNmo: fibra detergente neutro de la materia orgánica corregida por cenizas con amilasa; FDAmo: fibra detergente ácido de la materia orgánica; NDT=  $[88.9 - (0.779 * \text{FDAmo}(\%))]$ ; NDT/PC(%): nutrientes digestibles totales dividido proteína cruda; T vs. S: testigo vs. suplementados; AC vs. D: autoconsumo vs. diarios.

No existieron diferencias significativas en cuanto a composición química tanto para el forraje ofrecido como rechazado a lo largo de todo el experimento (cuadro no. 6).

En el cuadro no. 7 se presenta la composición química del sorgo utilizado para la suplementación SD y AC (con sal) a lo largo del experimento.

Cuadro No. 7. Composición química del suplemento consumido y rechazado para diarios y autoconsumo (con sal).

	Diario	Autoconsumo
C%	1.55	17.98
PC%	7.75	6.2
aFDNmo%	17.42	15.31
FDAmo%	7.42	6.62

C: porcentaje de cenizas; PC: porcentaje de proteína cruda; aFDNmo: fibra detergente neutro de la materia orgánica corregida por cenizas con amilasa; FDAmo: fibra detergente ácido de la materia orgánica.

### 4.3. RESPUESTA ANIMAL

#### 4.3.1. Evolución del peso vivo animal y ganancia media diaria

El peso vivo final fue afectado por la suplementación con sorgo molido mostrando una diferencia de 35,74 kg a favor de los animales suplementados (diarios y autoconsumo) respecto al testigo (cuadro No. 8), no se observan diferencias debidas a la frecuencia de suministro del grano.

En la figura No. 7, se presenta la evolución de pesos de los novillos para los diferentes tratamientos durante el período experimental.

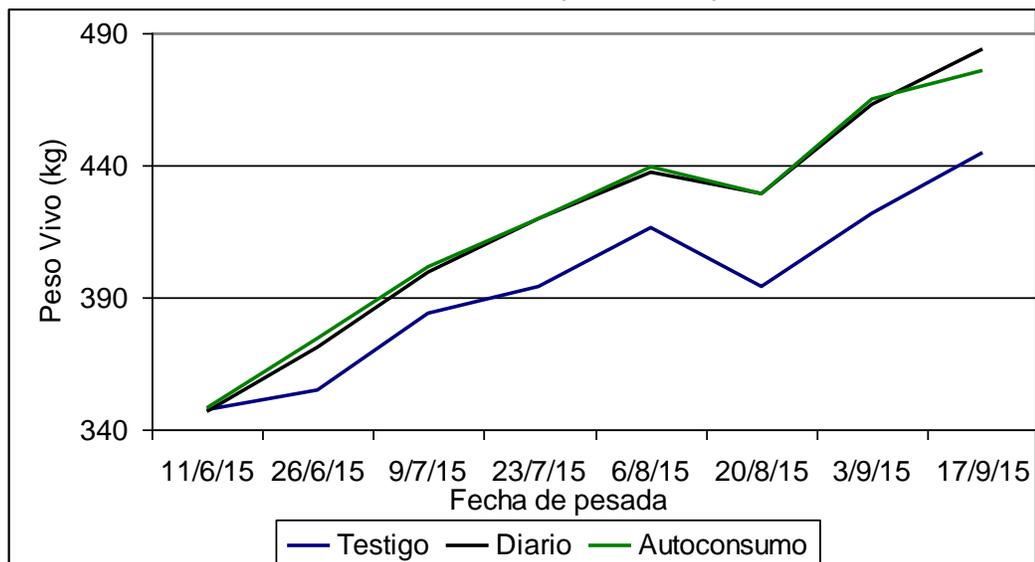


Figura No. 7. Evolución del peso vivo según tratamientos desde el inicio al final del experimento.

Las medias ajustadas para el peso vivo inicial y final, ganancia media diaria y altura se presentan en el cuadro No. 8.

Cuadro No. 8. Efecto de la suplementación invernal con grano de sorgo molido ofrecido diariamente o con autoconsumo sobre la ganancia media diaria (GMD), peso vivo final (PV final) y altura final de novillos Hereford pastoreando avena<sup>1</sup> y suplementados con grano molido de sorgo<sup>2</sup> (11/6/15 al 17/9/15) (medias ajustadas).

				P valor	
	Testigos	Diarios	Autoconsumo	T vs. S	AC vs. D
Peso vivo inicial (kg)	347.6	346.8	347.8	0.930	0.800
Ganancia media diaria (kg)	0.92	1.32	1.26	0.005	0.690
Alura final (cm)	134.7	135.0	134,5	0.310	0.480
Peso vivo final (kg)	444.1	484.8	475	0.010	0.230

T vs. S: testigo vs. suplementados; AC vs. D: autoconsumo vs. diarios.

<sup>1</sup> Pastoreo rotativo en franjas semanales con una asignación de forraje de 2.5 kg MS/ 100 kg de PV. <sup>2</sup> Suplementación con grano molido de sorgo 1 kg de MS/ 100 kg de PV.

La suplementación aumentó la ganancia media diaria en 0,40 y 0,34 kg en SD y AC respectivamente, en relación al testigo. Asimismo el peso final de los novillos aumentó en 40,70 kg para diarios y 30,90 kg para autoconsumo respecto al testigo, no registrándose diferencias significativas asociadas a la forma de suministro (cuadro No. 6).

#### 4.4 CONSUMO

En el cuadro No. 9 se presenta el consumo de forraje, suplemento y total de los diferentes tratamientos, la tasa de sustitución de forraje, la GMD y la EC. En el cuadro No. 10 se presentan los consumos expresados cada 100 kg de peso vivo

Cuadro No. 9. Consumo de MS de forraje y suplemento (con y sin sal) de los diferentes tratamientos, ganancia media diaria, eficiencia de conversión (con y sin sal) y tasa de sustitución.

	Testigo	Diario	Autoconsumo	Pvalor
Consumo de MS forraje (kg/animal/día)	8.57 a	8.20 a	7.97 a	0.2167
Consumo de MS suplemento (kg/animal/día)	-	3.85 a	3.39 a (3.11)	0.4913
Consumo de MS total (kg/animal/día)	8.57 b	12.00 a	11.36 a	0.0086
Ganancia media diaria(kg/animal/día)	0.92	1,32	1,26	*
Eficiencia de conversión (kg de grano/kg PV)	-	10.33 a	9.87 a (8.87)	0.9315
Tasa de sustitución	-	0.093 a	0.17 a	0.4798

( ): valores corregidos sin sal; a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente( $p < 0,05$ ). \* pvalor: testigo vs. suplementados:0.05, diario vs. autoconsumo :0.690

Cuadro No. 10. Consumo de forraje y suplemento en % de peso vivo (PV) para los diferentes tratamientos.

	Testigo	Diario	Autoconsumo	Pvalor
Consumo de MS de forraje (%PV)	2.25 a	2.09 ab	2.00 b	0.0296
Consumo de MS de suplemento (%PV)	-	0.83 a	0.97 a	0,4198
Consumo de MS total (%PV)	2.25 b	3.06 a	2.84 a	0.0144

a y b: medias seguidas por distintas letras en la misma fila difieren estadísticamente( $p < 0,05$ ).

#### 4.4.1 Consumo de forraje

Como se puede observar, no existieron diferencias estadísticamente significativas para el consumo diario de materia seca de forraje (kg/animal/día,  $P=0,2167$ ) entre los tres tratamientos. Tampoco existieron diferencias significativas para la tasa de sustitución entre los tratamientos suplementados ( $P=0,4798$ ).

Contrario a lo expuesto anteriormente, se puede apreciar en el cuadro No. 10 que sí existieron diferencias significativas para las variables consumo total en %PV ( $P=0,0144$ ) y para el consumo total de MS por animal por día ( $P=0.0086$ ), en ambos casos a favor de los tratamientos suplementado contra los testigos sin suplementar.

#### 4.4.2 Consumo de suplemento

El promedio de consumo de suplemento, expresado tanto en kg/animal/día como en porcentaje del peso vivo, no difirió entre tratamientos (cuadros No. 9 y No. 10). Sin embargo se observó un efecto significativo de la

interacción semana por tratamiento ( $p < 0,05$ ), por lo que el efecto de la forma de suministro sobre el consumo de suplemento varió dependiendo de la semana (figura No. 8).

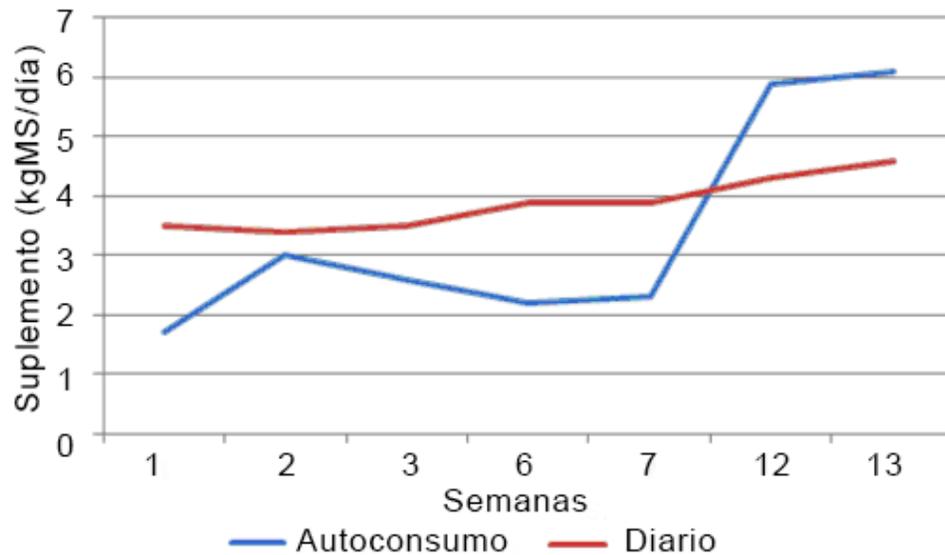


Figura No. 8. Efecto del sistema de suministro sobre la evolución del consumo de suplemento (kg MS/d) en las diferentes semanas de muestreo.

Dentro de la semana de permanencia en la parcela de pastoreo, el efecto tratamiento sobre el consumo diario por día fue significativo ( $p=0.0084$ ). El consumo de suplemento presentó diferencias significativas en el día 1 y 2 de la semana ( $p < 0.05$ ) siendo menor para AC. El tratamiento SD mantuvo un consumo estable entre días, mientras que en AC el consumo de suplemento tiende a aumentar a medida que transcurren los días de permanencia en la parcela.

La eficiencia de conversión no difirió entre el suministro diario o semanal ( $P=0.9315$ ).

En la figura No. 9, se observa el consumo de suplemento según el tratamiento y la evolución de la altura de forraje para los tres tratamientos conforme avanzan los días de permanencia en la parcela de pastoreo. Se puede concluir a partir de la misma, que el consumo de suplemento por parte de los animales suplementados diariamente no varió significativamente a medida que avanzaban los días de la semana ( $P > 0.05$ ), por el contrario, el consumo de los animales suplementados con comedero de autoconsumo,

aumentó a medida que avanzaban los días de la semana, coincidiendo con la menor altura del forraje y por lo tanto una menor disponibilidad.

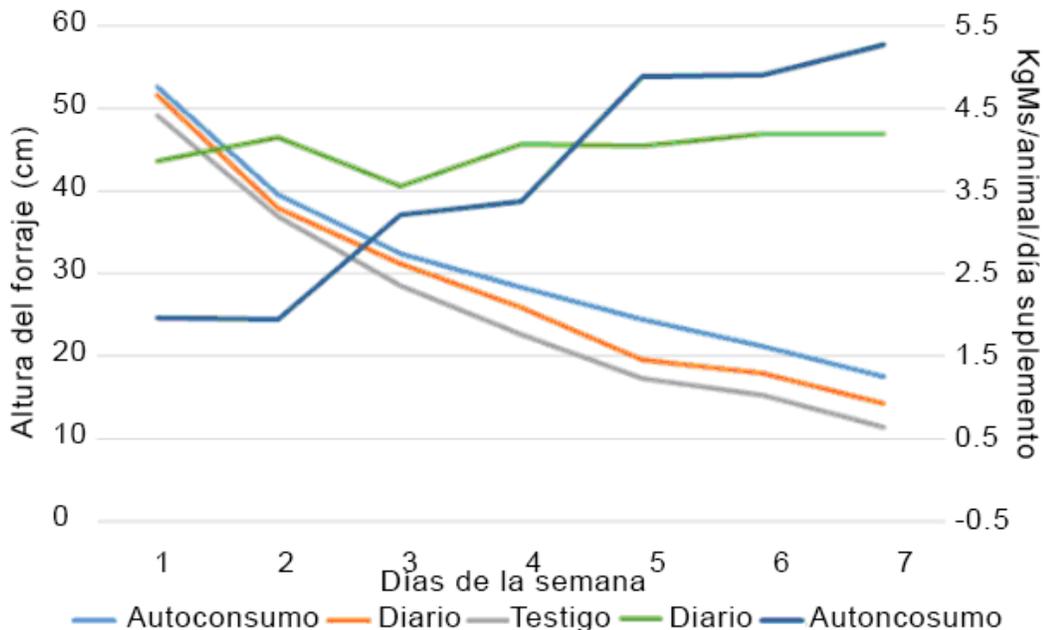


Figura No. 9. Efecto de la suplementación y de la forma de suministro del suplemento (diario vs. autoconsumo) la evolución diaria del consumo de suplemento y la altura del tapiz durante el tiempo de permanencia en la parcela de pastoreo.

#### 4.5 COMPORTAMIENTO

##### 4.5.1. Tiempo promedio dedicado a cada actividad

El tiempo destinado por los animales al pastoreo fue afectado significativamente por la suplementación ( $P < 0.0001$ ), donde los animales que fueron suplementados ya sea diariamente o mediante el uso de comederos de autoconsumo, dedicaron menos tiempo al pastoreo comparado con aquellos animales que no fueron suplementados.

El tratamiento testigo y los suplementados diariamente no difirieron en la actividad de rumia, siendo en ambos casos superior la observada en el tratamiento de autoconsumo ( $P > 0,05$ ).

Un comportamiento inverso se observó en el tiempo de descanso, siendo los suplementados diferentes estadísticamente respecto al testigo.

En el cuadro No. 11 se presentan, las actividades de pastoreo, descanso y rumia variaron significativamente según la semana y el día dentro de la semana.

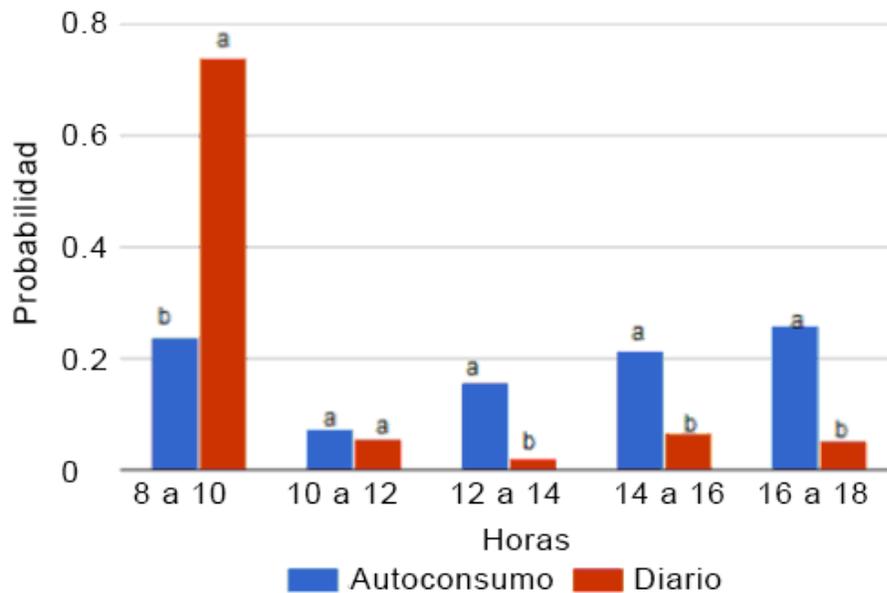
Cuadro No. 11. Efecto de la suplementación sobre la actividad de pastoreo, rumia, visita al comedero y tasa de bocado según tratamiento de novillos Hereford pastoreando avena<sup>1</sup> y suplementados con grano de sorgo molido<sup>2</sup>.

Actividad	Testigo	Diario	Autoconsumo
Pastoreo	0.50 a	0.42 b	0.37 c
Rumia	0.23 a	0.23 a	0.18 b
Visita comedero	-	0.08 a	0.05 b
Tasa de bocado (bocados/minuto)	23.24 b	25.23 ab	25.97 a

Actividad: probabilidad de hallar un animal realizando las diferentes actividades. T: testigo; D: diario; AC: autoconsumo; a, b y c difieren estadísticamente ( $P < 0.05$ ). <sup>1</sup> Pastoreo rotativo en franjas semanales con una asignación de forraje de 2.5 kg MS/ 100 kg de PV. <sup>2</sup> Suplementación con grano molido de sorgo 1 kg de MS/ 100 kg de PV.

#### 4.5.2. Patrón de consumo de suplemento

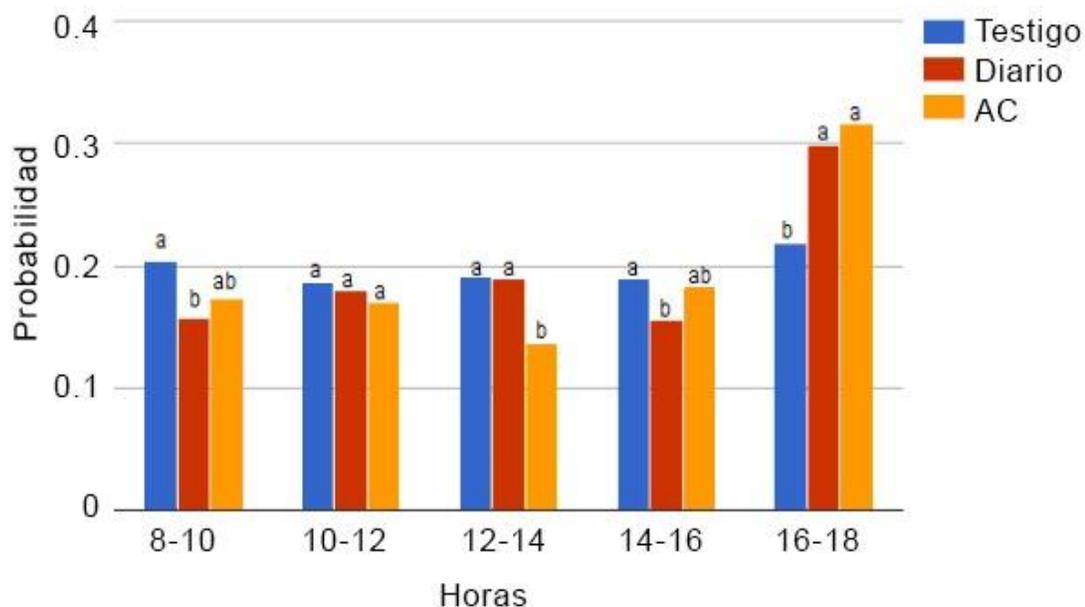
En la figura No. 10 se presenta la distribución de visita a comedero a lo largo del día según la forma de suministro. Se puede apreciar que los animales suplementados diariamente visitaron el comedero mayormente en las primeras horas de la mañana, coincidiendo con la hora de suministro, cuando consumen la mayor parte del suplemento. Para el tratamiento de autoconsumo se observa una distribución más homogénea de la actividad del consumo a lo largo del día.



a y b muestran diferencias significativas dentro de un tratamiento en los diferentes horarios  
 Figura No. 10. Distribución de visita al comedero durante el día según tratamiento (suplementación diaria o mediante comedero de autoconsumo).

#### 4.5.3 Patrón de pastoreo

La distribución del pastoreo (figura No. 11) durante el día mostró un comportamiento estable para los testigos, en comparación con los suplementados. Estos últimos mostraron un marcado aumento de la actividad de pastoreo en las últimas horas del día (16 a 18 hs.), no existiendo diferencias entre los SD y AC. En las primeras horas del día no se vieron diferencias en la proporción del tiempo empleado al pastoreo entre los tratamientos.

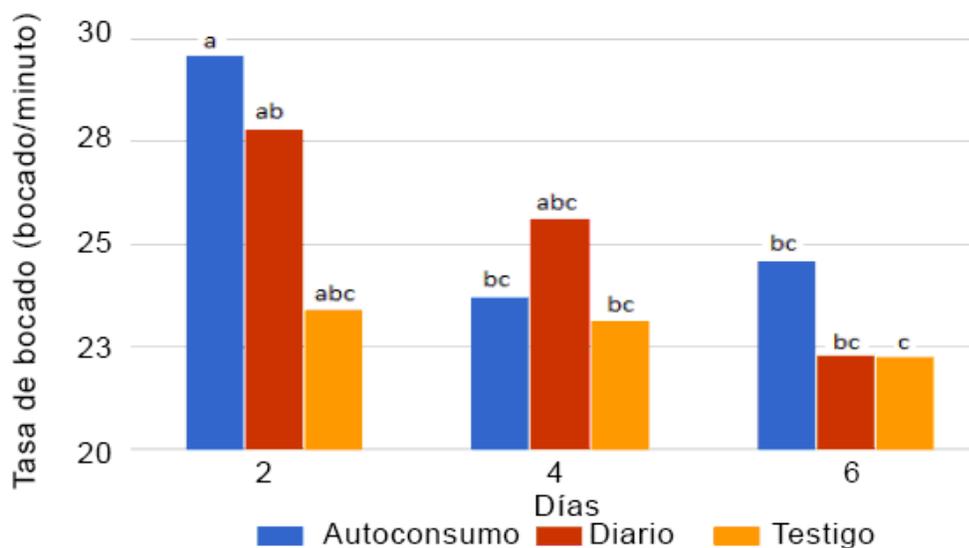


a y b muestran diferencias significativas dentro de un tratamiento en los diferentes horarios; AC: autoconsumo

Figura No. 11. Proporción del tiempo dedicado al pastoreo según tratamiento para cada intervalo de tiempo.

#### 4.5.4 Tasa de bocado

Hubo diferencias significativas para el efecto tratamiento por semana por día dentro de semana ( $p < 0,05$ ), explicado por diferencias significativas en el tratamiento autoconsumo para la semana 13, donde se observó una mayor tasa de bocado en el día dos en comparación con los días cuatro y seis (figura No. 12, ver anexo No. 4).



a, b y c corresponde a diferencias significativas dentro de tratamiento en los diferentes días.  
 Figura No. 12. Tasa de bocado para los diferentes tratamientos según el día de la semana.

#### 4.6. DETERMINACIONES A LA FAENA

En el cuadro No. 12 se presentan los diferentes parámetros relevados al momento de la faena relacionados a la calidad de carne y canal (ver anexo No. 5).

Cuadro No. 12. Peso vivo a la faena, peso de media canal, peso de corte pistola, rendimiento, espesor de grasa subcutánea y peso de los diferentes cortes valiosos promedio según tratamiento.

	TRATAMIENTOS			Pvalor	
	Testigo	Diario	Autoconsumo	Sup vs. T	Diario vs. AC
Peso vivo a faena (kg)	442.00	457.50	450.00	0.0653	0.4475
Peso de 1/2 canal (kg)	121.00	130.00	130.75	0.8169	0.3785
Rendimiento (%)	60.10	54.51	58.77	0.1660	0.1704
Peso de corte pistola (kg)	57.57	58.26	60.84	0.4864	0.4027
Espesor de grasa subcutánea (mm)	5.87	5.83	7,44	0.7037	0.4080
<b>PESO DE CORTES VALIOSOS (KG)</b>					
Lomo	1.66	1.69	1.75	0.6158	0.5203
Bife ancho	3.70	3.96	4.32	0.2059	0.3001
Corazon de cuadril	2.88	2.92	3.12	0.4308	0.3860
Tapa de cuadril	1.73	1.67	1.86	0.7375	0.2117
Cola de cuadril	0.99	1.03	1.08	0.0678	0.0892
Cuadril	5.60	5.62	6.06	0.2477	0.1731

SUP: suplementados; T: testigo; AC: autoconsumo.

Existieron diferencias significativas únicamente para el peso vivo a faena ( $P=0,0653$ ) a favor de los tratamientos suplementados (cuadro No. 12).

En el cuadro No. 13 se puede observar que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos suplementados y los testigos para todos los parámetros evaluados. De dicho cuadro se desprende que además de no existir diferencias entre suplementados y testigos, tampoco existen diferencias significativas en los parámetros según el método de suplementación.

Cuadro No. 13. Valores de pH, color, área de ojo de bife (AOB) y fuerza de corte WB promedio de los diferentes tratamientos.

	TRATAMIENTOS			Pvalor	
	Testigo	Diario	Autoconsumo	Sup vs. T	Diario vs. AC
pH	5.800	5.800	5.850	0.50	0.62
L	35.22	34.93	36.75	0.38	0.57
a	24.71	24.93	24.46	0.83	0.92
b	11.66	11.23	11.96	0.49	0.65
AOB (cm <sup>2</sup> )	51.85	53.65	58.60	0.61	0.66
Fuerza de corte WB	3.41	2.98	3.13	0.66	0.61

L,a,b: parámetros del color; AOB: área de ojo de bife; SUP: suplementados; T: testigo; AC: autoconsumo.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La avena, es usualmente utilizada como verdeo de invierno en los sistemas de invernada por su gran capacidad productiva de forraje en otoño y su persistencia y buena productividad invernal, momentos en los que existen déficits de forraje (Simeone, 2006).

La avena utilizada en este experimento fue la *Avena byzantina* cv LE 1095 cuya producción promedio según INASE es de 4510 kg MS/ha, lo que concuerda con los resultados de disponibilidad promedio obtenidos durante el ensayo (meses de junio, julio, agosto y setiembre) donde la disponibilidad promedio fue de  $4541,76 \pm 298,86$  kg MS/ha.

La composición química promedio de la avena para el período experimental, fue muy similar a los publicados por INASE en todas las fracciones, salvo en el porcentaje de proteína cruda (%PC), mientras que el contenido promedio para la avena durante el período experimental fue 9% PC, en general la avena presenta 17,85% PC. Dicha diferencia estaría explicada debido a que el año en el que se realizó el ensayo fue atípico desde el punto de vista climático, con temperaturas más altas que las que ocurren normalmente para dicho período (cuadro No. 4, Davies y Méndez, 2006).

Elizalde y Santini (1992) han medido en verdeo de avena relaciones de PBS/CNES de 3:1, dicha relación, está asociada con bajas ganancias de peso otoñales de animales que pastorean verdes de invierno. Podría ser que el desbalance energía-proteína que normalmente ocurre en este tipo de forrajes, no haya sido de la magnitud con la que ocurre usualmente. Méndez y Davies (2003) también estudiaron el desbalance energía-proteína de los verdes de inviernos y encontraron en el clima uno de los factores que influyen, en general se considera que las condiciones que potencian el problema son los días fríos, húmedos y nublados. Los mismos autores mencionan que la fertilización y el momento de corte también están vinculados a dicha problemática, pero que en la región sub húmeda Argentina no generan mayores problemas para obtener ganancias de 0,805 kg/animal/día. Lo expresado anteriormente fue constatado en un ensayo realizado por INTA (2011) en la provincia de Corrientes (Argentina), donde novillos a los que se les ofrecía 2 kg/100 kg de PV de avena, obtenían una ganancia diaria de 800 g/día. Dicha región presenta un clima más seco y caluroso en los inviernos que nuestro país lo que explicaría que, con

menor oferta de forraje, estos autores logran similar ganancia a comparada a la reportada por Beretta y Simeone (2008) en Uruguay: 700 g/día promedio de los años 2001 al 2004 de novillos a los que se le ofrecía 5 kg/100 kg de PV.

## 5.2. RESPUESTA ANIMAL

### 5.2.1 Ganancia media diaria de animales sin suplementación

Los novillos del tratamiento testigo registraron una ganancia media diaria de 0.920 kg/animal/día, valor superior al esperado, considerando a las ganancias reportadas por Buono et al. (2005) trabajando con novillos Hereford pastoreando avena al 2.5% de asignación de forraje obtuvieron ganancias de 0.690 kg/animal/día. Méndez y Davies (2003), sin embargo, mencionan que con asignaciones del 2.5%, no habría impedimentos para alcanzar ganancias superiores a 0.760 kg por animal y por día. Ambas asignaciones cortadas al ras del suelo.

Bianchi (1982), menciona que menores ganancias de peso vivo en asignaciones de forraje de 2.5% se deben a la mayor presión de pastoreo, que dan como resultado una reducción en la cantidad de alimento disponible por animal y en las posibilidades de selección de la dieta, provocando esto una disminución de la cantidad y calidad del forraje consumido. En el presente experimento, la alta GMD de los testigos (0.920 kg/animal/día) frente a una baja asignación de forraje (asignación de forraje efectiva 2.49% PV), estaría explicada en parte por la alta disponibilidad de forraje (4199 kg MS/ha). Dicha disponibilidad se encuentra por encima a la que menciona Hodgson (1977) como limitante para el consumo, que es de 2000 kg MS/ha.

Según Hodgson (1981) la altura del forraje es la variable dominante del tapiz que influye en el consumo de forraje en el corto plazo. Morris et al. (1993), por su parte, sugieren que en otoño, con alturas por debajo de 15 cm el consumo se vería limitado en verdeos de invierno. En este caso la altura inicial de la avena fue de 41.71 cm promedio para todo el experimento, por lo tanto no habría sido una limitante del consumo, ya que nunca se encontró por debajo de dicho valor. Bartaburu et al. (2003) reportaron una altura de entrada promedio de 22.32 cm.

Se vio un alto porcentaje de utilización (91%) en comparación a los presentados por Du et al. (1979) quienes reportan datos de eficiencias de utilización de raigrás perenne de 85% con una asignación de forraje de 3%. Bartaburu et al. (2003) reportan una utilización de 53% con una asignación de

forraje de 2.5% pastoreando con novillos, mientras que Algorta et al. (2015) presentan una utilización de 77.9% para terneros pastoreando avena con una asignación de forraje de 2.5%.

La composición química de la avena como ya fue mencionado, es otro de los factores que explicarían las altas ganancias ya que el análisis químico de la misma arrojó un 9% PC de proteína promedio para todo el experimento. Teniendo en cuenta los valores promedio para la avena del INASE con un 17.85% de proteína, la avena utilizada en el presente experimento tendría un menor desbalance de energía/proteína lo que favorecería a una mayor ganancia media diaria.

Cuando no existen restricciones en la disponibilidad de forraje, Beretta y Simeone (2008) asociaron las bajas ganancias de novillos en pastoreo de verdes a un consumo de materia seca insuficiente explicado por el alto contenido de humedad y bajo tenor de fibra, además del desbalance energía-proteína, esto último determina un incremento en el contenido de nitrógeno amoniacal en el rumen, éste difunde a través de las paredes ruminales y es eliminado bajo la forma de urea en la orina. Si bien el exceso de amoníaco puede ser eliminado, dicho proceso requiere de energía que el mismo autor reporta es equivalente a la energía necesaria para ganar 20 g/día. Sumado a ello se desencadena una serie de trastornos metabólicos y fisiológicos que se traduce en ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse para un forraje de tan alta digestibilidad (calidad) como son los verdes durante el primer aprovechamiento. En el presente experimento, el desbalance energía-proteína que ocurre normalmente en estas pasturas no ocurrió con la magnitud normal, es por esto que se habrían obtenido ganancias superiores a las esperadas en los animales testigos sin suplementación.

### 5.2.2 Respuesta a la suplementación en la GMD

La respuesta observada a la suplementación con sorgo confirma la hipótesis planteada. Para una serie de experimentos realizado en otoño durante el período comprendido por los años 2001 al 2004, novillos en terminación pastoreando verdes de invierno, suplementados con grano de sorgo molido a razón del 1% PV, se obtuvieron ganancias promedio de 1,280 kg/animal/día trabajando en baja o alta carga, en un periodo de 70-80 días (Beretta y Simeone, 2008).

Los animales suplementados con grano molido de sorgo registraron GMD en el entorno de 1.300 kg/día, evidenciando una diferencia de 0.380

kg/día con respecto a los no suplementados (cuadro No. 8). Resultados similares fueron obtenidos por Beretta y Simeone (2008).

Buono et al. (2005), reportaron ganancias de novillos pastoreando avena con una asignación de forraje del 2.5% y suplementados con sorgo grano húmedo de 0.884 y 0.831 kg/animal/día para niveles de suplementación 0.5 y 0.6% del peso vivo respectivamente mientras que el testigo sin suplementación obtuvo una ganancia de 0.690 kg/animal/día arrojando una respuesta a la suplementación de 0.167 kg/animal/día. Carriquiry et al. (2002) suplementando novillos al 1% del PV con grano de maíz, pastoreando avena en otoño al 2.5% el peso vivo, obtuvieron ganancias de 1.451 y 1.276 kg/animal/día para animales suplementados con grano molido y entero respectivamente y 0.316 kg/animal/día para el tratamiento testigo sin suplementación. La respuesta a la suplementación fue de 1.048 kg/animal/día. Bartaburu et al. (2003) alcanzaron ganancias medias de 1.305 y 1.252 kg/animal/día para animales suplementados al 1% del PV con grano molido y entero respectivamente pastoreando avena al 2.5% de asignación de forraje mientras que el tratamiento testigo obtuvo una ganancia media diaria de 0.873 kg/animal/día, por lo que la respuesta a la suplementación fue de 0.406 kg/animal/día. Los datos presentados anteriormente concuerdan con los obtenidos en el experimento donde la suplementación permite aumentar las ganancias en caso de trabajar con asignaciones de forraje restringidas.

El consumo de materia seca de forraje fue igual (cuadro No. 9) en los tres tratamientos explicado por la asignación de forraje restringida. El agregado de suplemento tiene como consecuencia un mayor consumo de MS, de energía total y nutrientes que explican las mayores GMD a favor de los animales suplementados (Méndez y Davies, 2003).

Los valores de tasa de sustitución encontrados fueron mínimos siendo 0.093 kg MS de forraje/kg MS de suplemento para suplementación diaria y 0.17 kg de MS de forraje/kg MS de suplemento para autoconsumo, debido a que en el presente experimento la asignación de forraje fue restringida, el consumo de MS forraje no se vio modificado, lo que determinó que el consumo de suplemento se adicionara al de forraje en una alta proporción, aumentando el consumo total de MS.

Cangiano (1997) sostiene que el consumo y ganancia de peso de los animales en pastoreo a los que además se les suministra un suplemento, está influenciado tanto por limitaciones nutricionales y/o estructurales de la pastura y por el comportamiento animal. Los animales suplementados disminuyen su

esfuerzo por pastorear y reducen el consumo de forraje aunque la cantidad sea escasa y limita el consumo (efecto de sustitución).

Por otro lado, Vaz Martins (1996), dice que hay una relación directa con la cantidad de forraje asignado, donde por debajo de asignaciones de forraje de 1.5% PV, el efecto de sustitución es mínimo.

French et al. (2001), trabajando con novillos en pastoreo en otoño, con niveles de suplementación del 0 y 0,9% del PV (ofrecido individualmente) y de asignación diaria de forraje de 2.1% PV obtuvieron una tasa de sustitución de 0.43 kg MS forraje/kg MS concentrado.

Las eficiencias de conversión del suplemento (consumo de suplemento/kg de PV adicional respecto al testigo) para los tratamientos del presente experimento fueron 10.33 para diarios y 9.87 para autoconsumo, valores que se encuentran por encima de los esperados, para novillos pastoreando con verdes con oferta de forraje restringida. Carriquiry et al. (2002) trabajando con novillos de 330 kg de PV sobre una avena y suplementado con grano entero de maíz reportan una eficiencia de conversión de 4.6 kg grano/kg PV para una asignación de 2.5% PV.

Risso et al. (1991) reportaron eficiencias de conversión, trabajando con novillos de 215 kg manejados al 1.5% de asignación, en raigrás y trébol rojo suplementados al 0.93 %PV con sorgo de 5:1.

Damonte et al. (2004), trabajando con novillos pastoreando raigrás al 2.5% de asignación de forraje suplementados al 1% del PV con grano de maíz, obtuvieron eficiencias de conversión de 8 y 7.6 kg grano/kg de PV para grano entero y molido respectivamente.

Méndez y Davies (2001) suplementando novillos con maíz al 1 %PV, manejados sobre verdes a 2,2% de asignación de forraje reportaron eficiencias de conversión variables, oscilando entre 6 y 9 kg grano/ kg PV, similares a las encontradas por Ustarroz y De León (s.f.).

Al restringir la asignación de forraje, la eficiencia de conversión se ve favorecida posiblemente por una menor tasa de sustitución de forraje por grano. Vaz Martins (1997) menciona que en situaciones de pastura limitante el objetivo en lo posible es evitar la sustitución de forraje, aumentando la eficiencia de conversión del suplemento. En el experimento analizado, la tasa de sustitución no fue alta, pero los testigos obtuvieron altas ganancias de peso vivo con

relación a lo esperado, lo que provocó una menor respuesta a la suplementación y consecuentemente peor eficiencias de conversión del concentrado.

### 5.2.3 Respuesta a la forma de suministro del suplemento (diario vs. autoconsumo)

La forma de suministro no afectó la respuesta a la suplementación ya que las ganancias de ambos tratamientos (1,32 vs. 1,26 kg/animal/día para diarios y autoconsumo, respectivamente) no fueron diferentes estadísticamente. El consumo total de materia seca tampoco mostró diferencias (12 vs. 11.36 kg/animal/día para diarios y autoconsumo). Este resultado corrobora la hipótesis planteada en cuanto a que la respuesta a la suplementación sería independiente de la forma de suministro

La suplementación utilizando comederos de autoconsumo plantea la incertidumbre en cuanto a si los consumos de MS serían diferentes según la forma de suministro del suplemento. En el presente trabajo, el consumo de promedio diario de suplemento no difirió entre ambos métodos (3,85 vs. 3,39 kg/animal/día para diarios y autoconsumo, respectivamente), lográndose a través del uso de la sal el control del consumo de suplemento aun cuando este se encontraba disponible a voluntad. No obstante, es importante analizar la variabilidad entre semanas y días asociada a dicho consumo.

Tanto el efecto de la semana como la interacción semana por tratamiento, no fueron significativos para el tratamiento diario, mostrando un consumo relativamente estable a lo largo del experimento, en promedio de 0,83% PV. En cambio sí fue significativo para el tratamiento de autoconsumo (figura No. 11). Durante las primeras 7 semanas el consumo fue menor al 1% aumentando en las últimas semanas por encima al 1%, lo que en promedio dio un consumo de 0.97% de PV. Según Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013), dicho comportamiento puede estar relacionado al acostumbamiento de los animales al consumo de sal.

En el trabajo de Algorta et al. (2015) el consumo de suplemento fue de 0.58% del PV en terneros pastoreando avena al 2.5 y 5% de asignación de forraje para el tratamientos de autoconsumo cuando el deseado era del 1% del PV, independientemente de las semanas consideradas. Contrariamente a lo ocurrido en el experimento de Algorta et al. (2015), donde la sal tuvo un efecto de sobrerregulación; Blasina et al. (2010), no lograron restringir el consumo de suplemento en el nivel deseado de 1% para terneras pastoreando campo

natural en invierno (1.36% del peso vivo) utilizando 11% de sal en el suplemento. Sin embargo los consumos no resultaron exagerados y de esta manera las terneras no presentaron trastornos metabólicos como acidosis subclínicas que podrían afectar las ganancias.

A modo de síntesis de los resultados expuestos, se puede observar que la sal como regulador del consumo no es exacta, presentando variaciones dependiendo de factores tales como la edad del animal, el tipo de suplemento y características de la base forrajera (Beretta y Simeone, 2013).

La variación en el consumo de suplementos entre días dentro de la semana de permanencia en la parcela de pastoreo no fue significativa para el tratamiento de suplementación diaria, teniendo un comportamiento estable a lo largo de la semana. Sí existieron diferencias significativas para el tratamiento de autoconsumo, donde los primeros dos días de la semana el consumo del suplemento fue significativamente inferior (figura No. 8) al tratamiento diario y al consumo observado en autoconsumo durante los días 3 a 7, los cuales se igualan con los consumos del tratamiento diario. El consumo dispar de concentrado en los primeros días de ocupación de la parcela se debería a una mayor preferencia por el forraje, a medida que disminuye la disponibilidad de éste, aumenta el consumo de concentrado (figura No. 9) Si bien la asignación de forraje fue del 2.5%, al trabajar con franjas semanales, en el día 1 de ingreso a la franja, la asignación de forraje sería de 17.5% PV. Esta respuesta difiere de la obtenida por Cepeda et al. (2005) trabajando con terneros pastoreando raigrás con una asignación de 2.5% PV, reportan que el consumo de grano entero de maíz por parte del tratamiento de autoconsumo no presentó grandes variaciones entre días al avanzar el tiempo de ocupación de la parcela de pastoreo.

### 5.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

La suplementación afectó el tiempo destinado por los animales al pastoreo, siendo menor el tiempo de pastoreo para los tratamientos suplementados. La forma de suministro presentó diferencias significativas en cuanto a visita a comedero donde el tratamiento SD visitaron el comedero mayormente en las primeras horas de la mañana coincidiendo con la hora de suministro. En este momento es cuando se da la mayor parte de consumo de suplemento a diferencia del tratamiento AC. En cuanto a la rumia, los tratamientos T y SD no presentaron diferencias significativas, siendo superior al tratamiento AC. Un comportamiento inverso al pastoreo se observó en el tiempo dedicado al descanso.

Para la actividad de pastoreo se registró una interacción tratamiento por día dentro de la semana. Donde los tratamientos suplementados dedicaron menos tiempo de pastoreo que los tratamientos testigo, mostrando un aumento de la actividad en las últimas horas del día (16 a 18 hs.). A su vez se puede ver como el pastoreo en el correr del día para los tratamientos de autoconsumo y diario, aumenta desde la mañana hasta la tarde a medida que disminuye el forraje. Esta respuesta, es coincidente con lo citado por Hodgson (1990), Chilbroste (1998b), quienes reportan que, cuando la altura del forraje disminuye, también lo hace el peso de bocado, por consiguiente el consumo puede ser compensado por un aumento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocado. Este último parámetro no se vio afectado de manera significativa en el presente experimento, no siguiendo el comportamiento mencionado por los autores.

Coincidente con Blasina et al. (2010), quienes trabajaron con terneras sobre campo natural con carga fija (1,4 terneras/ha para cada tratamiento) el patrón de pastoreo fue afectado por la suplementación ya que los testigos dedicaron mayor tiempo al pastoreo que los animales suplementados. Riquelme y Pulido (2008) trabajando con vacas lecheras sobre praderas de raigrás perenne con una asignación de forraje de 6,7 kg MS/ 100 kg de PV reportaron que, cuando las vacas en pastoreo reciben suplementos, el consumo de MS de pradera generalmente disminuye, al igual que el tiempo de pastoreo. Cepeda et al. (2005) concluyeron que el tiempo destinado al pastoreo promedio fue afectado negativamente por la suplementación tanto en suplementación diaria como en comederos de autoconsumo, siendo mayor el tiempo de pastoreo cuando los animales no son suplementados, lo que conlleva a un menor consumo de forraje de los animales suplementados. Rovira y Velazco (2012), en sistemas de suplementación con comederos de autoconsumo reportaron una correlación alta y negativa ( $r^2 = -0,77$ ) entre el tiempo de consumo de ración y el tiempo de pastoreo. Aquellos animales que pasaban más tiempo consumiendo ración eran los que pasaban menos tiempo pastoreando durante el día.

Blasina et al. (2010) sostienen que la actividad de pastoreo es la que insumió más tiempo a los animales y registraron diferencias significativas entre tratamientos, siendo mayor la actividad de pastoreo en los animales sin suplementación que en los suplementados. Berasain et al. (2002) también muestran un menor tiempo de pastoreo en animales suplementados.

Los datos obtenidos coinciden con los presentados ya que la suplementación incidió negativamente en el tiempo dedicado al pastoreo. Al

tratarse de una asignación de forraje restringida, el consumo final de MS de forraje no presentó diferencias significativas entre tratamientos (cuadro No. 9).

El método de suplementación también tuvo influencia en el tiempo de pastoreo siendo mayor en los suplementados diariamente en comparación con los suplementados con autoconsumo. Si bien estadísticamente no hubo diferencias en el consumo de suplemento, los suplementados diariamente consumen una mayor cantidad de suplemento (3,85 vs. 3,39 kg de sorgo molido para diarios y autoconsumo respectivamente).

En el caso del tratamiento de autoconsumo, el tiempo dedicado al consumo de suplemento a lo largo del día mostró un comportamiento uniforme. Dicho comportamiento está explicado por la inclusión de sal en el suplemento, el cual limita el consumo voluntario, como consecuencia, los animales deben distribuir el consumo total a lo largo del día. Mientras que el tratamiento donde se suministra la ración diariamente, donde no se incluye sal en la misma, y donde se aseguró que el frente de ataque de los comederos permita el consumo de todos los animales al mismo tiempo (Mac Loughlin, 2005), se vio como el tiempo dedicado al consumo de suplemento se concentró en las primeras horas de la mañana (73% del tiempo).

En el caso de los animales de los tratamientos suplementados diariamente, el período de pastoreo de las primeras horas de la mañana fue menor, debido al tiempo dedicado al consumo de la ración, observándose un marcado aumento en la actividad de pastoreo en las últimas horas de la tarde (figura No. 11), manteniéndose este comportamiento a lo largo de la semana. Los animales suplementados con autoconsumo, presentaron un comportamiento más irregular, la actividad de consumo era menor en los dos primeros días, coincidente con el ingreso a la nueva franja de pastoreo. Algorta et al. (2015) reportan que los animales suplementados diariamente visitan el comedero mayormente en las primeras horas de la mañana consumiendo en ese momento la totalidad del suplemento, comportamiento que se repite a lo largo de las semanas, mientras que en los suplementados por medio de autoconsumo, presentan una distribución más homogénea a lo largo del día. Ambos comportamientos se relacionan a la forma de suministro del suplemento. Estos resultados son consistentes con los observados en el presente trabajo.

La proporción de tiempo destinada a la rumia fue estadísticamente igual para el tratamiento testigo y los suplementados diariamente, mientras que el tratamiento suplementado por medio de autoconsumo arrojó diferencias significativas. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Adams,

citado por Berasain et al. (2002) donde se concluye que la rutina de suplementación no afectaría el tiempo de pastoreo, de rumia y descanso.

En cuanto a tasa de bocado, se encontraron diferencias significativas en el tratamiento autoconsumo, observándose una mayor tasa de bocado en el día dos en comparación con los días cuatro y seis. Esto no coincide con Cangiano (1997) quien reporta que la tasa de bocado aumenta cuando disminuye la biomasa y la altura de la pastura. Forbes, citado por Cangiano (1997) no encontró relación entre tasa de bocado y biomasa mientras que Hodgson (1990) no encontró relación entre biomasa y altura con tasa de bocado.

Según Berasain et al. (2002), la suplementación provocó una disminución en la tasa de bocado lo cual no coincide con los resultados obtenidos en el presente trabajo. La suplementación con concentrados a animales en pastoreo no afecta la tasa de bocado, pero si reduce el tiempo de pastoreo (Bargo, 2003), ésto coincide con lo analizado en el presente experimento.

#### 5.4 CALIDAD DE CANAL Y CARNE

En el peso de canal, no existieron diferencias entre tratamientos (cuadro No. 10), coincidiendo con los resultados de Beriau et al. (2007), donde se evaluaron novillos en terminación, 120 días a corral, con suplementación energética con un promedio de 274,4 kg de canal, novillos pastoreando avena 40 días a 5% AF suplementado al 1% de PV y 80 días a corral, con un promedio de 271 kg de canal, novillos pastoreando 80 días y 40 días a corral en mismas condiciones dando un promedio de 263.6 kg de canal y por último se comparó novillos pastoreando avena 120 días a 5% AF y suplementados al 1% PV con un promedio de 263,1 kg de canal.

En lo que al rendimiento de canal respecta, los animales alimentados a pasto o una dieta muy voluminosa, genera un mayor peso del contenido del tracto digestivo lo que se traduce en un menor rendimiento de canal. En el presente trabajo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los animales suplementados y aquellos que únicamente pastoreaban, ya que cuanto mayor sea la calidad del forraje y menor su nivel de fibra como en el caso de la avena, las dietas basadas en forraje generan velocidades de engrasamiento, pesos y rendimientos de reses similares a dietas basadas en altos niveles de concentrados, lo cual permitirá faenar un animal más joven (Davies y Méndez, 2006).

El peso del corte pistola, no presentó diferencias significativas entre tratamientos, coincidiendo con los datos recabados por Bidegain et al. (2007), quienes no obtuvieron diferencias significativas entre animales suplementados y aquellos que únicamente pastoreaban.

Respecto al AOB, no existieron diferencias significativas entre tratamientos (cuadro No. 13), Bartaburu et al. (2003), registraron una superioridad de los tratamientos suplementados con concentrados respecto a los animales que únicamente pastoreaban, lo que no concuerda con los resultados obtenidos en el experimento analizado en el presente trabajo.

El EGS, no presentó diferencias significativas entre tratamientos (cuadro No. 12), contrariamente a lo reportado por Vaz Martins (2005) quien indica que la cantidad de grasa subcutánea está estrechamente relacionada con la tasa de crecimiento. Esta es generalmente superior cuando los animales son alimentados con dietas de mayor concentración energética. Bidegain et al. (2007) trabajando con novillos en terminación pastoreando verdeos de invierno al 5% de asignación de forraje suplementados con grano de sorgo molido obtuvieron mayores EGS en aquellos animales suplementados respecto a los testigos sin suplementación.

El color, es una de las características sensoriales más importantes a la hora de decidir la compra de la carne, la mioglobina es el principal responsable de la coloración de la carne, pero también la grasa intramuscular y el pH son importantes (Bavera, 2005)

Los animales suplementados, tienen un mayor contenido de grasa intramuscular asociados al ritmo de ganancias y ésta aporta una mayor luminosidad respecto a los animales alimentados exclusivamente a forraje ya que estos tienen una mayor deposición de carotenoides que dan a la grasa una coloración más amarilla (Depetris y Santini, 2000).

El pH, es una característica importante ya que influye en varios factores de la calidad de carne como el color y la ternura. El pH de la carne está influenciado por la tasa de descenso y el pH final que alcance la carne. No hubo diferencias significativas en pH entre tratamientos (cuadro No. 12). Estos resultados, concuerdan con los obtenidos por Damonte et al. (2004), Bidegain et al. (2007), quienes no registraron diferencias entre tratamientos suplementados con concentrados y tratamientos que pastoreaban únicamente, Ferreira et al. (2002), quienes obtuvieron similares valores de pH comparando animales sin suplementación con animales suplementados con heno *ad libitum*.

Esto sugiere que el nivel de energía en la dieta de todos los tratamientos fue suficiente para asegurar una adecuada reserva de glucógeno lo que permitió un correcto descenso del pH en la carcasa pos faena (Depetris y Santini, 2000).

Depetris y Santini (2000) reportaron que animales a los que se le suministra concentrados energéticos permiten incrementar el ritmo de ganancias de peso previo a la faena, dichas altas ganancias producen una mayor velocidad de recambio proteico a nivel muscular y actividad de las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares y por lo tanto se logra una mayor terneza. Un aumento de las ganancias también mejora el nivel de engrasamiento, aspecto favorable a la hora de evaluar la terneza ya que el grado de marmoreado puede explicar variaciones en la terneza explicado porque la grasa presenta una menor fuerza de corte respecto al músculo. Estos factores pueden estar influenciados por la alimentación otorgada (Depetris y Santini, 2000).

Para los todos los factores analizados anteriormente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ya que los animales suplementados (diariamente o mediante el uso de comederos de autoconsumo) y testigos cuya dieta estaba compuesta únicamente por forraje (avena) no tuvieron diferencias a la hora de realizar el análisis estadístico, a excepción de la variable peso a faena.

## 6. CONCLUSIONES

La suplementación energética a razón del 1% del peso vivo, mejora la GMD de novillos en terminación pastoreando avena en asignación de forraje restringida (2.5%). Esta respuesta se obtiene independientemente de la forma de suministro del concentrado. Novillos suplementados en autoconsumo con sorgo molido mezclado con NaCl a razón de 10 % MS como forma de limitación del consumo al 1% cumplió con el objetivo previamente establecido.

La forma de suministro de suplemento (diariamente o en comedero de autoconsumo), no afecta a la eficiencia de conversión.

La suplementación es un factor que afecta la relación pastura-animal-suplemento, modificando la actividad de pastoreo. La forma de suplementación altera el patrón diariamente de consumo de suplemento.

La suplementación independiente de la forma de suministro mejora el peso a la faena de novillos pastoreando avena en asignación de forraje restringida. En el presente trabajo no se registraron diferencias en otros factores de canal (rendimiento, EGS y AOB), peso de los cortes, o calidad de carne (color y pH).

## 7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado entre el 1 de junio y el 17 de setiembre de 2015, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), ubicada en el departamento de Paysandú, Uruguay. El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con grano de sorgo y la forma de suministro del mismo, sobre la ganancia de peso vivo (PV) y la eficiencia de conversión en novillos pastoreando verdeos de invierno con oferta de forraje restrictiva. Se utilizaron 30 novillos Hereford castrados al nacimiento, los cuales fueron distribuidos completamente al azar en 3 tratamientos y 3 manejos de la suplementación (testigo sin suplementación; suplementación diaria; o suplementación utilizando comederos de autoconsumo). La suplementación diaria fue realizada con sorgo molido a razón de 1% de PV, mientras que para la suplementación en comederos de autoconsumo y oferta *ad libitum*, el concentrado fue mezclado con sal (NaCl) al 10%, con el objetivo de ajustar el consumo al mismo nivel que en el suministro diario. La performance animal, medida como ganancia media diaria de peso, no fue afectada por la forma de suplementación ( $p=0.690$ ); en tanto los animales suplementados tuvieron mayores ganancias que los testigos sin suplementación ( $p=0.05$ ). La forma de suministro del suplemento no afectó el consumo total de MS ( $p>0,05$ ), ni la eficiencia de conversión del suplemento ( $p>0,05$ ), aceptando una de las hipótesis planteadas. En relación al comportamiento, la probabilidad de encontrar un animal pastoreando fue mayor en el tratamiento testigo que en los suplementados ( $p<0.05$ ). En cuanto a la probabilidad de rumia, se constataron efectos significativos ( $p<0,05$ ). En relación al patrón diario de comportamiento, se observó una leve tendencia de aumento del tiempo de pastoreo en el correr del día, no encontrándose el pico de pastoreo teórico al amanecer. En cuanto a los parámetros determinados al momento de la faena, el peso vivo a la faena presentó diferencias significativas entre animales suplementados y no suplementados ( $p=0.0653$ ); mientras que en los parámetros de calidad de canal y carne no existieron diferencias significativa entre tratamientos.

Palabras clave: Novillos en terminación; Bovinos de carne; Verdeos de invierno; Asignación de forraje; Suplementación; Autoconsumo; Calidad de carne y canal.

## 8. SUMMARY

The present work was carried out between 1<sup>st</sup>. june, 2015 and 17<sup>th</sup>. september, 2015, at the "Mario Cassinoni Experimental Facility" (EEMAC), which is located in the Department of Paysandú, Uruguay. The objective was to evaluate the effect of supplementation with grain sorghum and the way of supplying it, on the improvement of light weight (PV) and the efficiency of conversion regarding heifers grazing in winter in fields of restrictive fodder. There were used 30 Hereford heifers who had been castrated at birth, and who were distributed completely at random in 3 treatments and 3 uses of supplementation (sample without supplementation; daily supplementation; or supplementation using troughs of selfconsumption). The daily supplementation was done with milled sorghum in the ratio of 1% of PV, whereas for the supplementation in troughs of selfconsumption, the concentrated amount was mixed with salt (NaCl) at 10%, with the objective of adjusting the consumption at the same level. The animal performance, measured as daily available improvement of weight, was not affected by the way of supplementation ( $p=0.05$ ). With respect to the way of supplementation there were not any significant differences concerning the total consumption of MS ( $p>0,05$ ). The efficiency of conversion of the supplement did not establish any significant differences between treatments ( $p>0,05$ ), being accepted one of the hypothesis proposed; however it is proposed that the non-significant differences having been found may have an effect on the economic result of a production system. In relation to the behaviour, the probability of finding an animal grazing was higher concerning the sample treatment than in the supplemented ones ( $p<0,05$ ). With respect to the daily pattern of behaviour, it was noticed a light trend of time increasment of grazing during the day, and was not found the theoretical rush figure of grazing at dawn. With respect to the parameters established at the moment of slaughter, the live weight at the slaughter showed significant differences between supplemented animals and non-supplemented ones ( $p=0.0653$ ); whereas in the parameters of quality of dressed carcass and meat there did not exist any significant differences between treatments.

Key words: Steers termination; Beef cattle; Winter grass; Forage asignation; Supplementation; Self-feeding system; Meat quality and carcass.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

1. Algorta, B.; Iruleguy, G.; López, I. 2015. Evaluación del uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de terneros en condiciones de oferta contrastante. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
2. Alden, W. G.; Whittaker, I. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Crop and Pasture Science*. 21 (5): 755-766.
3. Allen, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *Journal Australian of Science*. 74 (12): 3063-3075.
4. Antúnez, G. 2015. Efectos sobre el aprovechamiento digestivo y metabólico de la dieta, la actividad fermentativa y el ambiente ruminal. Tesis de Maestría. Montevideo, Uruguay. Facultad de Veterinaria. 40 p.
5. Arelovich, M. 2004. Suplementación proteica invernal. (en línea). In: Jornada Técnica Abierta AACREA (Santa Rosa, La Pampa, AR). La ganadería entre la soja y la cordillera. s.n.t. pp. 1-9. Consultado 9 oct. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_corn\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/13-suplementacion\\_proteica\\_invernal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_corn_nitrogeno_no_proteico/13-suplementacion_proteica_invernal.pdf)
6. Arnold, G. W. 1981. Grazing behavior. In: Morley, F. H. W. ed. *Grazing animals*. Amsterdam, Elsevier. pp. 79-104.
7. Baeck, J. M. 2000. Ganancias de peso otoñales; ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente? (en línea). *Revista Argentina de Producción Animal*. 2 (7): 2-11. Consultado 20 mar. 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/31-ganancias\\_de\\_peso\\_otonales.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otonales.htm)
8. Balbuena, O. 2002. Suplementación de destetes durante su primer invierno y de la vaquilla para primer servicio en el NEA. (en línea). Esperanza, INTA. Colonia Benítez. 7 p. Consultado 16 nov. 2015. Disponible en

[http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/38-suplementacion\\_destete\\_y\\_vaquilla.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/38-suplementacion_destete_y_vaquilla.pdf)

9. Baldi, F.; Mieres, J.; Banchemo, G. 2008. Suplementación en internada intensiva; la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. (en línea). Colonia, INIA. 10 p. Consultado 14 dic. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
10. Bargo, F. 2003. Suplementación en pastoreo; conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. (en línea). Córdoba, UNRC. Facultad de Ciencias Agrarias. 21 p. Consultado 14 nov. 2016. Disponible en <http://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/bargo.pdf>
11. Bartaburu, S.; Cooper, P.; Lanfranconi, M.; Olivera, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.
12. Bavera, G.; Bocco, O. 2001. Carga animal. (en línea). In: Curso Parcial de Producción Bovina de Carne (1º., Río Cuarto, Córdoba, AR). Medición de la producción de carne y balance forrajero. s.n.t. pp. 1-4. Consultado 10 dic. 2015. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/71-carga\\_animal.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/71-carga_animal.pdf)
13. \_\_\_\_\_. 2005. Calidad de la carne. (en línea). In: Curso Parcial de Producción Bovina de Carne (1º., Río Cuarto, Córdoba, AR). Internada. s.n.t. pp. 1-4. Consultado 16 may. 2016. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
14. Berasain, S.; Patrón, L.; Vidart, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.

15. Beretta, V.; Simeone, A. 2008. Suplementación otoñal de novillos en engorde. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10<sup>a.</sup>, 2008, Paysandú, UY). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 24-28.
16. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Elizalde, J. C. 2010. Suplementación de animales de recría utilizando comederos de autoconsumo en sistemas pastoriles. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (12<sup>a.</sup>, 2010, Paysandú, UY). Ganadería a pasto, feedlot e industria frigorífica; ¿es posible una integración de tipo “ganar-ganar” en la cadena de la carne? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 46-55.
17. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2013. Consumo en el autoconsumo. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15<sup>a.</sup>, 2013, Paysandú, UY). Simplificando la intensificación ganadera; el autoconsumo. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 48-51.
18. Beriau, M.; Iriarte, J.; Tucci, D. 2007. Evaluación de diferentes alternativas de terminación-suplementación y engorde a corral sobre la performance animal y la calidad de canal y carne de novillos Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
19. Bianchi, J. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso en novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
20. Bidegain, I.; García Pintos, F.; Maisonave F.; Trajtenberg, G. 2007. Potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdeos de invierno; efecto sobre la tasa de ganancia, características de canal y calidad de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
21. Blaser, R. E.; Bryant, H. T.; Carter, R. C.; Hammes, R. C.; Macleod, N. H.; Ward, C. Y. 1959. Animal performance and yields with methods of utilizing pasturage. *In*: Symposium on Forage Evaluation (7<sup>th.</sup>, 1959, Virginia, EEUU). Proceedings. Agronomy Journal. 20: 238-242.

22. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Fontenot, J. P. 1970. Effect of grazing management on animal and area output. *In*: Annual Meeting of the American Society of Animal Science (60<sup>th</sup>., 1968, Stillwater, PK). Proceedings. Journal of Animal Science. 12: 153-158.
23. Blasina, M.; Piñeyrúa, A.; Renau, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p. Consultado 13 may. 2016. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2010/3619bla.pdf>
24. Borrajo, C. I.; Barbera, P.; Bendersky, D.; Fernández, J.; Maidana, C.; Pizzio, R. M.; Ramírez, M.; Ramírez, F.; Zapata, P. 2011. Verdeos de invierno en Corrientes. (en línea). Mercedes, INTA. 40 p. (Serie Técnica no. 49). Consultado 11 may. 2016. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/inta-verdeos-de-invierno-en-corrientes.-serie-tecnica-49>
25. Brouk, M. 2012. Valor alimenticio del grano y forraje de sorgo en las dietas de bovinos para producción de carne. (en línea). Kansas, Universidad Estatal de Kansas. Departamento de Ciencias Animales e Industria. 12 p. Consultado 22 nov. 2015. Disponible en [https://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Feeding value of Sorghum Beef Spanish Version Final.pdf](https://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Feeding%20value%20of%20Sorghum%20Beef%20Spanish%20Version%20Final.pdf)
26. Buono, J.; Cash, L.; Vago, I. 2005. Efecto de la frecuencia de suplementación con sorgo grano húmedo en la performance y terminación de novillos pastoreando avena. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
27. Calsamiglia, S.; Ferret, A. 2002. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva; acidosis y meteorismo. (en línea). *In*: Curso de Especialización FEDNA (18° ., 2002, Bellaterra, Barcelona, ES). Patología digestiva; acidosis y meteorismo. s.n.t. pp. 97-115. Consultado 20 oct. 2015. Disponible en <http://www.montanba.com.ar/download/37074/fisi.pdf>
28. Cammell, S. B.; Beever, D. E.; Thomson, D. J.; Austin, A. R.; Losada, H. R.; Evans, R. T.; Spooner, M. C.; Terry, R. A. 1983. Energy and

protein digestion, supply and utilization on two contrasting forages fed to growing steers. *Animal Production*. 36(6): 501-510.

29. Cangiano, C. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
30. Carriquiry, J.; García, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.
31. Caton, J. S.; Dhuyvetter, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants, requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75(2): 533-542.
32. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p. Consultado 8 mar. 2016. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2005/3334cep.pdf>
33. Chacon, E. A.; Stobbs, T. H.; Dale, M. B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. *Crop and Pasture Science*. 29 (1): 89-102.
34. Chase, C. C.; Hibberd, C. A. 1987. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. *Journal of Animal Science*. 65: 557-566.
35. Chilbroste, P. 1998a. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I. Predicción del consumo. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 8 p.
36. \_\_\_\_\_. 1998b. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; II. Balance de nutrientes. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 10 p.
37. Chiossone, J.; Renaud, A.; Vicini, R. 2014. Verdeos de invierno. (en línea). Formosa, INTA. 4 p. Consultado 19 oct. 2015. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/verdeos-de-invierno-2014>

38. Cozzolino, D. 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. Montevideo, INIA. 4 p. (Serie Técnica no. 110).
39. Damonte, I.; Irazábal, G.; Reinante, R.; Shaw, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance animal de novillos pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 151 p.
40. Davies, P.; Méndez, D. 2006. Calidad bovina; estrategias de suplementación y calidad de producto. (en línea). Buenos Aires, INTA. General Villegas. 233 p. Consultado 14 mar. 2016. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
41. De León, M. 2005. La intensificación de la ganadería y la calidad de la carne. (en línea). Córdoba, INTA. Manfredi. 4 p. Consultado 15 ene. 2016. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
42. Depetris, G.; Santini, F. 2000. Calidad de carne asociada al sistema de producción. (en línea). Buenos Aires, INTA. Balcarce. 8 p. Consultado 14 mar. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/63-calidad\\_carne.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/63-calidad_carne.pdf)
43. Domanski, C.; Giorda, L. M.; Feresin, O. 1997. Composición y calidad del grano de sorgo. EEA INTA Manfredi. Cuaderno de Actualización. 7: 47-50
44. Du, Y.; Combellas, J.; Hodgson, J.; Baker, R. D. 1979. Herbage intake and milk production by grazing dairy cows 2. The effects of level of winter feeding and daily herbage allowance. Grass and Forage Science. 34 (4): 249-260.
45. Elizalde, J. C.; Santini, F. J. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el período otoño-invierno. INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 104. 27 p.
46. \_\_\_\_\_. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. In: Reunión Ganadera de la Zona Semiárida (5ª., Jornada de Actualización Técnica (5ª., 1993, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA/UNMP. pp. 7-12.

- 47.\_\_\_\_\_.; Santini, F. 2001. Suplementación con grano en la producción de carne en pastoreo. In: Curso de Suplementación y Engorde a Corral Integrados a Sistemas Pastoriles (2001, Balcarce). Textos. Balcarce, UNMP/INTA EEA Balcarce. p. 101.
- 48.\_\_\_\_\_. 2003a. Consideraciones técnicas y económicas en la alimentación de vacunos. Balcarce, UNMP. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA. s.p.
- 49.\_\_\_\_\_. 2003b. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 9 p. Consultado 20 dic. 2015 Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- 50.\_\_\_\_\_.; Montiel, D. 2004. Valor nutritivo y económico del grano de sorgo comparado con el maíz. (en línea). Balcarce, Buenos Aires, INTA. 3 p. Consultado 5 oct. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/36-comparacion\\_granos\\_maiz\\_sorgo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/36-comparacion_granos_maiz_sorgo.pdf)
- 51.Fernández, E.; La Manna, A.; Mieres, J.; Banchero, G.; Vaz Martins, D. 2005. Efecto de la frecuencia de suplementación en novillos y corderos pastoreando pradera sin restricción de forraje. In: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA pp. 54-57 (Actividades de Difusión no. 406).
- 52.Ferrari, O. 2014. Recría; una actividad que recobra importancia. (en línea). s.n.t. 4 p. Consultado 23 oct. 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/55-Recria.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/55-Recria.pdf)
- 53.Ferreira, E.; Figares, C.; Rodríguez, J. 2002. Efecto de la suplementación con heno sobre verdes de invierno en el engorde de novillos Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 157 p.
- 54.French, P.; O'Riordan, E. G.; O'Kiely, P.; Caffery, P. J.; Moloney, A. P. 2001. Intake and growth of steers offered different allowances of autumn grass and concentrates. *Animal Science*. 72(1): 129-138.

55. Grígera, J. M.; Rearte, D.; Santini, F. J. 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1<sup>a</sup>, 2003, Balcarce). Calidad de carne y canal. Revista Argentina de Producción Animal. 23(3): 31-37. Consultado 12 ene. 2016. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/capacita/act\\_ganad.htm](http://www.inta.gov.ar/balcarce/actividad/capacita/act_ganad.htm).
56. Guevara-Garay, L. A.; Gómez-Botero, J. C.; Ávila-Londoño, L. E. 2012. Frecuencia de suplementación y pH ruminal en bovinos. (en línea). Revista Veterinaria y Zootecnia. 6 (2): 125-133. Consultado 8 abr. 2016. Disponible en [http://200.21.104.25/vetzootec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=154](http://200.21.104.25/vetzootec/index.php?option=com_content&view=article&id=154)
57. Hardison, W. A.; Reid, T.; Martin, C. M.; Woolfstock, P. G. 1952. Degree of herbage selection by grazing cattle. Journal of Dairy Science. 37 (1): 89-102.
58. Hodgson, J. 1976. The influence of grazing pressure and stocking rate on herbage intake and animal performance. In: Symposium on Pasture; Utilization by the Grazing Animal (8<sup>th</sup>, 1975, Aberystwyth). Proceedings. Nottingham, British Grassland Society. pp. 93-103. (Occasional Symposium no. 8).
59. \_\_\_\_\_; Rachman, S. 1977. Obsessional-compulsive complaints. Behaviour Research and Therapy. 15 (5): 389-395.
60. \_\_\_\_\_; Bircham, J. S.; Grant, S. A.; King, J. 1981. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: Wright, C. E. ed. Plant physiology and herbage production. Nottingham, British Grassland Society. pp. 51-62.
61. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management; science into practice. London, Longman. 203 p.
62. Klein, F. R. s. f. Utilización de praderas y nutrición de vacas en pastoreo. (en línea). Remehue, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigaciones Remehue. 13 p. Consultado 4 mar. 2016. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR30035.pdf>

63. Kloster, A.; Latimori, N. 2001. Suplementación sobre pasturas de calidad. (en línea). Marcos Juárez, INTA. 21 p. Consultado 4 mar. 2016 Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/117-suplementacion\\_bovinos\\_calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/117-suplementacion_bovinos_calidad.pdf)
64. La Manna, A.; Banchemo, G.; Fernández, E.; Mieres, J.; Torres, I.; Vaz Martins, D. 2005. Efecto de la frecuencia de suplementación en novillos y corderos pastoreando praderas sin restricción de forraje. In: Jornada de Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA pp. 54-57 (Actividades de Difusión no. 406).
65. \_\_\_\_\_.; Fernández, E.; Mieres, J.; Banchemo, G.; Vaz Martins, D. 2007. Suplementación infrecuente; ¿es posible trabajar menos y producir lo mismo? (en línea). Montevideo, s.e. 4 p. Consultado 11 mar. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/77-suplementacion\\_infrecuente.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/77-suplementacion_infrecuente.pdf)
66. Lombardo, S. 2012. Asignación de forraje; ¿cuánto pasto hay que ofrecer a los animales? Revista Plan Agropecuario. no. 143: 32-35.
67. Mac Loughlin, R. J. 2005. Suplementación en bovinos; variación en los consumos individuales. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 13 p. Consultado 28 nov. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/41-suplementacion\\_variacion\\_consumos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/41-suplementacion_variacion_consumos.pdf)
68. Mader, F.; Stock, R. 2005. Procesamiento del sorgo para engorde bovino. (en línea). Nebraska, Universidad de Nebraska. 4 p. Consultado 15 oct. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/49-procesamiento\\_sorgo\\_para\\_engorde.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/49-procesamiento_sorgo_para_engorde.pdf)
69. Martínez Marín, A. 2008. Nutrición y calidad de la carne de los rumiantes. (en línea). Córdoba, ES, Universidad de Córdoba. 21 p. Consultado 8 ene. 2016. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/101-nutricion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/101-nutricion.pdf)

70. Méndez, D. G.; Davies, P. 2001. Una especialidad del INTA Villegas. (en línea). *In*: Jornada Demostrativa en la Estación Experimental, Invierno al Verdeo (General Villegas, Buenos Aires, AR). Utilización de verdes invernales. s.n.t. pp. 1-12. Consultado 12 oct. 2015. Disponible en <http://www.inta.gob.ar/unidades/713000/biblioteca-general-villegas>
71. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2003. Calidad de forraje y bajas ganancias de peso otoñales. (en línea). Buenos Aires, INTA. General Villegas. 9 p. Consultado 4 mar. 2016. Consultado 14 set. 2015. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
72. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1995. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
73. Moore, J. 1994. Forage quality, evaluation and utilization, forage quality indices; development and application. Gainesville, American Society of Agronomy. 998 p.
74. Morris, S. T.; Hirschberg, S. W.; Michel, A.; Parker, W. J.; McCutcheon, S. N. 1993. Herbage intake and liveweight gain of bulls and steers continuously stocked at fixed sward heights during autumn and spring. *Grass and Forage Science*. 48 (2): 109-117.
75. Norbis, H. 1991. Factores que influyen sobre el consumo voluntario y la performance animal. *In*: Utilización de pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 33-68.
76. Noro, N.; Vargas, V.; Pulido, R. G.; Wittwer, F. 2006. Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. (en línea). Valdivia, Universidad Austral de Chile. s.p. Consultado 20 mar. 2016. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2006000300005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2006000300005)
77. Pigurina, G. 1994. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de

ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 195-200 (Serie Técnica no. 13).

- 78.\_\_\_\_\_.; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D.; Berretta, E. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. In: Paolino, C. ed. Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Actividades de Difusión no. 129).
- 79.Poppi, D.; Hughes, T.; L'Huillier, P. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In: Nicol, A. M. ed. Livestock feeding on pastures. Christchurch, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional Publication no. 10).
- 80.Pordomingo, A. 1999. Cuando con pasto no alcanza, suplementación sobre verdeos de invierno. (en línea). s.n.t. 3 p. Consultado 8 jun. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/12-cuando\\_con\\_pasto\\_no\\_alcanza.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/12-cuando_con_pasto_no_alcanza.pdf)
- 81.\_\_\_\_\_. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo (en línea). San Luis, INTA. Anguil. 4 p. Consultado 19 nov. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/67-suplementacion\\_con\\_granos\\_en\\_pastoreo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf)
- 82.Riquelme, C.; Pulido, R. G. 2008. Efecto del nivel de suplementación con concentrado sobre el consumo voluntario y comportamiento ingestivo en vacas lecheras a pastoreo primaveral. Archivos de Medicina Veterinaria. 40(3): 243-249.
- 83.Risso, D.; Cibils, R.; Zarza, A. 1989. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. 167 p. (Serie Técnica no. 15).
- 84.\_\_\_\_\_.; Ahuchain, M.; Cibils, R.; Zarza, A. 1991. Suplementación en internadas del litoral. In: Restaino, E.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 51-65 (Serie Técnica no. 15).
- 85.Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 288 p.

86. \_\_\_\_\_.; Velazco, J. I. 2009a. Comparación de la suplementación diaria o en autoconsumo en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Jornada de Divulgación Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres, UY). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 33-43 (Actividades de Difusión no. 591).
87. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009b. Efecto del método de entrega de la ración en el desempeño productivo de novillos sobre praderas. In: Jornada de Divulgación Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres, UY). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 43-50 (Actividades de Difusión no. 591).
88. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012. En las puertas de un nuevo un nuevo período invernal de suplementación. Autoconsumo de raciones con alto contenido de sal. Revista INIA. no. 28: 1-5
89. \_\_\_\_\_. 2014. Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista INIA. no. 36: 7-11. Consultado 12 dic. 2015 Disponible en [http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista\\_INIA\\_36\\_Rovira.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista_INIA_36_Rovira.pdf)
90. Simeone, A.; Beretta, V.; Rowe, J. B.; Baldi, F. 2003. Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. In: Symposium of Recent Advances in Animal Nutrition in Australia (17<sup>th</sup>, 2003, Armidale, NSW). Proceedings. Armidale, New South Wales, University of New England. 1 p. (Recent Advances in Animal Nutrition in Australia v.14).
91. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10<sup>a</sup>, 2008, Paysandú, UY). Manejo nutricional del ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-17.
92. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Suplementación y engorde a corral; cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10<sup>a</sup>, 2008, Paysandú, UY). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 9-23.

93. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2006. Intensificando la producción de carne en invernada; “de la teoría a la práctica”. (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 1-33. Consultado 12 nov. 2015. Disponible en [http://www.fagro.edu.uy/~eemac/dmdocuments/jornadas\\_tecnicas/Jornada\\_Anual\\_de\\_la\\_UPIC\\_2006\\_17-08-06.pdf](http://www.fagro.edu.uy/~eemac/dmdocuments/jornadas_tecnicas/Jornada_Anual_de_la_UPIC_2006_17-08-06.pdf)
94. Stritzler, N. P. 2004. Suplementación de rodeos de cría e invernada en pastoreo en la región del Caldenal. (en línea). San Luis, INTA. Anguil 24 p. Consultado 20 dic. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/21-suplementacion\\_region\\_caldenal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf)
95. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 2011. Tablas de composición de alimentos. Subproductos agroindustriales y pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo. 33 p
96. Ustarroz, E.; De León, M. s.f. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). Córdoba, INTA. Manfredi. 32 p. Consultado 22 oct. 2015 Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/77-pasturas\\_y\\_suplementacion\\_en\\_invernada.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf)
97. Vaz Martins, D. 1996. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. Montevideo, INIA. 121 p. (Serie Técnica no. 96).
98. \_\_\_\_\_. ed. 1997. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. (en línea). Montevideo, INIA. 52 p. (Serie Técnica no. 83). Consultado 10 nov. 2015 Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630291007152242.pdf>
99. Zanoniani, R. A.; Ducamp, F.; Bruni, M. A. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. Facultad de Agronomía. Proyecto Difusión para Todos. Cartilla no. 17. pp. 1-7.

## 10. ANEXOS

### Anexo No. 1. Registros de temperatura media y precipitación para el período y precipitación media histórica por mes

Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)	Fecha	Lluvia (mm)	Temperatura (°C)
6/1/2015	0.5	13.7	7/26/2015	0.3	14.5
6/2/2015	0	14.7	7/27/2015	0.3	16.1
6/3/2015	0	16.9	7/28/2015	0	20.2
6/4/2015	0.3	17.2	7/29/2015	0	19.8
6/5/2015	0	23.1	7/30/2015	0	20.7
6/6/2015	0	24.2	7/31/2015	18	18.2
6/7/2015	0	18.2	8/1/2015	0.3	14.8
6/8/2015	0	15.1	8/2/2015	0	20.4
6/9/2015	0	16.8	8/3/2015	0	16.2
6/10/2015	0	13.7	8/4/2015	0.3	14.8
6/11/2015	0	10.8	8/5/2015	2.8	18
6/12/2015	0	8.3	8/6/2015	4.1	20.6
6/13/2015	0.8	8.9	8/7/2015	1.5	19.8
6/14/2015	0.3	8.9	8/8/2015	0	22.9
6/15/2015	0	8.9	8/9/2015	0	24.8
6/16/2015	0	11.4	8/10/2015	5.1	14.2
6/17/2015	0	10.1	8/11/2015	4.1	10.8
6/18/2015	0	6.1	8/12/2015	100.6	13.2
6/19/2015	0	5.7	8/13/2015	7.1	15.7
6/20/2015	0	7.9	8/14/2015	28.2	13.2
6/21/2015	0	10.7	8/15/2015	1.3	11
6/22/2015	0	10.8	8/16/2015	0.5	11.6
6/23/2015	0	6.9	8/17/2015	66.3	14.6
6/24/2015	0	10.8	8/18/2015	0.3	14.6
6/25/2015	0	17.3	8/19/2015	0.3	10.9

6/26/2015	0	17.7	8/20/2015	0	13.1
6/27/2015	1	19.1	8/21/2015	0	15.1
6/28/2015	0	18.9	8/22/2015	0	16.4
6/29/2015	34.3	16.8	8/23/2015	0	10.9
6/30/2015	0.3	14.9	8/24/2015	0	9.8
7/1/2015	0.3	10.9	8/25/2015	0.3	14.1
7/2/2015	0	11.9	8/26/2015	32.3	16.2
7/3/2015	0.3	9.7	8/27/2015	0.3	14.1
7/4/2015	0	8.3	8/28/2015	0	16.2
7/5/2015	0.3	7.3	8/29/2015	0	21.1
7/6/2015	0	11.8	8/30/2015	0	23.3
7/7/2015	0	9.7	8/31/2015	0	21.4
7/8/2015	0.3	9.9	9/1/2015	0	11.8
7/9/2015	0.3	11.2	9/2/2015	0	11.9
7/10/2015	0.3	14	9/3/2015	0	11.5
7/11/2015	0	14.1	9/4/2015	0	11.4
7/12/2015	1	17.3	9/5/2015	0.3	13.3
7/13/2015	0.3	12.2	9/6/2015	0.3	13.6
7/14/2015	0	9.6	9/7/2015	0.2	14.1
7/15/2015	0	7.4	9/8/2015	1.3	15.6
7/16/2015	0	8.8	9/9/2015	1	14.8
7/17/2015	0	10.3	9/10/2015	0	9.7
7/18/2015	0.3	12.4	9/11/2015	0	7.3
7/19/2015	0	16.8	9/12/2015	0	10.4
7/20/2015	0	9.3	9/13/2015	1.2	14.7
7/21/2015	0.3	5.9	9/14/2015	1.8	16.4
7/22/2015	0	8.3	9/15/2015	3.7	20.6
7/23/2015	0	10.3	9/16/2015	0.1	15.3
7/24/2015	0.3	10.5	9/17/2015	0.2	12.7
7/25/2015	0.3	13			

	Junio	Julio	Agosto	Setiembre
Promedio	55.76	60.64	93.90	99.84

Anexo No. 2. Registro de pesos vacíos y ganancia media diaria promedio individual

		11-6	25-6.	9-7.	23-7.	6-8.	20-8.	3-9.	17-9.	GMD.
		P i.	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	(kg/d)
No.	TRAT.	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	
3700	T	365	364	392	393	413	396	422	443	0.74
3627	T	337	348	388	393	410	381	405	433	0.81
3637	T	380	395	425	440	461	440	473	492	1.05
5453	T	335	365	377	384	396	379	408	424	0.73
3689	T	311	307	338	352	365	339	368	393	0.76
3645	T	334	355	372	381	410	389	416	431	0.9
3629	T	366	357	395	412	429	409	442	472	1.04
8707	T	338	345	362	371	415	383	411	431	0.93
3637	T	380	395	442	453	484	462	494	524	1.36
3692	T	330	315	350	364	380	360	382	401	0.75
3607	AC	380	405	446	461	483	485	524	532	1.53
3615	AC	342	367	401	412	432	432	455	468	1.22
3636	AC	333	368	384	407	422	426	442	463	1.21
3641	AC	338	349	363	376	394	400	412	427	0.91
3651	AC	366	396	423	443	462	463	493	504	1.35
3696	AC	311	352	380	400	411	399	438	450	1.25
3690	AC	352	380	410	427	460	456	493	500	1.51
3665	AC	376	400	426	449	465	472	500	508	1.34
3650	AC	360	396	427	452	467	451	472	477	1.09
3670	AC	320	332	352	372	396	398	421	426	1.15
3601	D	337	355	378	399	412	409	447	457	1.2
3608	D	325	352	376	407	431	427	461	480	1.54
3622	D	359	395	420	447	460	448	488	522	1.45
3644	D	370	404	428	453	469	455	483	502	1.2
5452	D	346	342	384	406	430	418	456	476	1.37
3611	D	377	415	447	467	486	472	508	534	1.41
3647	D	325	364	392	405	431	423	445	471	1.31
3658	D	350	375	399	427	439	426	457	486	1.24
3697	D	325	332	359	373	397	387	435	447	1.26
3714	D	354	375	409	414	421	430	452	464	1.04

Anexo No. 3. Resumen estadístico de cada variable

Pastura y consumo de forraje y suplemento MS

Disponibilidad entrada MS de forraje

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	21	9.71	0.0010
Semana	6	21	161.86	<.0001
Trat.*Semana	12	21	2.55	0.0291

Efecto tratamiento por semana

Tratamiento	Semana	Estimate	
TESTIGO	1	3981.00	CDEF
DIARIO	1	3981.00	CDEF
AUTOCONS.	1	3981.00	CDEF
TESTIGO	2	5269.00	BC
DIARIO	2	5269.00	BC
AUTOCONS.	2	5269.00	BC
TESTIGO	3	294.00	EFGH
DIARIO	3	3294.00	EFGH
AUTOCONS.	3	3294.00	EFGH
TESTIGO	6	2416.00	GH
DIARIO	6	3340.00	EFGH
AUTOCONS.	6	3845.50	CDEFG
TESTIGO	7	2068.00	H
DIARIO	7	2746.00	FGH
AUTOCONS.	7	3661.50	DEFG
TESTIGO	12	4600.00	BCDE
DIARIO	12	5624.50	B
AUTOCONS.	12	4808.00	BCD
DIARIO	13	8487.00	A
TESTIGO	13	7766.00	A
AUTOCONS.	13	8382.50	A

Altura de entrada forraje disponible

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	21	7.72	0.0031
Semana	6	21	312.96	<.0001
Trat.*Semana	12	21	3.26	0.0087

#### Biomasa rechazo

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3	20.81	0.0174
Semana	6	18	83.75	<.0001
Trat.*Semana	12	18	10.93	<.0001

#### Altura del rechazo

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	9	31.68	<.0001
Semana	2	9	121.09	<.0001
Trat.*Semana	4	9	20.45	0.000

#### Utilización del forraje disponible

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3	15.94	0.0252
Semana	6	18	24.57	<.0001
Trat.*Semana	12	18	9.29	<.0001

#### CMS suplemento %PV

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	1	2	1.02	0.4198

Semana	6	12	19.15	<.0001
Trat.*Semana	6	12	16.46	<.0001

CMS suplemento kg/a/d

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	1	2	0.70	0.4913
Semana	6	12	44.76	<.0001
Trat.*Semana	6	12	19.62	<.0001

CMS de forraje %PV

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3	14.17	0.0296
Semana	6	18	24.69	<.0001
Trat.*Semana	12	18	9.39	<.0001

CMS forraje kg/a/d

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3	2.66	0.2167
Semana	6	18	16.64	<.0001
Trat.*Semana	12	18	7.10	0.0001

CMS total %PV

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3	23.84	0.0144
Semana	6	18	8.42	0.0002
Trat.*Semana	12	18	11.18	<.0001

CMS total kg/a/d

Effect	Num. DF	Den DF	F Value	Pr > F
Tratamiento	2	3	34.26	0.0086
Semana	6	18	15.81	<.0001
Trat.*Semana	12	18	6.46	0.0002

Eficiencia de conversión (kg de alimento/ kg de ganancia)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	9.94109450	4.97054725	1.26	0.5333
Error	1	3.95100550	3.95100550		
Corrected Total	3	13.89210000			

Tasa de sustitución

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.00687464	0.00343732	0.57	0.6842
Error	1	0.00605211	0.00605211		
Corrected Total	3	0.01292675			

Variables de faena

pH

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.00726261	0.00242087	4.52	0.1864

Error	2	0.00107073	0.00053536
Corrected Total	5	0.00833333	

L

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	4.08708579	1.36236193	3.22	0.2459
Error	2	0.84624754	0.42312377		
Corrected Total	5	4.93333333			

a

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.30234774	0.10078258	0.30	0.8286
Error	2	0.67765226	0.33882613		
Corrected Total	5	0.98000000			

b

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	0.52304846	0.17434949	1.31	0.4596
Error	2	0.26528487	0.13264244		
Corrected Total	5	0.78833333			

EGS

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Model	3	3.52832351	1.17610784	1.25	0.4731
Error	2	1.88000982	0.94000491		
Corrected Total	5	5.40833333			

AOB

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	49.77579568	16.59193189	0.97	0.5450
Error	2	34.36420432	17.18210216		
Corrected Total	5	84.14000000			

Anexo No. 4. Tasa de bocado

TRATAMIENTO	SEMANA	DÍA	TASA DE BOCADO
AUTOCONSUMO	3	2	32.6639 A
AUTOCONSUMO	3	4	22.6774 ABC
AUTOCONSUMO	3	6	24.6000 ABC
DIARIO	3	2	28.5224 ABC
DIARIO	3	4	29.1871 ABC
DIARIO	3	6	25.4231 ABC
TESTIGO	3	2	22.6557 ABC
TESTIGO	3	4	22.0788 ABC
TESTIGO	3	6	23.9196 ABC
AUTOCONSUMO	7	2	27.4024 ABC
AUTOCONSUMO	7	4	30.0762 AB
AUTOCONSUMO	7	6	27.3861 ABC
DIARIO	7	2	31.1158 AB
DIARIO	7	4	26.6579 ABC
DIARIO	7	6	23.4724 ABC
TESTIGO	7	2	24.3024 ABC

TESTIGO	7	4	25.5910 ABC
TESTIGO	7	6	25.4601 ABC
AUTOCONSUMO	13	2	28.8000 AB
AUTOCONSUMO	13	4	18.3675 C
AUTOCONSUMO	13	6	21.8000 BC
DIARIO	13	2	23.7618 ABC
DIARIO	13	4	21.0071 BC
DIARIO	13	6	18.0000 C
TESTIGO	13	2	25.9314 ABC
TESTIGO	13	4	21.8247 BC
TESTIGO	13	6	17.3812 C

Anexo No. 5. Determinaciones a faena

No.	Trat.	Media res		Rend	Pist	Lomo	B. a.	Cor.	Tapa	Cola	Cua.
		Kg		%		kg					
<b>3700</b>	<b>T</b>	113.6	138.6	60.05	52.7	1.63	3.67	2,685	1,335	0.975	4,995
<b>3627</b>	<b>T</b>	129	121.7	60.41	59.1	1,555	3.73	2,995	2.14	1,045	6.18
<b>3637</b>	<b>T</b>	103.1	114.9	47.39	49	1,385	2,835	2.43	1.39	0.94	4.76
<b>5453</b>	<b>T</b>	138.5	115.3	62.67	62.7	1.8	3,975	3,085	1.88	1,075	6.04
<b>3689</b>	<b>T</b>	116.3	113	62.82	54.7	1.57	3.26	2,725	1.53	0.985	5.24
<b>3645</b>	<b>T</b>	117.4	132.7	61	54.1	1,715	3.26	2,745	2	0.89	5.17
<b>3629</b>	<b>T</b>	122.1	123.5	55.19	54	1,555	3.83	2,765	1.66	0.895	5.32
<b>8707</b>	<b>T</b>										
<b>3637</b>	<b>T</b>	135.3	145.6	56.18	62.8	1.82	4.09	3.14	1.85	1.13	6.12
<b>3692</b>	<b>T</b>	149.5	138.4	75.76	69.1	1,965	4.71	3.35	1.75	1.04	6.14
<b>3607</b>	<b>AC</b>	144.8	132.6	55.48	69.2	1.82	5.12	3.58	2.15	1.39	7.12
<b>3615</b>	<b>AC</b>	129.1	133.1	58.92	58.6	1,725	3.87	3.11	2	0.935	5.96
<b>3636</b>	<b>AC</b>	125	125.4	57.56	55	1,505	3.85	2,635	1,885	0.94	5.46
<b>3641</b>	<b>AC</b>	119.5	138.1	63.6	55.3	1.7	3.91	2.72	1.43	0.865	5,015
<b>3651</b>	<b>AC</b>	136	124.9	54.93	62.3	1,835	4.5	2.98	1.73	0.985	5,695
<b>3696</b>	<b>AC</b>	125	128.5	60.36	58.7	1,795	3.91	2,965	1.65	1,025	5.64
<b>3690</b>	<b>AC</b>	134.2	119.3	53.94	59.7	1,615	4.28	3,025	1.76	1,085	5.87
<b>3665</b>	<b>AC</b>	140.1	126.3	54.93	64.2	1.87	4,585	3,205	2.03	1,125	6.36
<b>3650</b>	<b>AC</b>	137	138.9	59.98	60.6	1,805	4,445	3,045	2.05	1,185	6.28
<b>3670</b>	<b>AC</b>	144.4	131.1	68.02	64.8	1,865	4,875	3.54	1,955	1.24	6,735
<b>3601</b>	<b>D</b>	127.9	144.2	62.55	59.3	1,755	4,295	2,895	1.94	1,115	5.95

<b>3608</b>	<b>D</b>	118.6	119.7	51.25	55.6	1,575	3.82	2.79	1.64	0.955	5,385
<b>3622</b>	<b>D</b>	126.5	106.3	47.51	59.8	1.63	3,815	3.3	1.3	1,075	5,675
<b>3644</b>	<b>D</b>	113.2	128.4	50.86	52.9	1,625	3,725	2,615	1,355	0.89	4.86
<b>5452</b>	<b>D</b>	130	122.8	56.18	60.7	1.76	4.5	3,225	1,835	1,105	6,165
<b>3611</b>	<b>D</b>	146.5	114.8	51.74	67.1	1,815	4.44	3.18	2	1,125	6,355
<b>3647</b>	<b>D</b>	120.2	119.4	54.45	57.5	1.61	3.84	2,875	1,805	1,015	5,695
<b>3658</b>	<b>D</b>	108.4	145.8	55.87	50.5	1.53	3,135	2,495	1.44	0.955	4.89
<b>3697</b>	<b>D</b>	129.2	106.7	56.17	61.3	1.9	3,945	3,145	1.62	1,065	5.83
<b>3714</b>	<b>D</b>	128.4	129.2	58.55	57.9	1.7	4.09	2.82	1,805	1,035	5.66

Trat: Tratamiento; Rend: Rendimiento; Pist: Pistola; B. a: Bife ancho; Cor: Corazón de cuadril;  
Cua: Cuadril.