

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ESTRATEGIAS DE MANEJO DEL PASTOREO Y LA SUPLEMENTACIÓN DE
TERNEROS SOBRE COBERTURAS INVERNALES

por

Juan Pablo BARRIOS PEREYRA
Juan Ignacio DA SILVA NAN
Laura LARRAURI IRAZÁBAL

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director:

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

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

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

Fecha: 29 de abril de 2019

Autores:

.....
Juan Pablo Barrios Pereyra

.....
Juan Ignacio Da Silva Nan

.....
Laura Larrauri Irazábal

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a nuestras familias y amigos por su apoyo constante e invaluable a lo largo de esta carrera.

A los directores de tesis Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone por la orientación y apoyo tanto en el trabajo de campo como en el procesamiento y conducción de esta obra escrita.

A los ayudantes Javier Caorsi y Stefanía Pancini.

A Diego Mosqueira por su colaboración en los trabajos de campo, así como a todos los funcionarios de la EEMAC.

Y a nuestros compañeros que realizaron tesis de esta cátedra en el año 2017 por el apoyo constante.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
 1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	 1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS VERDEOS DE INVIERNO.....	3
2.1.1 <u>Producción</u>	3
2.1.2 <u>Composición química y cambios durante el ciclo de crecimiento</u>	4
2.1.3 <u>Requerimientos como cultivo de cobertura</u>	6
2.2 COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN PASTOREO.....	7
2.2.1 <u>Variables de la pastura que afectan el peso de bocado</u>	8
2.3 MANEJO DEL PASTOREO Y RESTRICCIÓN.....	10
2.3.1 <u>Frecuencia del cambio de franja</u>	11
2.3.2 <u>Pastoreo restringido</u>	12
2.3.2.1 Efectos de la restricción en los animales.....	12
2.3.2.2 Efectos de la restricción en la pastura.....	13
2.3.3 <u>Efecto del ayuno</u>	14
2.3.3.1 Ayuno y su relación con el consumo en pastoreo: compensación.....	14
2.4 SUPLEMENTACIÓN SOBRE VERDEOS.....	16
2.4.1 <u>Respuesta a la suplementación</u>	16
2.4.2 <u>Suplementación y tasa de sustitución</u>	19
2.4.3 <u>Tipos de suplementos</u>	20
2.5 HIPÓTESIS.....	22
 3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	 23
3.1 PERÍODO DE EVALUACIÓN Y ÁREA EXPERIMENTAL.....	23
3.2 CLIMA.....	23
3.3 ANIMALES.....	24
3.4 PASTURA Y SUPLEMENTO.....	24
3.5 INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES.....	24
3.6 TRATAMIENTOS.....	25
3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	25
3.7.1 <u>Período pre experimental</u>	25
3.7.2 <u>Período experimental</u>	26

3.8 SANIDAD ANIMAL.....	26
3.9 REGISTROS Y MEDICIONES.....	27
3.9.1 <u>Animales</u>	27
3.9.1.1 Peso vivo.....	27
3.9.2 <u>Pastura</u>	27
3.9.2.1 Biomasa de forraje ofrecido para el ajuste de la oferta de forraje.....	27
3.9.2.2 Altura del forraje disponible.....	27
3.9.2.3 Consumo de forraje (método agronómico=forraje desaparecido).....	27
3.9.2.4 Biomasa y altura de forraje ofrecido.....	28
3.9.2.5 Biomasa y altura de forraje residual.....	28
3.9.2.6 Cambio en el contenido de MS del forraje.....	28
3.9.3 <u>Consumo de suplemento</u>	28
3.9.4 <u>Consumo de energía metabolizable, proteína cruda y fibra</u>	29
3.9.5 <u>Patrón de defoliación y comportamiento ingestivo</u>	29
3.9.6 <u>Registros climáticos</u>	29
3.10 ANÁLISIS QUÍMICOS.....	29
3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	30
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33
4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	33
4.1.1 <u>Temperatura</u>	33
4.1.2 <u>Precipitaciones</u>	34
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA Y EFECTO DE LOS MANEJOS SOBRE LA INTENSIDAD DE PASTOREO.....	35
4.2.1 <u>Condiciones de la pastura</u>	35
4.2.2 <u>Variación diurna en el contenido de MS de la pastura</u>	36
4.2.3 <u>Efecto de los manejos sobre la intensidad de pastoreo</u>	37
4.3 CONSUMO, GANANCIA DE PESO INVERNAL Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN.....	40
4.3.1 <u>Consumo de pastura y concentrado</u>	41
4.3.2 <u>Consumo total</u>	44
4.3.3 <u>Consumo de nutrientes</u>	46
4.3.4 <u>Crecimiento y ganancia de peso invernala</u>	47
4.3.5 <u>Eficiencia de conversión y tasa de sustitución</u>	49
4.4 PATRÓN DIARIO DE CONSUMO DE FORRAJE Y SUPLEMENTO.....	50
4.4.1 <u>Patrón de defoliación diario</u>	50
4.4.2 <u>Consumo de suplemento diario</u>	51
4.5 COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	52

4.5.1 <u>Pastoreo, rumia y descanso</u>	52
4.5.1.1 Efecto del tratamiento sobre las actividades de pastoreo, rumia y descanso.....	52
4.5.1.2 Día dentro de la semana.....	55
4.5.2 <u>Tasas de bocado</u>	57
4.6 DISCUSIÓN GENERAL.....	58
5. <u>CONCLUSIONES</u>	62
6. <u>RESUMEN</u>	63
7. <u>SUMMARY</u>	64
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	65
9. <u>ANEXOS</u>	79

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de diferentes variedades de avena.....	4
2. Composición química de la avena en distintas épocas del año.....	5
3. Variables climáticas para el año 2017 y para la serie histórica 2002-2014.....	23
4. Cambios en el contenido de materia seca de una pastura de avena en dos horarios de muestreo.....	36
5. Efecto del manejo del pastoreo y la suplementación sobre características del remanente y utilización de pastura por terneros.....	37
6. Efecto del manejo del pastoreo, la suplementación en el encierro y la regulación del acceso a la pastura según condiciones climáticas sobre la ganancia diaria de peso sobre la performance animal.....	40
7. Consumo de energía metabolizable, proteína cruda y fibra detergente neutro de cada tratamiento.....	46
8. Tasas de bocado por tratamiento en dos momentos diferentes del día, y la significancia de sus efectos.....	57

Figura No.

1. Registro de precipitaciones diarias durante el período experimental.....	34
2. Evolución de la biomasa (kg/ha) de la pastura y de la altura (cm) de la pastura (período 08/06/2017 al 31/08/2017).....	35
3. Evolución de la altura residual de una pastura de avena según tratamiento.....	38
4. Interacción tratamiento*semana en el tiempo sobre la utilización de la pastura.....	39
5. Consumo de MS de forraje de cada tratamiento, como % de peso vivo.....	41
6. Consumo de MS del suplemento, como % del peso vivo.....	42
7. Consumo medio diario de concentrado en terneros del tratamiento PEALL durante los días de lluvia en el corral de encierro.....	43
8. Consumo de MS total (kg/animal/día) de cada tratamiento.....	45
9. Evolución del peso vivo de terneros pastoreando avena, con diferentes manejos de pastoreo y suplementación.....	47
10. Evolución diaria de la altura de la pastura durante 7 días.....	50
11. Evolución diaria del consumo de suplemento durante 7 días.....	51
12. Probabilidad de encontrar a los animales pastoreando, rumeando o descansando según tratamiento.....	53
13. Efecto de la interacción tratamiento*día dentro de la semana.....	56

1. INTRODUCCIÓN

Durante la primera década del siglo XXI, el Uruguay se caracterizó por una expansión de la agricultura de secano muy importante en cuanto al área ocupada, la que se mantiene hasta el momento, asociado principalmente a un aumento en la intensidad de cultivos por unidad de superficie y al ingreso a zonas no tradicionales.

A nivel de sistemas agrícola-ganaderos, cuanto mayor sea la fase agrícola, mejor resultado económico. El cultivo de soja ha sido el protagonista de este crecimiento explosivo de la agricultura lo que determinó que hasta hace poco tiempo, la modalidad agrícola consistiera en dejar gran parte del área designada a la soja en barbecho durante todo el invierno, con las consecuencias negativas que esto trae aparejado en cuanto a conservación de suelo y sustentabilidad de los sistemas.

En medio de este escenario agrícola, el Estado se vio en la obligación de reforzar una política de conservación de suelo como fue el Plan de Uso y Manejo de Suelos, para mitigar los procesos de degradación y erosión del suelo, potenciando la sustentabilidad del sistema agrícola. La implantación de coberturas invernales como parte de la fase agrícola entra a jugar un rol importante, como medida de respuesta a las exigencias del Estado.

Las coberturas invernales o puentes verdes aportan un importante volumen de biomasa durante una estación crítica para la alimentación animal en pastoreo en términos de oferta de forraje como lo es el invierno. Existen indicios de que sería viable la utilización de parte de dicha biomasa con vacunos, a partir de un uso estratégico del forraje para la producción de carne, sin comprometer el objetivo de la cobertura como antecesor del cultivo de verano. El manejo con categorías livianas y alta oferta de forraje que asegure elevado remanente contribuirían en tal sentido.

Para minimizar el efecto negativo del pastoreo sobre las coberturas, y con el fin de evitar el deterioro del suelo que pueda dificultar la siembra del cultivo posterior, es que muchas veces se recurre a la estrategia de sacar el ganado los días de lluvia o durante la noche para retornar a la pastura luego de que “levantó el rocío”. Estas prácticas sin embargo, podrían afectar negativamente la performance animal, además de complejizar el manejo animal del punto de vista operativo.

Por otra parte, las características nutricionales del verdeo durante los primeros pastoreos (bajo contenido de materia seca y carbohidratos solubles y elevado contenido de nitrógeno no proteico) limitan el consumo y eficiencia de uso de N a nivel ruminal, afectando la ganancia de peso vivo. Existe un volumen importante de investigación evidenciando la respuesta positiva en ganancia de peso vivo, cuando se suplementó con

energía (granos o raciones) en forma diario o en comederos de autoconsumo. Sin embargo, la misma ha sido generada en régimen de pastoreo sin retiro nocturno de la pastura, pudiendo variar la respuesta esperada si la suplementación se hiciera durante el periodo de retiro de los animales de la cobertura.

El manejo de un área de encierro nocturno y el uso de comederos de autoconsumo, con alimento energético-proteico sin fibra larga y suministrado *ad libitum*, podría resultar una solución para el manejo de la alimentación de los animales durante periodos prolongados de lluvia, y durante los cuales no hay otra pastura para utilizar. La inclusión de retornable fino como fuente de fibra ha demostrado ser efectivo en la promoción de la rumia e insalivación necesarias, siendo un buen sustituto de los alimentos fibrosos típicos como el ensilaje de sorgo o el heno de moha.

El objetivo de este trabajo, partiendo de la premisa de minimizar el efecto negativo del pastoreo de las coberturas invernales y al mismo tiempo no afectar la performance animal, fue evaluar diferentes estrategias de manejo del pastoreo de terneros y la suplementación, y su efecto sobre la performance animal y la condición de la pastura.

Más concretamente se evaluó el efecto del encierre nocturno en combinación con la suplementación energética, esta última variando en las estrategias de entrega del suplemento (diario o en autoconsumo, restringido o a voluntad) y la regulación del acceso al pastoreo según condiciones climáticas. Adicionalmente, se propuso caracterizar el consumo y comportamiento animal como elementos de interpretación de la respuesta observada.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS VERDEOS DE INVIERNO

Como características generales se puede decir que los verdes invernales adquieren importancia por cubrir deficiencias forrajeras temporales en períodos críticos de producción de forraje (Zanoniani et al., 2000). Presentan un alto porcentaje de agua, son deficitarios en minerales y básicamente en otoño presentan bajo porcentaje de fibra y una relación deficiente de energía/proteína (Silveira, 2011).

Con el fin de promover sistemas de producción estables desde el punto de vista de la sustentabilidad y conservación de suelos, y en el marco de la legislación vigente, se ha promovido el uso de las coberturas invernales, con el objetivo de reducir el tiempo de exposición del suelo desprotegido de cobertura (MGAP. DGRN, 2017) de manera de prevenir y/o reducir la erosión y capturar e incorporar nutrientes, dependiendo de la mezcla forrajera usada (Uriarte, 2014).

El presente trabajo se centró en el cultivo de avena como opción de cultivo de cobertura, debido a que presenta producción otoño-invernal, fácil instalación y rápido aporte en volumen y calidad de forraje (Perrachón, 2009).

2.1.1 Producción

La avena es un cultivo que se caracteriza por un aporte principalmente otoñal para luego decrecer. Presenta buena producción de forraje, precocidad, capacidad de macollaje y la posibilidad de siembra temprana. Además, es muy resistente a la falta de agua en el suelo (Perrachón, 2009).

Presenta una marcada tendencia a concentrar gran parte de su producción en el primer crecimiento; en los rebrotes sucesivos existe una merma de producción, dada por su baja capacidad de recuperación luego del pastoreo, en especial si este se realiza en forma severa o en etapas fenológicas avanzadas (Amigone y Kloster, 1997).

De acuerdo con Amigone y Kloster (1997), mantiene una buena digestibilidad durante el segundo y tercer aprovechamiento, pero su contenido proteico disminuye en el último rebrote. A estas cualidades se contraponen algunas desventajas, como la alta susceptibilidad a los ataques de pulgón y roya, su escasa resistencia al frío y la no tolerancia a los excesos de humedad ni pisoteo excesivo.

Existe gran diversidad de variedades de avena, que se diferencian por la época de siembra (desde febrero a julio) y velocidad de crecimiento inicial, que condiciona el momento del año en que se realiza el mayor aporte de forraje principalmente.

En el mercado local se pueden encontrar tres grupos de cultivares: avena negra (*Avena strigosa*), avena amarilla (*Avena byzantina*) y avena blanca (*Avena sativa*). Todas logran muy buena producción de forraje como se puede observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Producción de diferentes variedades de avena

Variedades	Producción de forraje total durante ciclo	Producción de grano (kg/ha)
<i>A. sativa</i>		
CALPROSE Amazona	2875	1493
CALPROSE Soberana	3550	2154
INIA Polaris	3585	2128
<i>A. byzantina</i>		
RLE 115	3463	1239
LE 1095a	3176	1287
<i>A. strigosa</i>		
CALPROSE Azabache	3626	

Nota: todas las variedades sembradas en el mes de abril.

Fuente: adaptado de Perrachón (2009).

Si bien esta referencia es del año 2009, en la actualidad estas variedades siguen siendo las más usadas en el país.

2.1.2 Composición química y cambios durante el ciclo de crecimiento

La composición química de las pasturas, determina en gran medida el valor nutritivo de la misma y por lo tanto la ganancia de peso de los animales.

Como se mencionó anteriormente, el cultivo de avena presenta un alto porcentaje de agua, bajo porcentaje de fibra, alta proporción de proteína que rápidamente se degrada en el rumen y es deficitaria en minerales (Silveira, 2011).

Según Baeck (2000), el desarrollo del cultivo afecta las características químicas por lo que no permanecen constantes a lo largo de todo el período otoño-invierno-primavera, sino que varían, siendo importante tener esto presente para evitar grandes errores en la predicción de ganancias (cuadro 2).

Cuadro 2. Composición química de la avena en distintas épocas del año

Características	Períodos				
	20 may.	25 jun.	09 ago.	20 set.	22 oct.
MS %	15,3	22,3	15,8	22,1	28,4
DMO %	68,3	65,2	70,1	71,5	56,3
PB %	23,1	21,2	8,06	6,44	4,75
Pared celular %	46,4	47,5	46,6	43,4	57,2
CHOs solubles %	3,7	8,2	6,5	20,7	10,6

Materia seca (MS), digestibilidad de la materia orgánica (DMO), proteína bruta (PB), carbohidratos solubles (CHOS).

Fuente: adaptado de Baeck (2000).

Al avanzar el estado de madurez, aumenta el rendimiento pero la digestibilidad y el consumo disminuyen, la composición química y los componentes del rendimiento (hojas y tallos) también tienen variaciones importantes (Broch et al., 1999).

Los compuestos nitrogenados, el contenido mineral y las hojas disminuyen, mientras que los tallos aumentan en la medida que se necesita mayor cantidad de estructuras de sostén, al igual que la fibra y lignina. Los carbohidratos solubles tienen un comportamiento diferente, aumentan en la medida que avanza la estación de crecimiento y cuando llegan a un máximo disminuyen ya que comienza el llenado de grano (Broch et al., 1999).

La relación PB/CHS del forraje tiene implicancias en el desempeño productivo del animal (Edwards, 2007). Una alta relación produce un desbalance de nutrientes a nivel ruminal que afecta el tipo y la cantidad de metabolitos disponibles para el rumiante con un efecto negativo sobre la eficiencia de utilización de los nutrientes absorbidos (Gagliostro, 2000).

Existen diferencias en el forraje también durante el día, ya que el forraje que los animales encuentran en la tarde presenta un mayor contenido de materia seca y carbohidratos solubles que el forraje de la mañana, según Chilibraste (2002), debido a que a lo largo del día se da un proceso de pérdida de humedad y acumulación de fotosintatos.

Estos cambios registrados en el día, contribuyen a que la calidad del forraje aumente en las horas de la tarde determinando un mayor consumo (Edwards, 2007) como un intento por obtener la mayor cantidad de alimento posible antes del atardecer, considerando que usualmente el pastoreo concluye al caer la noche (Barrett et al., 2001).

Edwards (2007) sugirió que los bovinos anticipan las fluctuaciones diarias en la calidad de la pastura, capacidad que permite que modifiquen su patrón diario de actividad,

extendiendo el pastoreo durante horas de la tarde para maximizar el consumo de nutrientes.

De acuerdo con Da Silva y Rocha (2006) estos cambios que ocurren en el día, podrían determinar una mayor actividad microbiana y por lo tanto una mayor y más rápida desaparición de materia seca. Según estos autores, un forraje con mayor relación entre carbohidratos solubles y proteína permitiría a los microorganismos del rumen aprovechar la oferta de N ruminal promoviendo el crecimiento microbiano, aumentando la actividad celulolítica y la desaparición de forraje dentro del rumen.

El consumo del forraje con alto contenido de agua provoca que el ganado tenga heces blandas y la digestibilidad disminuye debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino. Además, el exceso del agua en el forraje impone una alta carga de nutrientes sobre el intestino grueso del animal, provocando alteraciones en la absorción y equilibrio de minerales que afectan la salud y la producción del animal (Orskov, 1982).

Las pasturas tiernas de otoño poseen insuficientes niveles de fibra efectiva: presentan paredes celulares muy delgadas y frágiles que, además, liberan con facilidad altas concentraciones de nitrógeno no proteico y de proteínas muy degradables en rumen (Gallardo, 1999).

La baja efectividad de la fibra de los verdeos en estado vegetativo puede conducir a problemas químicos y/o físicos de funcionamiento ruminal (Broch et al., 1999). La rumia se ve disminuida con este tipo de forrajes, por lo que se resiente la producción de saliva. Esto produce cambios en las condiciones químicas y físicas del rumen ya que se desarrolla un pH ruminal más ácido que atenta contra la digestión de la fibra (Baeck, 2000).

2.1.3 Requerimientos como cultivo de cobertura

Para tener éxito en su producción se deben considerar una gran cantidad de factores, entre ellos fecha de siembra, fertilización y manejo del pastoreo.

El cultivo de avena se puede sembrar desde febrero hasta julio, dependiendo del objetivo de producción (forraje en pie, reserva y/o grano) y la variedad. Si se desea forraje temprano en otoño lo ideal es sembrarla en febrero. La densidad de siembra recomendada es entre 100-120 kg/ha (Perrachón, 2009).

La fertilización de los verdeos es importante para lograr una buena producción de forraje. Para aprovechar eficientemente el nitrógeno se recomienda la fertilización de forma fraccionada (Perrachón, 2009). Los momentos más adecuados serían siembra, macollaje y producción primaveral.

Según Zanoniani et al. (2000), para fertilizaciones a la siembra, se recomienda utilizar dosis no mayores a 30-40 kg/ha de nitrógeno y los niveles de fósforo deberán ser como mínimo 10 ppm (Bray 1) en el suelo; a macollaje las recomendaciones realizadas con un correcto pastoreo (15-20 cm de altura de ingreso animal) son alrededor de 30 kg/ha de nitrógeno (65 kg de urea), manejándose niveles críticos tentativos en el entorno de 18-20 ppm de nitratos en el suelo luego del pastoreo, para obtener una buena producción de forraje. Para la producción primaveral las fertilizaciones serían del orden de 50 kg/ha de nitrógeno (108 kg de urea).

Para el manejo del pastoreo la recomendación general es pastoreos rotativos con altas cargas, comenzando los mismos cuando la planta llega a 20 cm de altura y dejando una altura remanente de por lo menos 5 cm. Los períodos de descanso son en general de 50 días, dependiendo de las condiciones climáticas (Zanoniani y Noëll, 1997).

Adicionalmente, se debe considerar que por el elevado contenido de agua de los verdeos, es importante realizar el pastoreo en horas más cercanas al medio día, para evitar no solo consumos excesivos de agua en relación a la comida en sí, sino también altos pisoteos que desperdicien la pastura.

2.2 COMPORTAMIENTO INGESTIVO EN PASTOREO

El consumo total de materia seca y selección de forraje en pastoreo es mediado por el comportamiento ingestivo, que resulta de la integración por parte del animal de señales de corto y largo plazo (Forbes, 1988). Como resultado de la integración de señales a nivel del sistema nervioso central, los animales alternan durante el día períodos de pastoreo, rumia, descanso y otras actividades (Gibb et al., 1998).

El consumo diario de forraje por animales en pastoreo puede expresarse como el producto de la tasa de consumo (TC) y el tiempo diario de pastoreo (TP). La TC a su vez, puede descomponerse en peso de bocado (PB) y tasa de bocado (TB), quedando entonces el consumo diario definido por la siguiente ecuación (Galli et al., 1996):

$$CD \text{ (kg MS/día)} = PB * TB * TP$$

$$PB = [(g \text{ MS /bocado})/1000]$$

$$TB = [(bocados/min)*60]$$

$$TP = \text{horas}$$

El peso de bocado es la principal variable que explica el consumo diario, determinado fundamentalmente por las características de la pastura, mientras que la tasa y tiempo de pastoreo son variables secundarias y dependen más del estado interno del animal (Galli et al., 1996).

El PB está determinado por el volumen del bocado (área*profundidad de bocado) y la densidad del forraje en el horizonte de pastoreo (Galli et al., 1996):

$$PB = \text{área} * \text{profundidad} * \text{densidad}$$

Los animales buscan compensar disminuciones en el peso de bocado con aumentos en la tasa de bocado, en el tiempo de pastoreo o más raramente aumentando ambos, pero estas respuestas son variables y muchas veces no logran compensar, viéndose así disminuido el consumo diario (Forbes, 1988).

Aún en los casos donde la compensación es efectiva y el animal logra mantener la cantidad y calidad del forraje consumido, se resiente la producción por animal, ya que existe un aumento en el gasto de mantenimiento por la mayor actividad de pastoreo (Soca et al., 2001).

2.2.1 Variables de la pastura que afectan el peso de bocado

Disponibilidad y estructura: la estructura de una pastura se puede definir por su disponibilidad, altura, cobertura y densidad de forraje en los distintos horizontes. Variaciones en cualquiera de estas variables afectan la profundidad y área de bocado viéndose afectado así el peso del mismo y la tasa de consumo (Laca et al., 1992).

La asignación de forraje es una de las prácticas de manejo que inciden sobre el consumo animal. Es definida como la cantidad de forraje que tiene disponible diariamente un animal, y normalmente se expresa como un porcentaje del peso vivo de éste (Méndez y Davies, 2004).

El manejo de la asignación de forraje apunta a controlar el consumo por parte de los animales, observándose que a medida que ésta se incrementa, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de mejor calidad (mayor digestibilidad, mayor contenido de proteínas y menor porcentaje de fibra, Blaser et al., 1960).

El pastoreo en franjas con un tiempo de permanencia predeterminado en cada una de ellas es una medida de manejo del pastoreo que permite reducir la selectividad por parte de los animales, aumentar la utilización de la pastura y mantener una calidad más homogénea del forraje consumido (Fernández, 1999).

Una misma asignación de forraje por animal, puede determinar según la disponibilidad de la pastura (kg MS/ha) diferentes consumos. Para una asignación determinada, la mayor disponibilidad por hectárea implica mayor altura, mayor densidad o ambas, lo que facilita la prehensión del bocado permitiendo mayores pesos y por tanto mayor consumo (Poppi et al., 1987).

Altura: es la variable de la pastura más directamente relacionada con el PB y por tanto con la TC (Chilibroste, 1998). Explica el 44% de las variaciones en el peso de bocado. Se encontraron incrementos decrecientes en el peso de bocado a medida que aumentó la altura de la pastura. Esta afecta a dos componentes del PB: área y profundidad, existiendo una relación positiva entre éstos y la altura de la pastura (Laca et al., 1992).

En pasturas muy cortas, los tallos y hojas se escapan cuando el animal intenta cortar el bocado, con lo cual el área de bocado es menor. Al aumentar la altura aumenta el área de bocado, existiendo una altura crítica a partir de la cual se obtiene el área de bocado máxima (Galli et al., 1996).

En cuanto a la profundidad del bocado, muchos autores afirman que ésta es una fracción más o menos constante de la altura del forraje disponible, independiente de su altura total y del peso vivo del animal (Galli et al., 1996).

Si bien la altura de la pastura es un importante determinante de la profundidad del bocado y por tanto del peso de bocado, la relación que existe entre la altura de la pastura y el peso de bocado no es constante. Una misma altura puede determinar diferentes pesos de bocados dependiendo de las especies que la componen, de su estructura, de su estado fenológico e incluso según el manejo del pastoreo (continuo vs. rotativo, Rook, 2000) ya que todo esto determina diferencias en la densidad y resistencia al corte las cuales también afectan el peso de bocado (Poppi et al., 1987).

Materiales más fibrosos y/o más lignificados, presentan mayor resistencia al corte, con lo cual se afecta el área de bocado y por lo tanto el PB y TC.

Densidad: aumentos en la densidad de la pastura llevan a una disminución del volumen de bocado por su efecto negativo sobre área y profundidad del mismo, sin embargo, esta disminución en el volumen no se traduce en el peso de bocado debido a la compensación por mayor densidad de forraje en el horizonte de pastoreo ($PB = \text{volumen} \times \text{densidad}$, Laca et al., 1992).

En general, se obtienen mayores pesos de bocado y por tanto mayores tasas de consumo en pasturas más densas (Chilibroste, 1998). Dado el efecto negativo que la densidad tiene sobre el área y profundidad de bocado para una disponibilidad dada, se esperan mayores pesos de bocado en pasturas altas y ralas que en pasturas cortas y densas. Esto demuestra que el dato de forraje disponible no sería suficiente para predecir el PB (Galli et al., 1996).

Barreras físicas: en pasturas de gramíneas la altura de las vainas determina un límite por debajo del cual los animales prefieren no comer, por lo cual actuarían limitando la profundidad del bocado, sin embargo, este límite puede ser sobrepasado dependiendo de la presión de pastoreo (Chilibroste, 1998). El efecto de las vainas no es sólo sobre la

profundidad del bocado, sino que también afectan el área del mismo ya que éstas presentan mayor resistencia al corte (Galli et al., 1996).

Contenido de humedad del forraje (% de materia seca): tasas de consumo de forraje fresco iguales determinan diferentes tasas de consumo de materia seca cuando los contenidos de humedad del forraje son diferentes (Chilibroste, 1998).

Gibb et al. (1998) estudiando el efecto que el momento del día tiene sobre el comportamiento de vacas pastoreando raigrás, encontraron que los PB medidos en base seca aumentan a lo largo del día, lo cual podría ser explicado en parte por el menor contenido de humedad del forraje al final del día. La humedad exterior del forraje, que está sobre la superficie de las hojas en la mañana, también puede afectar el peso de bocado, al dificultar la aprehensión del mismo.

Defoliación progresiva: cuando el pastoreo se realiza a altas cargas el animal tiene menor capacidad de selección y es forzado a utilizar todo el forraje disponible. El resultado de esto es que a medida que avanza en la sesión de pastoreo el animal debe profundizar en la pastura, comiendo cada vez estratos u horizontes de menor altura o profundidad, con material menos digestible y con mayor proporción de tallos y material muerto. Como consecuencia de esto el peso de bocado disminuye y aumenta la tasa de bocado con lo cual se logra inicialmente mantener la tasa de consumo, pero finalmente ésta disminuye (Forbes, 1988).

2.3 MANEJO DEL PASTOREO Y RESTRICCIÓN DEL TIEMPO DE ACCESO A LA PASTURA

El adecuado manejo del pastoreo es muy importante para mantener el rendimiento y persistencia de la pradera, permite optimizar la producción de forraje de alta calidad y maximizar su consumo por los animales. Además, controla la oferta de forraje por animal y su valor nutritivo, determinando el consumo de nutrientes y el rendimiento individual (Parga y Teuber, 2006). Según estos autores, uno de los métodos más eficaces para la óptima utilización de las praderas es el pastoreo rotativo, ya que se basa en la subdivisión de la pradera en forma permanente o temporal, de manera que el pastoreo pueda realizarse en forma parcializada o secuencial. De este modo, cada subdivisión dispondría de un tiempo de utilización o pastoreo, seguido de un tiempo de descanso y recuperación de la pastura (con una duración dependiente de la época del año) antes del siguiente pastoreo.

De acuerdo con Chilibroste (2002) intervenir en el manejo del pastoreo mediante restricciones en el tiempo o el momento de acceso de los animales a la pastura, genera cambios en la conducta de los mismos. Los efectos positivos sobre producción y utilización de forraje pueden describirse una vez que los efectos negativos del animal

sobre la pastura (pisoteo, sobre pastoreo, arrancado de plantas, etc.) son disminuidos (Zanoniani et al., 2000).

2.3.1 Frecuencia del cambio de franja

La frecuencia con que se suministra el forraje tiene una particular importancia, ya que puede incidir tanto en performance animal como en la producción de forraje (Judd et al., 1994) y carne por unidad de superficie (Bertelsen, 2000).

Según Reinoso y Soto (2006), cuanto más corto es el tiempo de permanencia en la franja, mayor y más uniforme es la producción animal mostrando menores fluctuaciones por día. Cuando las franjas son muy grandes, al inicio del pastoreo los animales despuntan la pastura y consumen aquellas partes de la planta con mayor digestibilidad.

Una gran proporción del forraje se consume en el primer día (Judd et al., 1994), provocando un aumento de la producción por animal en esta primera etapa. Con el paso del tiempo se va reduciendo la disponibilidad y calidad del forraje, lo cual afecta el tamaño y el peso de bocado, reduciéndose así el consumo voluntario (Reinoso y Soto, 2006).

Sin embargo, Fariello y Pérez (2008), realizaron una investigación en la UPIC en otoño, que tuvo por objetivo comparar dentro de sistemas de pastoreo rotativo sobre una pastura mezcla, el efecto que tiene el tiempo de permanencia (1, 3 y 7 días) de los animales en cada parcela de pastoreo, a dos asignaciones de forraje (2.5 y 5% PV) en ganancia de peso vivo de novillos y vaquillonas Hereford. Los resultados concluyeron que el tiempo de permanencia de los animales en las parcelas no afectó significativamente la ganancia de peso vivo, la utilización del forraje o el consumo de materia seca. La interacción asignación de forraje por tiempo en la franja tampoco fue significativa para estas variables.

Igual resultado obtuvieron Cantou et al. (2009), en un experimento similar pero en verano, donde se evaluó el impacto de variables asociadas al manejo del pastoreo sobre la performance animal bajo dos niveles de asignación de forraje (3 y 9 % PV) y tres frecuencias de cambio de franja (1,3 y 7 días) en novillos Hereford pastoreando una pradera mezcla.

Invernizzi et al. (2007) evaluaron el efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes durante el período invernal. Tampoco encontraron un efecto significativo de la frecuencia de cambio de franja sobre la ganancia media diaria.

2.3.2 Pastoreo restringido

En los sistemas semi-intensivos pastoriles de producción de rumiantes es habitual que se limite el tiempo de acceso diario a la pastura, tanto por el cuidado de los animales como de la propia pastura.

Según Carámbula (1978) el pastoreo restringido es *“una práctica de manejo que permite realizar un uso eficiente de pasturas de alto valor nutritivo en épocas de deficiencia forrajera”*. También puede utilizarse como una estrategia para adicionar elementos claves de una pastura para promocionar una mejora en la productividad y/o salud animal.

2.3.2.1 Efectos de la restricción en los animales

Es sabido que la restricción en el tiempo de acceso al alimento genera cambios en la fermentación ruminal, en general vinculadas a fluctuaciones en el pH (Freer et al., 2007) debidas a las elevadas tasas de ingestión en los momentos del día en que el alimento está disponible (Forbes y Mayes, 2002). Este tipo de variación se ha reportado al utilizar forrajes muy fermentables como único alimento, así como al utilizar dietas con elevada proporción de concentrados.

Si se considera que entre los distintos grupos bacterianos, las bacterias fibrolíticas son las más sensibles a variaciones en el pH ruminal y que presentan las tasas de crecimiento más bajas dentro de la población ruminal, la restricción en el tiempo de acceso al forraje podría afectar este grupo en particular, lo que en sistemas de alimentación a base de forrajes, podría ser una limitante importante para el aprovechamiento digestivo de la dieta (Arcuri et al., 2011).

Según Chilibroste et al. (2007) como consecuencia de la restricción en el tiempo de acceso a la pastura, puede verse afectado o no el comportamiento ingestivo y la performance animal, dependiendo en gran medida de la cantidad de horas de acceso al alimento y/o de ayuno que tengan los animales, tendientes a compensar el menor tiempo de acceso a la pastura.

El efecto que pueda tener la restricción del tiempo asignado al pastoreo, está estrechamente relacionado a que la asignación forrajera no sea limitante y a la capacidad de compensar el menor tiempo de acceso a la pastura de los animales.

Cuanto más tiempo de acceso a la pastura tenga el animal la eficiencia de la actividad de pastoreo se ve disminuida, en términos del tiempo destinado al pastoreo, aunque ello redundará generalmente en una mejora de la producción individual. Esto se explica en general, porque a mayor tiempo de pastoreo efectivo de los animales, mayor es el consumo de forraje total (Chilibroste et al., 2007).

La restricción en el tiempo de acceso a la pastura puede además, provocar cambios en la ganancia de peso de los animales. Por ejemplo, en un experimento realizado por Beretta et al. (2013), con novillos Hereford ($313,2 \pm 36,2$ kg) donde se evaluó el efecto de la sombra asociado a la restricción en el tiempo de acceso al pastoreo sobre la performance animal durante el período estival, se determinó que los animales manejados con pastoreo restringido (entre las 10:00 y las 17:00 hs) mejoraron la ganancia de peso vivo en relación con aquellos animales que permanecieron en la parcela sin acceso a sombra (0.875 vs. 0.998 kg/día, respectivamente), sin afectar el consumo ni la selectividad. Además se constató que la actividad de pastoreo fue mayor en el manejo de pastoreo restringido en perjuicio de las actividades de rumia y descanso, pero sin diferencias en la tasa de bocado con relación al manejo de pastoreo libre.

Arrospide et al. (2008), determinaron en corderos Corriedale, ganancias medias diarias en torno a 0,100-0,110 kg/animal/día en invierno, sin importar la cantidad de horas de permanencia en la parcela. Sin embargo para poder obtener buenos kilajes al final del invierno fueron necesarias al menos 6 horas diarias de pastoreo, cuando se utilizan cargas medias (18-24 animales/ha). A su vez observaron que el tratamiento testigo obtuvo mayor ganancia media diaria y en consecuencia peso vivo final respecto a los tratamientos cuando el horario de pastoreo era demasiado corto (menor a 6 horas).

Garibotto et al. (2007) por otra parte, no obtuvieron diferencias significativas al restringir el pastoreo entre las 18:00 pm y las 8:00 am durante la estación estival, en un grupo de corderos cruza al compararlos con otro grupo en pastoreo libre. De todos modos, la ganancia media diaria de los animales con pastoreo restringido fue mayor a los de pastoreo libre (0.98 vs. 0.82 kg/día, respectivamente).

2.3.2.2 Efectos de la restricción sobre la pastura

En términos generales, el aumento del tiempo de pastoreo asignado a bovinos aumenta la productividad animal, pero afecta la eficiencia en el uso de la pastura. En muchos casos el pastoreo horario sobre pasturas mejoradas logra niveles productivos similares a los logrados con animales suplementados con concentrado, destacando que el forraje es reconocido como el alimento para rumiantes de menor costo.

En términos del impacto que tiene la restricción del acceso al pastoreo sobre las pasturas en sí mismas, en general, Chilibroste et al. (2005), observaron que tiende a no tener ningún efecto en la disponibilidad del forraje (inicial, promedio o final). Sin embargo, la altura del frente de forraje en ocasiones se ve afectada según el tiempo de pastoreo total en el que los animales permanecen sobre la pastura.

Por otro lado, en base a monitoreos realizados a nivel comercial, Zanoniani y Ducamp (2004), han constatado incrementos en la producción de forraje del orden del

30% durante el período otoño – invierno por realizar controles de altura de la pastura en el ingreso y salida de los animales del pastoreo.

2.3.3 Efecto del ayuno

Según Gregorini et al. (2009) es el hambre lo que motiva a los animales a comer. Los estímulos clave que determinan el grado de dicha motivación son el tiempo disponible para comer y el tiempo que transcurrió desde la última ingesta o tiempo de ayuno.

El tiempo entre comidas y el consumo de agua son variables que afectan el hambre (y por tanto el consumo voluntario a corto plazo), del mismo modo que la secreción de saliva, la fermentación ruminal, la tasa de pasaje y el contenido ruminal (Church, 1993).

El grado de hambre actúa sobre la motivación del animal a comer, afectando muchas de las variables del comportamiento ingestivo y del consumo voluntario de forraje (Greenwood y Demment, 1988).

Wade et al. (2006) demostraron que con una alta disponibilidad de forraje, el aumento de la tasa de consumo producido por periodos diarios de ayuno, contrarrestaba la reducción de tiempo disponible para pastorear. En igual sentido, encontraron que modificando el estado interno de 30 vaquillonas de biotipo carnívoras a través de periodos de ayuno matutino, se incrementaba el número de bocados por “estación de pastoreo”.

2.3.3.1 Ayuno y su relación con el consumo en pastoreo: compensación

El ayuno previo al pastoreo ejerce una influencia sobre el patrón de ingestión de los animales. Soca (2000) registró aumentos en el tamaño de bocado para vacunos pastoreando gramíneas cuando fueron expuestos a un periodo de ayuno previo al pastoreo. El ayuno previo afecta también el tiempo de pastoreo total, introduciendo en general menor cantidad de sesiones de pastoreo de mayor duración.

Durante el ayuno, el metabolismo de los animales cambia ya que la absorción de nutrientes provenientes del tracto gastrointestinal disminuye y comienzan procesos catabólicos para cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales (Chilibroste et al., 1999).

Patterson et al. (1998) encontraron que después de un periodo corto de ayuno (2.5 hs) los bovinos aumentan su tasa de bocado, pero no su peso de bocado. Sin embargo, cuando el periodo de ayuno se alargó a 13 horas, el peso de bocado también se incrementó y la tasa de bocado descendió más lentamente respecto a los periodos de ayuno más cortos.

Soca et al. (1999) reportaron que la tasa de bocado descendió a través de la sesión de pastoreo, los animales que sufrieron mayor tiempo de ayuno mostraron mayores tasas de bocado al comienzo en comparación con los animales de menor tiempo de ayuno, pero estas diferencias desaparecen al final del pastoreo.

Greenwood y Demment (1988), en animales ayunados durante la noche observaron diferencias entre la primera y segunda hora de pastoreo, pero no entre la segunda y tercera hora, lo que sugiere que animales ayunados poseen una alta tasa de consumo inicial, donde ocurre baja selectividad de forraje consumido.

Chilibroste et al. (1997) encontraron aumentos en el largo de la primera sesión de pastoreo, cuando el ayuno pasó de 2,5 horas a 16,5 horas. Aplicando diferentes restricciones en tiempo de pastoreo en animales con 16,5 horas de ayuno previo, detectaron alta tasa de consumo en la primera hora de pastoreo, declinando luego a medida que avanza la sesión de pastoreo. El peso de bocado también disminuyó una vez transcurrida la primera hora de pastoreo.

Solo los animales en las sesiones de pastoreo más cortas pastorearon durante todo el tiempo disponible, los otros tratamientos interrumpieron el pastoreo y tuvieron un período de rumia antes de retornar a la actividad nuevamente. En este caso es probable que la alta tasa de ingestión observada en los animales durante la primera hora de pastoreo haya sido a expensas de una baja eficiencia de masticación durante la ingestión y baja selectividad del alimento consumido.

Los cambios observados en el patrón de ingestión y tasa de consumo, son análogos a los cambios introducidos por la imposición de diferentes tiempos de ayuno previo al pastoreo (Soca et al., 2001).

Greenwood y Demment (1988) reportaron que animales ayunados pastorearon un 27% más rápido que los no ayunados, mientras que la tasa de consumo instantánea fue menor hacia la tarde. Como la tasa de consumo instantánea declinó al avanzar el día, los animales ayunados pastorearon un 60% más rápido que los no ayunados durante la mañana, mientras que no hubo diferencia en la tasa de consumo durante la tarde.

Esto está explicado por una mayor movilidad mandibular de los animales ayunados en la mañana, en tanto que los animales sin ayuno presentaron una tasa mandibular constante a lo largo del día. A su vez, se determinó prioridad a la prehensión del forraje en detrimento de masticación, en el caso de animales ayunados (Greenwood y Demment, 1988).

2.4 SUPLEMENTACIÓN SOBRE VERDEOS

La suplementación con concentrados energéticos tiene sentido cuando el alimento base no es limitante en proteína, caso de verdeos y pasturas en crecimiento (Pordomingo, 1995).

El uso de verdeos de invierno se ha vuelto un recurso tradicional en sistemas ganaderos dado el significativo aporte de forraje en el período otoño-invernal. Sin embargo, su dependencia de las condiciones edáficas y climáticas genera amplias variaciones en las disponibilidades de forraje a lo largo del ciclo. Existen antecedentes que señalan que animales manejados sobre este tipo de pasturas durante etapas de desarrollo vegetativo tempranas, registran bajas ganancias de peso vivo respecto a las esperadas de acuerdo a su digestibilidad (Simeone, 2000).

Estos bajos aumentos de peso se han vinculado por una parte a desbalances nutricionales, explicados por una alta proporción de proteína bruta y bajo nivel de carbohidratos solubles que provocarían una baja eficiencia de uso del nitrógeno (N) por parte de los microorganismos del rumen y consecuentemente un incremento en los requerimientos de mantenimiento del animal asociado al costo de excreción del N sobrante bajo la forma de urea.

Por otra parte, el bajo contenido de materia seca de los verdeos, dada la elevada cantidad de humedad que tienen, ocasionaría un bajo consumo efectivo de materia seca y un bajo aporte de fibra efectiva, lo que provocaría a nivel ruminal que se generen condiciones acidóticas.

De acuerdo con Simeone (2004), la suplementación con granos de cereales, ha demostrado consistentemente mejorar la ganancia de peso contribuyendo a sincronizar el aporte de energía y proteína en rumen e incrementando el consumo total de energía.

Con respecto a la forma de suministro del concentrado, Baldi et al. (2008) afirman que al suplementar con concentrados energéticos sin restricción de otros nutrientes, se obtiene por lo general una mejor eficiencia en el uso del suplemento cuando el suministro es diario que cuando se realiza en forma infrecuente, por ejemplo en comederos de autoconsumo.

2.4.1 Respuesta a la suplementación

De acuerdo con Mieres (1997), la respuesta a la suplementación es caracterizada en términos de consumo de materia seca del forraje, materia seca total y digestibilidad de la materia seca del forraje. Por su parte, Vaz Martins (1997) señala que la calidad de la pastura es la variable más importante que afecta la respuesta de los animales frente a la suplementación.

La ganancia de peso individual es el “efecto directo” que surge de la interacción suplemento-pastura, pero también se da un “efecto indirecto” de la suplementación y es el que está relacionado con la modificación de la receptividad de la pastura por el agregado de suplemento. Es decir que al suplementar no sólo puede ocurrir un incremento en las ganancias de peso animal, sino que también, debido a la sustitución de forraje, aumenta la receptividad de las pasturas (Gómez, 1988).

La respuesta productiva que se obtenga de la suplementación dependerá, sobretodo, de la disponibilidad de pasto en el sistema (Leaver et al., 1968) pero también de otro conjunto de factores atribuibles al suplemento (procesamiento, cantidad), al animal (categoría, potencial genético) y factores asociados al manejo (frecuencia de suministro, Baldi et al., 2008).

Con el fin de evaluar la respuesta a la suplementación utilizando sistemas de autoconsumo, se han realizado algunas investigaciones internacionales, obteniendo como resultado que no existen diferencias significativas 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). A nivel nacional también se han realizado estudios con el mismo fin, obteniéndose similares resultados (Blasina et al., 2010).

Simeone et al. (2003), realizaron una investigación para comparar el efecto de la suplementación diaria o semanal con grano entero de maíz sobre terneros Hereford. Se utilizaron 36 animales que fueron asignados en una pradera al 2,5% o 5% de AF y fueron suplementados a razón de 1 kg de suplemento/100 kg de peso vivo, diariamente o una vez cada 7 días en comederos de autoconsumo (con el agregado de 200 gr de sal por kg de grano ofertado para controlar el consumo). El resultado fue que los animales con suplementación diaria presentaron mayor ganancia media que aquellos suplementados una vez por semana en autoconsumo, atribuido de acuerdo con los autores a un menor consumo de grano por parte de estos últimos.

Por otra parte, Cepeda et al. (2005), utilizando terneros Hereford sobre una pastura de raigrás de resiembra al 2.5% de AF, evaluaron la suplementación con maíz entero en comederos de autoconsumo. Los tratamientos fueron: suplementación diaria (1 kg/100 kg PV), suplementación en autoconsumo con recarga semanal (1% PV regulado con sal al 5%), y un testigo sin suplementar. No encontraron diferencias significativas en la performance animal de terneros entre el suministro diario y el uso de comederos de autoconsumo, por tanto no se afectó el consumo de grano ni la respuesta en ganancia en los animales.

Otra investigación se llevó a cabo en el invierno de 2014, en la UPIC realizada por Algorta et al. (2015), y tuvo como objetivo evaluar el efecto de la suplementación con grano de sorgo y la forma de suministro del mismo sobre la ganancia de peso vivo y la

eficiencia de conversión en terneros pastoreando verdes de invierno con ofertas de forraje contrastantes (2.5 y 5.0 % de AF). Se utilizaron 48 terneros Hereford y 3 manejos de suplementación (testigo sin suplementar, suplementación diaria y suplementación utilizando comederos de autoconsumo regulado con sal) con sorgo molido. 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.

Profundizando en el análisis de la forma de suministro dentro del sistema a corral, Lagreca et al. (2008) evaluaron el efecto de diferentes estrategias de incorporación de concentrados y voluminosos a la dieta de terneros, sobre la performance animal. El experimento se llevó a cabo en la UPIC en el invierno de 2006, donde fueron evaluadas dos formas de suministro del concentrado (diario vs. autoconsumo); dos formas de inclusión del voluminoso (mezclado con el concentrado en una ración totalmente mezclada o en forma separada), y dos niveles de suministro del voluminoso (restringido o *ad libitum*). Se utilizaron 40 terneros Hereford de destete precoz. El concentrado estaba compuesto por sorgo quebrado, afrechillo de trigo y expeller de girasol, y fue proporcionado a razón del 2,5% de su PV. Como conclusiones de este trabajo, los autores afirman que estrategias de suministro del alimento en las que el voluminoso se ofreció separado del concentrado no afectaron la ganancia de PV de terneros alimentados en condiciones de corral. Además, el suministro del concentrado en comederos de autoconsumo, así como el nivel de oferta de la fuente de fibra tampoco afectó la ganancia de peso.

Continuando en la misma línea de investigación, Beretta et al. (2011), sobre 48 terneros Hereford en el invierno del 2010, realizaron un experimento con el objetivo de evaluar el sistema de autoconsumo para su uso en dietas sin fibra larga ofrecidas a terneros alimentados a corral (sistema ADT: alimentación diferencial del ternero), a través de su efecto sobre la performance animal. Dichos animales fueron asignados al azar en 8 corrales a cielo abierto, con una ración formulada a base de sorgo molido y suplemento proteico, incluyendo cáscara de arroz como fuente de fibra. Se evaluaron dos tratamientos: suministro diario de la dieta y suministro de la misma dieta en comederos de autoconsumo, ambas en oferta *ad libitum*. Los resultados arrojaron que terneros alimentados a corral con comederos de autoconsumo, si bien registran ganancias levemente inferiores a las observadas en terneros con suministro diario de alimento debido a un menor consumo de MS, presentan una mejor eficiencia de conversión.

Manasliski y Rodríguez (2013), en verano y sobre terneros de destete precoz, evaluaron el efecto de la fuente de fibra (ensilaje vs. retornable fino) y de la forma de suministro del alimento (diario vs. autoconsumo) sobre la ganancia de PV y eficiencia de conversión del alimento, a corral y con raciones totalmente mezcladas, altamente concentradas. El experimento consistió en 27 animales cruce de las razas Hereford y Bonsmara, nacidos en la primavera 2010, distribuidos en 9 corrales a cielo abierto durante 68 días. El alimento evaluado fue una dieta con retornable fino por un lado y ensilaje de planta entera de sorgo picado fino por otro, bajo una misma ración base comercial peleteada para terneros de destete precoz, siendo ambas dietas dos raciones totalmente mezcladas (RTM), ambas ofrecidas *ad libitum*. Por último, se comparó el sistema de autoconsumo con la ración con retornable fino. No se constataron diferencias significativas en la ganancia media diaria bajo ninguno de los tres sistemas evaluados, tampoco se detectaron diferencias entre el sistema de suministro.

2.4.2 Suplementación y tasa de sustitución

La suplementación energética provoca cambios en el ambiente ruminal y en la conducta de pastoreo que generalmente deprimen el consumo de forraje ocasionando así una sustitución de pastura por concentrado (Soto y Reinoso, 2010).

La tasa de sustitución (TS) se define como una disminución en el consumo de forraje por kilo de suplemento, y varía según la cantidad y/o calidad del forraje disponible o asignado por animal, la composición química del forraje y el nivel y tipo de suplemento.

Cuando la $TS < 1$, significa que el consumo total de materia seca en los animales suplementados es mayor que el consumo total de MS en los animales no suplementados. Cuando la $TS = 1$, el consumo total de MS en animales suplementados es el mismo que en los no suplementados (Bargo, 2018).

A mayor calidad de la pastura mayor TS. La suplementación con forrajes conservados (henos, ensilajes) tienden a presentar mayor TS que los concentrados (Soto y Reinoso, 2010).

Cuando la disponibilidad del forraje es alta los animales suplementados reducen su tiempo de pastoreo y por tanto su consumo de forraje, mientras que cuando las asignaciones son más restrictivas el efecto del suplemento sobre el tiempo de pastoreo es pequeño resultando en pequeñas tasas de sustitución (Beever et al., 2000).

Del mismo modo los mayores niveles de suplementación llevan a una reducción en el tiempo dedicado a pastoreo cuando los animales presentan libre acceso a la pastura, pero no tienen efecto significativo cuando el tiempo de acceso a la pastura es restringido (Soca, 2000).

La suplementación afecta el tiempo total de pastoreo y su intensidad. Los animales suplementados presentan un pastoreo de mayor intensidad que los no suplementados, dado que emplean menos tiempo en la búsqueda de forraje (Krysl y Hess, 1995). En promedio, el tiempo de vacas no suplementadas es 578 min/día y el tiempo de pastoreo es reducido 12 min/día por cada kg de concentrado (Bargo, 2016).

Beretta et al. (2017) demostraron que la suplementación con sorgo mejoró la ganancia de peso en pastoreo en relación con animales sin suplementar asociada a un mayor consumo de materia seca total. Por otra parte, la suplementación con heno de moha registró similar ganancia de peso vivo que suplementados con grano de sorgo.

Bargo (2018) sostiene que *“como lo han sostenido varios estudios, la suplementación con concentrados no debe aplicarse de manera excesiva, sino ajustada a los requerimientos del animal, cuya alimentación debe comenzar antes que nada por un buen manejo del pasto”*. La tasa de sustitución ideal debería ubicarse entre 0 y 1, tratando de acercarse lo más posible a 0. En general, una tasa inferior a 0.5 es lo que se busca para lograr una respuesta económica, además de productiva.

Cambios en la relación de sustitución-adición entre la pastura y el suplemento según el tipo y cantidad de suplemento usado afectan el peso relativo de la pastura en la dieta de los novillos suplementados, lo que modificaría en diferente grado la composición química y nutricional de las dietas.

2.4.3 Tipos de suplementos

Los suplementos presentan distintas características físico-químicas que determinan que las velocidades de consumo sean diferentes. De esta manera, los concentrados energéticos o proteicos tienen mayor velocidad de ingestión y menor tiempo de exposición que los voluminosos (henos y silajes, Mieres, 1997).

Los suplementos nitrogenados tienen diferente naturaleza y básicamente se diferencian en proteicos y no proteicos y dentro de estos dos grupos se clasifican según sean más o menos degradables a nivel ruminal. Además pueden ser solubles o insolubles al mismo nivel. Independientemente del tipo de suplemento nitrogenado utilizado, ocurre un aumento en el consumo de forraje, siempre que la dieta base sea de baja calidad. Esta situación determina que el consumo total de materia seca se incremente y también aumenta la digestibilidad de la materia seca del forraje (Mieres, 1997). De todos modos, según Mancilla (2002), la eficiencia de producción de los rumiantes por lo general se ve limitada principalmente por el consumo de energía y por la efectividad de su utilización, pero no por el suministro de proteína.

Por otro lado, están los suplementos energéticos que se corresponden con todo aquel alimento que esté hecho en base a granos. La suplementación energética por lo

general se utiliza cuando la dieta base son pasturas de media a baja digestibilidad. En términos generales la suplementación deprime el consumo de forraje sea cual sea la dieta base, el tipo y el nivel de suplemento. En la medida que estos sean ricos en almidón (maíz, sorgo) y sean suministrados en cantidades elevadas pueden generar disminuciones en la digestibilidad del forraje y sobre todo en la fracción fibra que es lo que genera esa disminución en el consumo (Mieres, 1997).

Al ofrecer granos de mayor digestión en el rumen, se aumenta la liberación de energía a ese nivel, con la posibilidad de lograr una buena sincronía con la proteína aportada por los forrajes de alta calidad. De esta forma se logra un mejor balance de nutrientes para el animal (Baldi et al., 2008).

Los granos de cereales aportan energía en forma de almidón, pero difieren en su composición y tasa de liberación hacia el tracto digestivo del animal. El almidón de los cereales de invierno (trigo, cebada) es de rápida liberación, solubilidad y fermentación ruminal, en tanto que los de cereales de verano (maíz, sorgo), tienen fermentación más lenta en el rumen y otra fracción es digerida a nivel de intestino delgado (Pordomingo, 2003).

A través del procesamiento de los granos se puede aumentar la digestión y a su vez evitar que los granos de cereales pasen enteros a través del tracto digestivo. El valor nutritivo de los mismos puede mejorarse al modificar la estructura y/o su composición química (Rosso, 2004).

Con respecto a la fibra, cuando se incluye en dietas con alto contenido de almidón, tiene un rol principalmente físico o mecánico más que nutritivo, ya que el valor alimenticio de la celulosa en este tipo de dietas es muy bajo, principalmente por su baja degradación ruminal, consecuencia del escaso desarrollo de bacterias celulolíticas para digerir eficientemente la fibra. Por ende, el objetivo principal de la fibra en estos casos es reducir la tasa de consumo y promover la rumia, la salivación y la consecuente producción de buffer ruminal para disminuir el riesgo de acidosis (Pordomingo, 2013).

Según este autor, la fuente de fibra más utilizada es el heno (rollo o fardos) procesado, picado o molido grueso y de calidad intermedia o baja. Sin embargo, el efecto de “fibra efectiva” deseado no radica en el aporte energético de esa fracción sino en el efecto mecánico por lo que también se usan sustitutos de menor costo que el heno que cumplen funciones similares como las cáscaras de semillas y residuos fibrosos de la industria de los alimentos (como el retornable fino).

2.5 HIPÓTESIS

La restricción del tiempo de acceso a la pastura, a través del encierro nocturno (17:00 a 11:00 hs) de terneros pastoreando avena no afecta a la performance animal. Esta respuesta estaría mediada por cambios en el comportamiento ingestivo en pastoreo que permitirían compensar el menor tiempo de acceso al verdeo sin afectar el consumo diario de forraje respecto a animales testigo sin encierro nocturno.

Suplementar los animales en el encierre con un concentrado energético-proteico permite incrementar la ganancia de peso vivo, pero dicha respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento variará dependiendo del nivel de oferta (1 kg/100 kg de peso vivo vs. *ad libitum* en régimen de autoconsumo).

La permanencia de los animales en los corrales de encierre durante los días de lluvia, cumpliría con el objetivo de mantener una alta tasa de ganancia de los mismos a través de la suplementación en comederos de autoconsumo *ad libitum*.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PERÍODO DE EVALUACIÓN Y ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado entre el 08/06/2017 y el 31/8/2017 en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental Mario Alberto Cassinoni (EEMAC) perteneciente a la Facultad de Agronomía. Esta se ubica en la Seccional Policial 4ª. y 1ª. sección judicial del departamento de Paysandú, sobre ruta 3 km. 363, a 32° 20.9' de latitud Sur y 58° 2.2' de longitud Oeste, siendo la elevación sobre el nivel del mar de 61 metros.

Los suelos sobre los cuales se encuentra la estación experimental pertenecen a la unidad San Manuel (grupo CONEAT 11.3) la cual posee como suelos dominantes brunosoles éutricos típicos de textura limo-arcillosa, con nítido contraste entre horizontes y drenaje moderado. Presenta un relieve caracterizado por lomadas suaves, pendientes moderadas y como material generador sedimentos limosos consolidados (Durán, 1991).

3.2 CLIMA

El registro histórico de precipitaciones y temperatura de la zona que comprende el área experimental, fueron proporcionados por la estación meteorológica de la EEMAC, se tomaron para los meses de junio, julio y agosto, para el periodo comprendido entre el año 2002 y el 2014. También se registraron las precipitaciones y temperatura diaria durante el experimento.

Cuadro 3. Variables climáticas para el año 2017 y para la serie histórica 2002 - 2014

Mes	Lluvia (mm)	Desvío estándar	Temperatura	Desvío estándar
junio (02-14)	57	50	12,0	1,54
julio (02-14)	64	41	11,7	1,90
agosto (02-14)	97	84	12,8	1,51
jun. 2017	20	s/d	13,5	s/d
jul. 2017	55	s/d	14,3	s/d
ago. 2017	326	s/d	14,6	s/d

s/d: sin dato.

La temperatura promedio durante el período experimental fue superior a la indicada en el promedio histórico, pero manteniéndose dentro de los valores esperados para estos meses.

En junio y julio las precipitaciones estuvieron por debajo del promedio, mientras que en agosto estuvieron por encima, superando los valores de desvío estándar marcados para esta variable, indicando que este mes no estuvo dentro de las condiciones normales.

3.3 ANIMALES

Se utilizaron 60 terneros castrados de raza Hereford con un peso promedio al inicio del experimento de $131 \text{ kg} \pm 1.86$, provenientes del rodeo experimental de la EEMAC, nacidos en la primavera del año 2016. Todos los animales habían sido identificados al nacer con caravana numerada.

3.4 PASTURA Y SUPLEMENTO

El trabajo fue realizado en un área de 28 hectáreas (potrero 6) de *Avena bizantina* cv. LE 1095a, sembrada el 03/04/2017, que presentó una disponibilidad inicial de $2750 \pm 141 \text{ kg de MS/ha}$ y $37 \pm 0.56 \text{ cm}$ de altura. Previo a la siembra se realizaron dos aplicaciones de herbicida, el 27/01/2017 con 5 lt Gliserb Supra II y el 14/03/2017 con 3 lt del mismo producto. También se fertilizó el 01/04/2017 con 100 kg de 18-46-0 y se volvió a aplicar herbicida el mismo día, 2 lt de Gliserb Supra II. Post siembra, el 04/05/2017 se realizó la última aplicación de herbicida, 15 g/ha de Clerb.

Como suplemento se utilizó una mezcla de grano de sorgo molido (60 %), burlanda seca de sorgo (32%) y retornable fino (8%) como fuente de fibra efectiva.

3.5 INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES

Para la realización del experimento se armaron 8 corrales de piso de tierra a cielo abierto, ubicados contiguos a la pastura de avena, delimitados por hilo eléctrico, destinados al encierre nocturno de terneros, con una superficie estimada de unos 132 m^2 ($22 \text{ m}^2/\text{ternero}$).

Cuatro corrales contaron con un comedero de autoconsumo (capacidad para 500 kg y un frente de ataque de 16.6 cm por animal) cada uno y otros dos corrales contaron, cada uno, con un comedero de acceso lineal para el suministro diario de suplemento, con un frente de acceso por animal de 45 cm. Adjunto a los corrales se instalaron dos bebederos de aproximadamente 3 m de largo por 40 cm de alto y 60 cm de ancho, con una capacidad aproximada de 150 lt cada uno. Para el pesaje de los animales y demás tareas como las relacionadas a la sanidad, se utilizaron los corrales y las mangas correspondientes al sector de producción ganadera de la Facultad de Agronomía.

3.6 TRATAMIENTOS

Los animales fueron bloqueados por peso vivo en 2 lotes, livianos y pesados (116 y 149 kg PV promedio respectivamente). Luego fueron sorteados dentro de cada bloque a 5 tratamientos difiriendo en el manejo del pastoreo y la estrategia de suplementación:

- 1) pastoreo libre (sin encierro nocturno) sin suplementación (PN)
- 2) pastoreo con encierro nocturno sin suplementación (PE)
- 3) pastoreo con encierro nocturno, más suplementación diaria a razón de 1 kg/100 kg de peso vivo (PES1)
- 4) pastoreo con encierro nocturno, más suplementación *ad libitum* en comederos de autoconsumo (PEA)
- 5) pastoreo con encierro nocturno, más suplementación *ad libitum* en comederos de autoconsumo, pero regulando el acceso a la pastura según las condiciones climáticas (PEALL).

Cada tratamiento quedo constituido por dos repeticiones (n=2), y cada repetición integrada por 6 terneros pastoreando una parcela independiente.

El encierro nocturno fue realizado a partir de las 17:00 hs retornando al pastoreo a las 11:00 hs, cada repetición era mantenida en un corral independiente. La suplementación fue realizada en el área de encierro nocturno.

En el tratamiento PES1 el suplemento fue ofrecido en la mañana antes de salir al pastoreo, mientras que en PEA y PEALL con autoconsumo el suplemento estuvo siempre disponible en el comedero. En el tratamiento PEALL los animales fueron retirados de la parcela de pastoreo cada vez que ocurrían precipitaciones, permaneciendo en el encierro hasta que las condiciones del terreno fueran apropiadas para el pastoreo, consumiendo el mismo suplemento como único alimento. Al inicio del experimento se planteó que si durante un periodo de 15 días no se registraban lluvias, se simularía un encierre de cuatro días a efectos de evaluar el impacto del encierre intermitente sobre la performance animal, pero este procedimiento no fue necesario. La cantidad de suplemento ofrecida en PES1 fue ajustada en la fecha de cada pesada.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El período experimental tuvo una duración de 86 días, precedido de una fase de acostumbamiento de los animales al consumo de concentrado que duró 7 días.

3.7.1 Período pre experimental

Los terneros a ser suplementados fueron gradualmente introducidos al consumo de suplemento y manejo del pastoreo en avena. Esta etapa tuvo una duración de 7 días,

durante la cual los animales estuvieron encerrados en los corrales de manera permanente y se les fue suministrando suplemento de manera gradual, de modo que el día 7 cada uno de los animales llegó a consumir el 1 % de su peso vivo. Durante estos 7 días los animales fueron llevados a tomar agua de manera normal una vez por día. Los tratamientos que no tenían suplementación no pasaron por esta etapa de acostumbramiento, permaneciendo en la pastura de avena.

Previo al inicio del periodo experimental se le realizó sanidad completa a cada uno de los animales participantes del experimento.

3.7.2 Período experimental

Finalizado el periodo de adaptación, los animales fueron pesados en ayuno siendo este registro considerado como peso vivo (PV) de inicio de experimento.

Se realizó pastoreo rotativo en franjas de 7 días de ocupación, presentando cada tratamiento y repetición una franja independiente. La oferta de forraje fue ajustada en 5 kg de MS/100 kg de peso vivo, regulando el área de la parcela en base a la MS disponible y al último peso vivo registrado para cada repetición

Los comederos de autoconsumo, eran llenados con cantidad necesaria para una semana cuando los animales estaban fuera de los corrales, para evitar que estos asocien estas instancias con un momento para ir a ingerir alimento y se perdiera de este modo el sentido del autoconsumo. El mismo criterio se utilizó en los casos en que fue necesario adicionar cantidades extras.

Para todos los tratamientos suplementados la cantidad de ración se ajustó conforme variaba el PV de los animales de cada repetición. Dado que los bebederos no estaban disponible en las parcelas, los animales fueron llevados diariamente a tomar agua.

3.8 SANIDAD ANIMAL

Previo al comienzo del experimento se realizó un control sanitario completo a todos los animales. Todos fueron dosificados con Ivermectina (Saguaycid) a razón de 5 cc, e inmunizados contra mancha (5 cc) y gangrena (2 cc). Posteriormente se continuaron realizando tratamientos antiparasitarios, tanto internos como externos, en este caso con Actyl pour on.

Se registraron 4 casos particulares de animales que tuvieron que ser tratados dada la presencia de lesiones ulcerativas en el labio superior, y adenomegalia submandibular. Se los trato el 20/07/2017 con Terramicina/L.A 20 ml y el tratamiento se volvió a repetir el 22/07/2017, permaneciendo los mismos con el resto de los animales.

También se trataron 3 animales por presentar actinobacilosis, los cuales fueron aislados por un periodo de 24 horas del resto del lote, permaneciendo en la pastura de avena, sin consumo de suplemento.

3.9 REGISTROS Y MEDICIONES

3.9.1 Animales

3.9.1.1 Peso vivo

Los animales fueron pesados cada 14 días, una vez por la tarde ni bien llegaban a las mangas para así poder determinar el destare, y al otro día temprano en la mañana en ayuno, sin orden de ingreso predeterminado, mezclados todos los tratamientos. La ganancia diaria se estimó a partir de la regresión del peso vivo en el tiempo.

3.9.2 Pastura

3.9.2.1 Biomasa de forraje ofrecido para el ajuste de la oferta de forraje

Esta se estimó semanalmente en el área a ser utilizada en los siguientes siete días, mediante la técnica de doble muestreo (Moliterno, 1986) utilizando una escala de tres puntos, con dos repeticiones. Para la asignación de puntaje se utilizó un cuadrado de 30x30 cm, que fue tirado en toda el área en cuestión (asignando medio punto de ser necesario). Las muestras de las escalas fueron cortadas al ras del suelo y secadas en estufa (60 °C por 48 horas, hasta peso constante) para la determinación del peso seco de forraje contenido en cada cuadro, y conservadas para posterior análisis químico.

3.9.2.2 Altura del forraje disponible

La altura del forraje fue registrada en cinco puntos de la diagonal del cuadro en cada punto de la escala. Se determinó con regla registrando el punto de la hoja viva más alta (sin extender) que toca la regla.

3.9.2.3 Consumo de forraje (método agronómico = forraje desaparecido)

El consumo de forraje en cada parcela fue estimado en las semanas pares a partir del forraje desaparecido y el cálculo de la utilización de forraje (UF):

$$\text{UF (\%)} = (\text{biomasa de forraje desaparecido} / \text{biomasa ofrecida}) * 100$$
$$\text{CMS (kg/100 kg peso vivo)} = \text{OF} * \text{UF}$$

3.9.2.4 Biomasa y altura de forraje ofrecido

Se estimó para cada parcela de pastoreo previo al ingreso de los animales, mediante la técnica del doble muestreo ya descrita. La altura del forraje fue registrada en una de cada dos veces que se tiraba el cuadro en un punto, utilizando la misma técnica de medir con regla el punto que ésta toca la hoja viva más alta.

3.9.2.5 Biomasa y altura de forraje residual

Fue estimada mediante la misma metodología que para el ofrecido, luego que los animales dejaban la parcela para ingresar a una nueva. En cada parcela de pastoreo se tomó una muestra del forraje consumido mediante la técnica del “hand-clipping”. Estos muestreos se realizaron en el área adyacente a la parcela sin pastorear, simulando el residuo promedio observado (Mattiauda et al., 2013).

3.9.2.6 Cambio en el contenido de materia seca de forraje

En estas mismas semanas (pares) coincidiendo con la fecha de ingreso a una nueva parcela se tomaron muestras del forraje ofrecido a las 08:00 horas y a las 11:00 horas, a efectos de determinar el cambio en el contenido de MS del forraje. Estos cortes fueron realizados de modo apareado en un área representativa.

3.9.3 Consumo de suplemento

El consumo de suplemento fue estimado en cada corral de encierre nocturno como la diferencia entre la cantidad ofrecida y rechazada. El contenido de materia seca de los ingredientes de la ración (% MS) se determinó semanalmente, a los efectos del ajuste de las cantidades en base fresca.

. La cantidad de materia seca ofrecida al tratamiento PES1 fue pesada diariamente, mientras que el suplemento residual debía ser retirado del comedero y pesado todas las mañana, pero en ningún día se encontró. En los tratamientos que presentaban comederos de autoconsumo (PEA y PEALL) al inicio de cada semana el comedero de autoconsumo era llenado con cantidad suficiente para siete días. Al finalizar la semana (coincidiendo con el cambio de franja de pastoreo) se pesaba el residuo presente en el comedero a efectos de cuantificar el consumo total semanal. Este residuo fue muestreado y secado.

En las semanas pares, coincidiendo con las semanas de medición del consumo de forraje, el consumo de suplemento en los comederos de autoconsumo fue medido diariamente. En este caso cada 24 horas se pesaba el residuo en comedero y se retornaba al mismo.

3.9.4 Consumo de energía metabolizable (EM), fibra detergente neutro (FDN) y proteína cruda (PC)

A partir de los análisis químicos de las muestras de forraje y de los ingredientes de la ración utilizada (grano de sorgo molido, burlanda seca de sorgo y retornable fino) se obtuvieron los valores de FDA, FDN y PC que cada muestra contenía. Éstos se multiplicaron por las proporciones en que los diferentes manejos consumieron pastura y suplemento, obteniendo así el consumo de EM, FDN y PC.

El cálculo de EM se realizó siguiendo la ecuación planteada por Di Marco (1993):
$$EM \text{ (Mcal/kg MS)} = EB * DIVMS * 0,82; \text{ DIVMS} = 88,9 - (\%FDA * 0,779)$$

3.9.5 Patrón de defoliación y comportamiento ingestivo

El patrón de defoliación fue caracterizado en las semanas 2 y 6 durante 7 días, registrando diariamente la altura del forraje disponible cada 24 horas, finalizando con la altura del forraje residual luego que los animales cambiaban de parcela. La misma se registró de igual forma a como se describió en el punto 3.9.2.2.

El patrón de comportamiento ingestivo fue caracterizado en las mismas 2 semanas, en los días 2 y 6, en dos animales por repetición. Mediante observación directa desde las 8:00 hs hasta las 17:00 hs en el tratamiento PN, y desde las 11:00 hasta las 17:00 hs en el resto de los tratamientos, se registró cada 15 minutos la actividad que estaba realizando el animal: pastoreo efectivo, rumia o descanso. La tasa de bocado fue medida en los mismos animales durante la primera sesión de pastoreo en la mañana y a la tarde, registrando el número de bocados realizados en un minuto (dos repeticiones de la medición).

3.9.6 Registros climáticos

Al finalizar el periodo experimental se tomaron los registros climáticos diarios desde la estación meteorológica de la EEMAC, de donde se obtuvieron los datos de temperatura diaria y de precipitaciones para dicho período.

3.10 ANÁLISIS QUÍMICOS

Las muestras de suplemento, forraje ofrecido y consumido, fueron combinadas en una muestra compuesta por parcela para todo el periodo experimental y enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía para la determinación del contenido materia seca (MS), cenizas (C), nitrógeno (N), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). En el anexo 1 se presentan valores promedios para todo el

período de la composición química de la pastura y el suplemento utilizados en el experimento.

El contenido de MS se determinó por secado de la muestra a 105 °C (AOAC, 2012). El contenido de cenizas se obtuvo a través de una incineración de la muestra a 600 °C durante varias horas.

Para la determinación del contenido total de nitrógeno del alimento se utilizó la técnica de “kjeldahl”, según AOAC (2012). Para cuantificar la proteína cruda, se asume que todo el nitrógeno del alimento está en forma de proteína, y que éstas contienen 16 % de N, por lo cual el nitrógeno obtenido se multiplica por el factor 6.25 (Trujillo y Marichal, 2014).

Los contenidos de FDN y FDA fueron determinados con tecnología “ankom (fiber analyzer 200)” de forma secuencial (Van Soest et al., 1991).

3.11 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio del efecto de los tratamientos en la ganancia diaria, se ajustó un modelo estadístico lineal mixto, de heterogeneidad dependiente del peso vivo en función del tiempo de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + T_i + B_j + \varepsilon_{ijk} + \beta_1 D_{kl} + \beta_{1i} T_i D_{kl} + \beta_2 PV \text{ inicial} + \varepsilon_{ijkl}$$

Siendo:

Y_{ijkl} = peso vivo del l-ésimo grupo de animales, perteneciente al i-ésimo tratamiento en el día k

β_0 = intercepto.

T_i = tratamiento (i = PN, PE, PES1, PEA, PEALL).

B_j = efecto del bloque.

β_1 = coeficiente de regresión asociado a la medición repetida (D_k).

$\beta_{1i} T_i$ = coeficiente de regresión asociado a la medida repetida para cada tratamiento (ganancia diaria por tratamiento).

β_2 = coeficiente de regresión asociado a la covariable PV inicial.

ε_{ijk} = error experimental (entre repeticiones).

ε_{ijkl} = error de la medida repetida (dentro de grupos, entre mediciones).

Se utilizó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS, considerando la autocorrelación entre las medidas repetidas en el tiempo. Los coeficientes de regresión respecto a los días (ganancias diarias) de los diferentes tratamientos, fueron comparados por el test de Tukey.

Las variables peso final, eficiencia de conversión del suplemento y tasa de sustitución, fueron analizadas utilizando Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + \beta_1 \text{ PV inicial} + \epsilon_{ij}$$

Siendo:

Y_{ij} = Variable medida en el j-ésimo grupo de animales, perteneciente al i-ésimo tratamiento.

μ = media general.

T_i = i-ésimo tratamiento.

B_j = efecto bloque.

ϵ_{ij} = error experimental (entre grupos de animales).

Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey.

El efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo, fue estudiado a través de modelos lineales generalizados de medidas repetidas en el tiempo, asumiendo que el número de veces que un animal realiza una actividad, en relación al total de veces observado, tuvo distribución binomial.

Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$\text{Ln}(p/(1-p)) = \beta_0 + T_i + P_j + (TP)_{ij} + D_k(P)_j$$

Donde:

P = probabilidad de rumia, descanso o pastoreo.

β_0 = intercepto.

T_i = efecto de los tratamientos.

P_j = efecto del período (semana).

$(TP)_{ij}$ = interacción entre tratamiento y semana.

$D_k(P)_j$ = efecto de los días dentro de cada semana.

Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey.

El efecto de los tratamientos sobre la tasa de bocado, fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + \epsilon_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + D_l(P)_k + \epsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} = tasa de bocado.

μ = media general.

T_i = efecto de los tratamientos.

B_j = efecto bloque.

ε_{ij} = error experimental.

P_k = efecto del período (semana).

$(TP)_{ik}$ = interacción entre tratamiento y semana.

$DI(P)_k$ = efecto de los días dentro de cada semana.

ε_{ijkl} = error de la medida repetida.

Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey.

El efecto de los tratamientos sobre los componentes de la alimentación (disponible, rechazo, utilización y consumo), fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. Los modelos tuvieron la siguiente forma general:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + \varepsilon_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = disponible, rechazo, utilización o consumo.

μ = media general.

T_i = efecto de los tratamientos.

B_j = efecto bloque.

ε_{ij} = error experimental.

P_k = efecto del período (semana).

$(TP)_{ik}$ = interacción entre tratamiento y semana.

ε_{ijk} = error de la medida repetida.

Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS

El comportamiento, la fisiología y la salud del ganado son influenciados directamente por el medioambiente en el cual viven, pudiendo afectar significativamente el desempeño económico del mismo. Además, el clima afecta indirectamente al ganado reduciendo la cantidad y calidad de las diversas fuentes de alimento (MAFF, citado por Arias et al., 2008).

En ciertas ocasiones, los animales sufren estrés ya sea por altas o bajas temperaturas o bien por una combinación de factores negativos a los que se someten. De acuerdo con Arias et al. (2008) para hacer frente a estos períodos desfavorables primariamente realizan modificaciones fisiológicas y de comportamiento, manifestándose en la mayoría de los casos como cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados. Estos cambios en los requerimientos, así como las estrategias adoptadas por los animales para enfrentar el período de estrés, provocan una reducción en su desempeño productivo.

A continuación se describen las condiciones ambientales durante el período experimental.

4.1.1 Temperatura

Los datos de temperatura en los meses de estudio (junio, julio y agosto se presentaron el cuadro 3.

Se registraron valores de temperatura superiores a los históricos (+1.43 °C junio, +2.48 °C julio, +1.49 °C agosto), pero manteniéndose dentro de los valores normales para estos meses (ver desvío estándar en cuadro 3).

De acuerdo con García (2007), los animales presentan un punto de termoneutralidad que puede ser afectado por condiciones climáticas extremas, ya sea calor o frío. Bavera y Beguet (2003) reportan para ganado Aberdeen Angus, que la zona de confort o de termoneutralidad varía entre 0 y 16 °C. Estos valores representan los límites fuera de los cuales los animales requieren activar mecanismos termoregulatorios (de comportamiento y/o fisiológicos) para conservar la temperatura corporal y así asegurar su supervivencia en desmedro de la productividad.

Se puede concluir en base a esta información, que salvo algunos días excepcionales en los que se superaron los 16 °C, las temperaturas se mantuvieron dentro del rango de termoneutralidad de los animales.

4.1.2 Precipitaciones

En la figura 1, se muestran los registros de precipitaciones durante las 12 semanas experimentales.

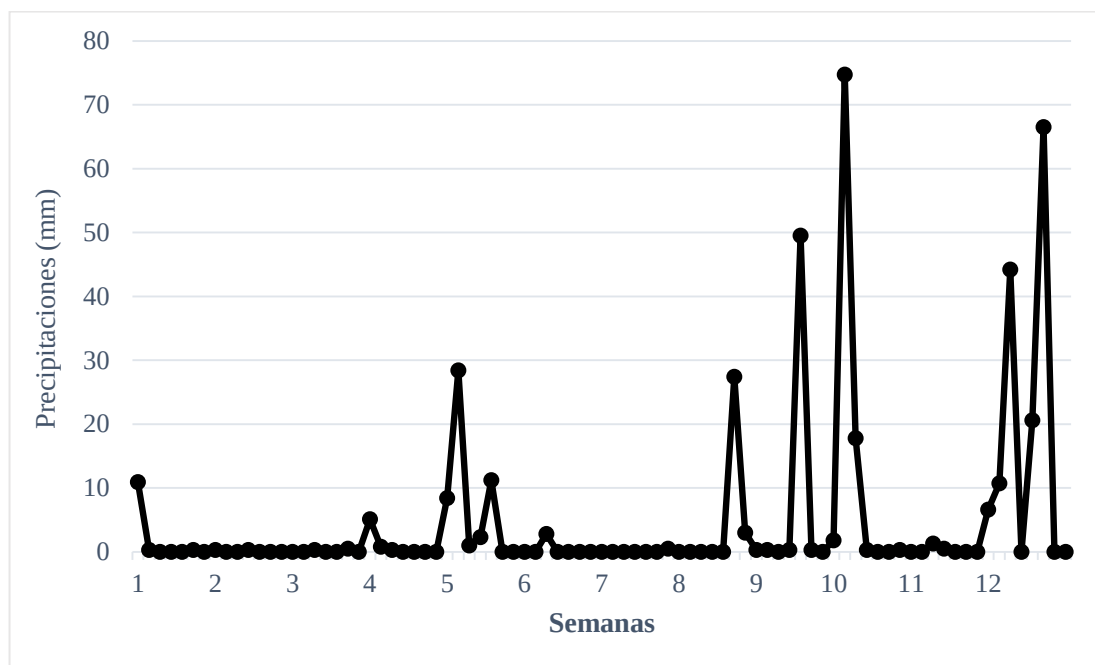


Figura 1. Registro de precipitaciones diarias durante el período experimental

Las precipitaciones fueron por debajo de la media histórica en los meses de junio y julio; contrariamente en el mes de agosto se registraron valores de precipitaciones 236% superiores al promedio histórico ($326 \text{ vs. } 97 \pm 84$, cuadro 5).

Durante los 86 días de experimento, en 36 se registraron precipitaciones, o sea, en un 42% del tiempo experimental, con un acumulado de 401.1 mm, siendo la intensidad y frecuencia de los eventos variables. La duración de los eventos varió entre 1 y 5 días.

Lluvias fuertes y prolongadas pueden disminuir el consumo hasta 30 %, tanto en zonas termoneutrales como a bajas temperaturas, en condiciones de corral o pastoreo. Las precipitaciones y el barro en corrales, afectan negativamente el consumo y aumentan los requerimientos de energía para mantenimiento (Arias et al., 2008).

La ocurrencia de barro en los corrales de encierre nocturno fue controlada colocando en las aproximaciones de los comederos de autoconsumo pedregullo que mantuviera el suelo firme y disminuyera la cantidad de barro, logrando así que los efectos negativos de éste no fueran significativos.

De acuerdo con Moreyra et al. (2014), la producción promedio de forraje de la avena en el invierno es de 5500 kg MS/ha, llegando al primer pastoreo con una producción promedio de aproximadamente 2000 kg MS/ha. El verdeo utilizado en esta investigación presentó una producción acumulada al primer pastoreo de 2750 kg MS/ha, valor que sugiere que el clima del invierno de 2017 no resintió la producción inicial del mismo.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA Y EFECTO DE LOS MANEJOS SOBRE LA INTENSIDAD DE PASTOREO

4.2.1 Condiciones de la pastura

La disponibilidad de forraje al momento de ingreso a las parcelas fue en promedio 2750 ± 141 kg/ha ($p < .0001$) con una altura promedio de 37 ± 0.56 cm. En la figura 2 se muestra la evolución de ambas variables durante el experimento.

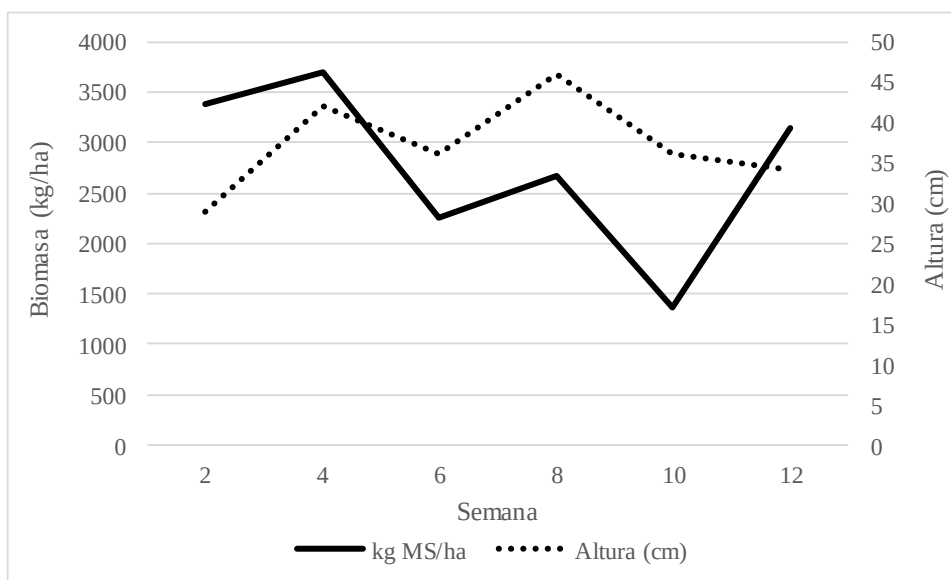


Figura 2. Evolución de la biomasa (kg/ha) y de la altura (cm) de la pastura (período 08/06/2017 al 31/08/2017)

Las variaciones en las disponibilidades de forraje a lo largo del ciclo pudieron deberse a la dependencia de los verdeos de invierno de las condiciones edáficas y climáticas (Zanoniani y Noell 1997, Perrachón 2009).

En un experimento de Acosta et al. (2007), en el cual se realizó pastoreo con novillos de 345 ± 20 kg PV pastoreando un verdeo de avena, con una asignación de forraje

de 6% PV, obtuvieron una disponibilidad promedio de 2667 kg MS/ha y un remanente promedio de 1830 kg MS/ha.

Algorta et al. (2015) en su investigación combinando el uso de avena, la recría de terneros y el sistema de autoconsumo, obtuvieron una disponibilidad promedio de 2336 kg MS/ha y 27 cm de altura promedio.

4.2.2 Variación diurna en el contenido de materia seca de la pastura

En promedio para todo el período de evaluación, el contenido de MS de la avena fue 18.3% a las 08:00 hs, aumentando a 20% hacia las 11:00 hs (cuadro 4). Dichos horarios se correspondieron con los momentos en los que se iniciaba la primera sesión de pastoreo para los animales testigo y para los tratamientos con encierre nocturno.

Cuadro 4. Cambio en el contenido de materia seca de una pastura de avena en dos horarios de muestreo

	Muestra (g) 8:00 am	Muestra (g) 11:00 am
Promedio base fresca	81,61	82,62
Promedio base seca	14,93	16,51
Contenido MS (%)	18,30	20,00

Las diferencias entre las muestras de forraje que se tomaron fueron mínimas, tanto cuando se midió su peso en base fresca o en base seca. Esto coincide con lo reportado por Da Silva y Rocha (2006) sobre la variación diaria en el contenido de MS de una pastura de raigrás de resiembra natural.

Verdeos de invierno en el período otoño-invierno y sobre todo en las primeras horas del día presentan la limitante de tener bajos valores de MS (14,2 % a 18,5 %), pudiendo esto limitar el consumo de materia seca en la mayoría de los casos (Amigone y Kloster, 1997).

Según Chilibraste (2002) la concentración de MS y CHS de los forrajes, aumenta a lo largo del día debido a un proceso de pérdida de humedad y acumulación de fotosintatos, lo que conduciría a que la mayor concentración energética de las pasturas se dé hacia el fin del día.

Al final del período experimental, se analizó una muestra compuesta del verdeo utilizado, determinando que éste disponía de 91.63 % MS, 12.5 % PC, 55 % FDN, 27.1 % FDA y 12.3 % cenizas.

4.2.3 Efecto de los manejos sobre la intensidad de pastoreo

En el cuadro 5 se presentan los efectos del tratamiento, la semana y la interacción entre ambos sobre los tratamientos, sobre la biomasa remanente y utilización del forraje.

Cuadro 5. Efecto del manejo de pastoreo y la suplementación sobre características del remanente y utilización de pastura por terneros

	Tratamientos*					Efectos		
	PN	PE	PES1	PEA	PEALL	Tratamiento p-valor	Semana p-valor	Trat.*sem. p-valor
Biomasa entrada	2732	2567	2797	2758	2898	0,6149	<,0001	0,1689
Altura entrada	36,5	36,95	36,58	38,33	36,25	0,0959	<,0001	0,0082
Biomasa residual	799 c	1295 b	1402 b	1508 ab	1947 a	0,0027	<,0001	<,0001
Altura residual	11,53 c	16,81 bc	17,61 bc	21,18 a	25,42 a	0,0058	<,0001	<,0001
Utilización	68,14 a	55,45 ab	51,33 b	45,19 bc	30,19 c	0,0021	<,0001	<,0001

a, b, c: letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

*PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima. OF: 5 kg MS/100 kg peso vivo, pastoreo en franjas de 7 días.

El forraje residual promedio luego de una semana de pastoreo fue de 1390 kg/ha, difiriendo según el tratamiento, la semana y la interacción tratamiento*semana.

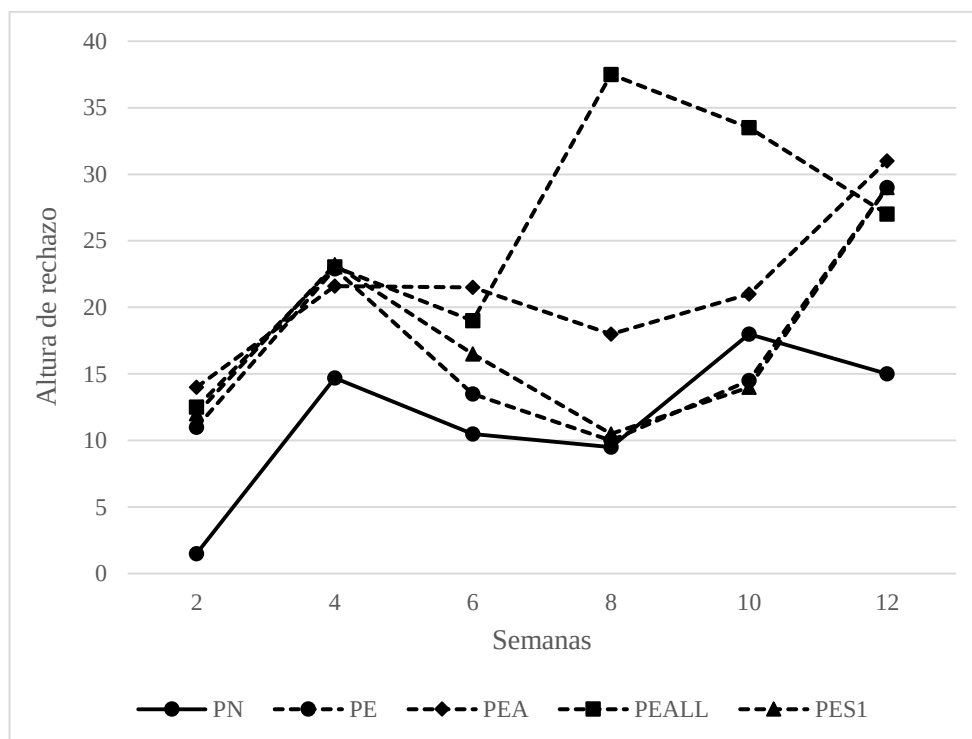
Tanto la biomasa de entrada como la altura de entrada se vieron afectadas por el efecto semana, algo esperable ya que el clima influye directamente sobre estas características. La disponibilidad de forraje fluctuó entre semanas, aunque siguiendo una tendencia a la baja como se observó en la figura 2.

Los animales con pastoreo libre (PN) fueron los que presentaron un menor forraje residual, diferenciándose estadísticamente de PE. Si bien se registró un pastoreo más intenso en PN, la altura residual no fue significativamente diferente del tratamiento con encierre nocturno PE, en tanto que éste último, considerando los tratamientos con encierre nocturno, sólo se diferenció de PEALL.

Diversos trabajos en verdeos de invierno que evalúan el efecto de la carga animal y la asignación de forraje sobre la altura residual, utilizando animales de recría, con igual manejo que PN reportan una altura de residuo entre 8 y 10 cm (Berastegui, 2017) similar a la observada en el presente trabajo. En la figura 3, puede observarse cómo evolucionó la altura residual en el tiempo experimental para cada tratamiento.

La suplementación al 1% del peso vivo no marcó diferencias con respecto a PE; en tanto que con la suplementación *ad libitum* en autoconsumo se redujo la intensidad del pastoreo, lo que se vio reflejado en mayor altura residual y menor utilización del forraje.

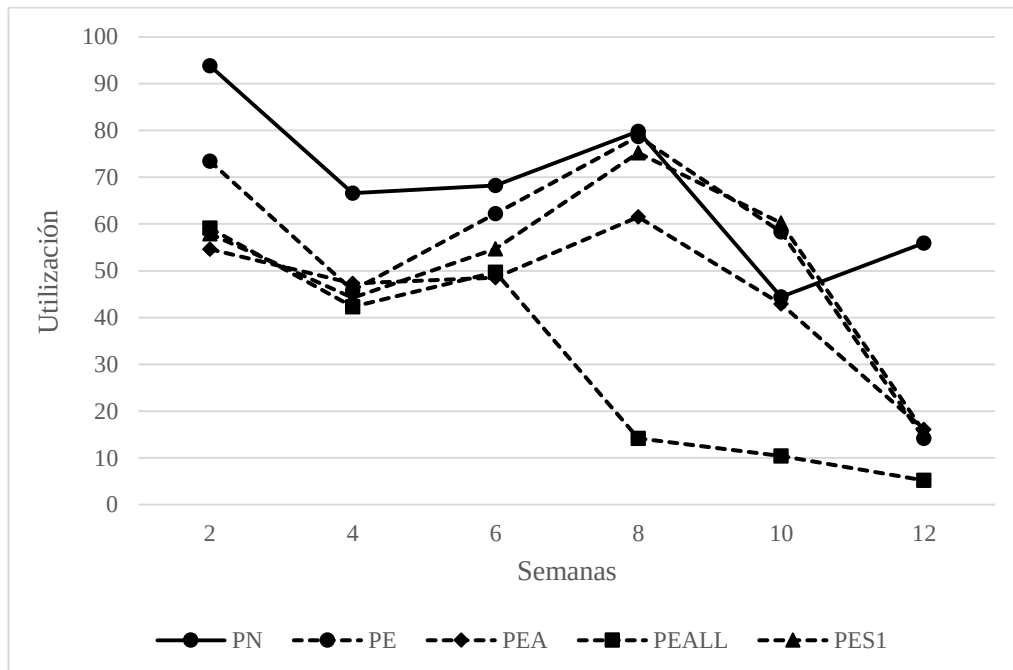
Los dos tratamientos con suplementación en autoconsumo a voluntad, no difirieron entre sí estadísticamente, pero la menor intensidad de pastoreo de PEALL evidencia la suma del efecto del encierre nocturno y la restricción en el acceso a la pastura impuesta durante los días de lluvia, en los que su alimentación fue solo de suplemento.



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 3. Evolución de la altura residual de una pastura de avena según tratamientos

La utilización promedio del forraje fue del 51%, coincidente con lo reportado para terneros pastoreando verdeo para la asignación usada en el experimento, de 5 kg de MS/100 kg PV animal y suplementados al 1% PV (Algorta et al., 2015). La interacción del tratamiento y el tiempo sobre la utilización del forraje puede observarse en la figura 4.



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 4. Interacción tratamiento*semana en el tiempo sobre la utilización de la pastura

Todos los tratamientos siguieron una cierta tendencia en su comportamiento en cuanto al consumo del forraje, reflejado en la utilización de la pastura y la altura residual de la misma. La excepción la marca el tratamiento PEALL, que a partir de la semana 6 tiende a presentar una menor utilización de la pastura.

El comportamiento de los animales está ligado al clima que marca cambios en la calidad de la avena y en el comportamiento ingestivo de los mismos (Bavera y Beguet, 2003). Durante las últimas 4 semanas experimentales se registraron lluvias en exceso (figura 1) lo cual pudo haber afectado al consumo, y por lo tanto la altura observada del remanente y utilización de la pastura.

El consumo del forraje con alto contenido de agua podría limitar el consumo voluntario; el exceso del agua impone una alta carga de nutrientes sobre el intestino grueso del animal, pudiendo afectar la salud y producción del animal (Orskov, 1982).

4.3 CONSUMO, GANANCIA DE PESO INVERNAL Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

La ganancia de peso observada por animales en pastoreo y la eficiencia de conversión del suplemento estarán explicadas por el consumo total y la proporción de forraje y suplemento en la dieta total, la calidad de estos alimentos, así como por la eficiencia de uso de los mismos a nivel digestivo y metabólico (Beretta et al., 2015).

En el cuadro 6 se resumen los resultados de ganancia de peso, peso vivo al final del experimento, consumo y eficiencia de conversión.

Cuadro 6. Efecto del manejo del pastoreo, la suplementación en el encierro y la regulación del acceso a la pastura según condiciones climáticas sobre la ganancia diaria de peso sobre la performance animal

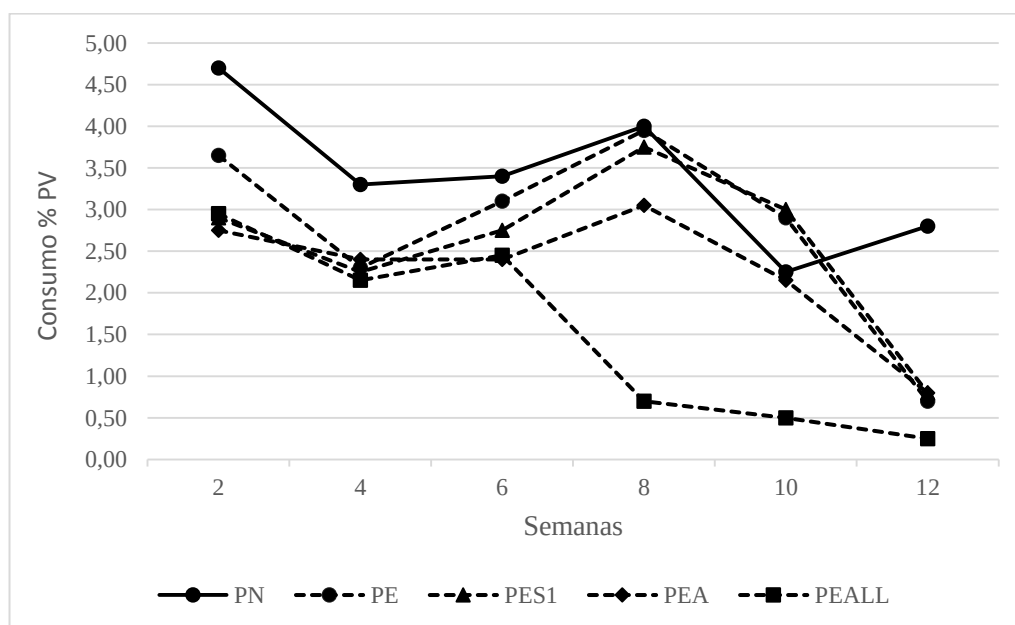
	PN	PE	PES1	PEA	PEALL	Pr > f
Peso vivo inicial (kg)	131 a	133 a	131 a	131 a	130 a	< ,0001
GMD (kg/día)	0,52 c	0,41 d	0,66 b	0,78 a	0,71 a	< ,0001
Peso vivo final (kg)	177 d	171 e	187 c	197 a	193 b	0,0006
Consumo MS pastura (kg MS/100 kg PV)	3,41 a	2,67 ab	2,56 ab	2,26 bc	1,50 c	0,0027
Consumo MS suplemento (kg MS/100 kg PV)			1,00 c	2,44 b	3,18 a	<0,0001
Respuesta a la suplementación (kg/día)*			0,262	0,373	0,308	
Eficiencia de conversión del suplemento_PE			6,4:1 c	10,8:1 b	18,0:1 a	0,0116
Tasa de sustitución_PE			·- 0,079 c	0,089 a	0,342 b	0,0044

* Calculada como la diferencia entre la ganancia de peso de cada tratamiento suplementado y PE a, b, c, d: letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierro; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierro y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierro, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

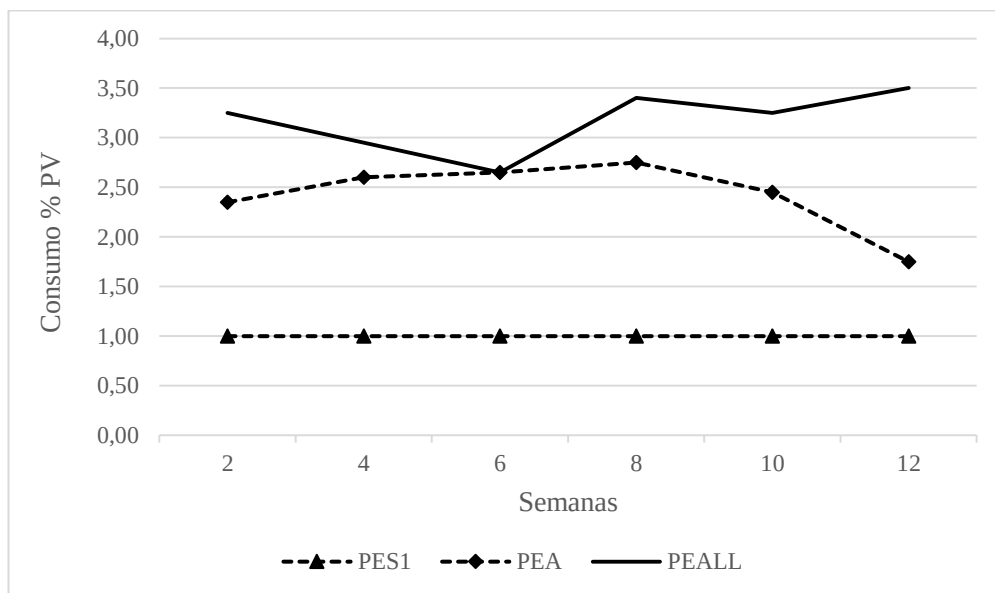
4.3.1 Consumo de pastura y concentrado

El consumo de forraje estuvo influenciado por el tratamiento ($p=0.0006$), la semana ($p<.0001$) y la interacción de ambos efectos ($p<.0001$). Por otro lado, el consumo del suplemento fue afectado por el tratamiento ($p<.0001$) y la interacción del tratamiento y la semana ($p=0.0114$), mientras que el efecto semana considerado por sí solo, no presentó un efecto significativo sobre el consumo ($p=0.4301$). En las siguientes figuras, se pueden observar las variaciones en el consumo de pastura y concentrado de los diferentes tratamientos.



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 5. Consumo de MS del forraje de cada tratamiento, como porcentaje del peso vivo



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 6. Consumo de MS del suplemento como porcentaje del peso vivo

Analizando la figura 5 primariamente se puede decir que hay una tendencia a la baja en el consumo de forraje a lo largo del período experimental. La primera gran bajada se dio entre las semanas 2 y 4. Dado que la biomasa inicial disponible presentó un incremento de 10% de MS en la semana 4, y la altura un 45% (figura 2), esta disminución en el consumo podría atribuirse a las precipitaciones que se registraron en esos días (57.5 mm del 29/06 - 10/7). Entre las semanas 4 y 6, la disponibilidad de MS disminuyó un 40% y la altura se redujo un 15%.

Posteriormente, se dio un incremento en el consumo de forraje en la semana 8 y nuevamente volvió a declinar, también a causa de precipitaciones (326.4 mm, del 01/08-29/08) que disminuyeron la cantidad de biomasa un 50% y la altura inicial de la pastura un 22%.

La excepción a este comportamiento, estuvo dada por el tratamiento PEALL, que ya desde la semana 6 experimentó una fuerte caída en el consumo de forraje para no volver a repuntar. Ese punto de quiebre ocurrió luego de que los terneros estuvieron 8 días encerrados en el corral (desde el 06/07 hasta el 13/07; semana 5), ya que las condiciones climáticas no permitían su salida a la pastura.

La duración de este período fue la máxima registrada en el experimento, y probablemente al estar estos días consumiendo solo concentrado, se haya producido un

cambio en la preferencia por el suplemento en detrimento de la pastura en el resto de los días de evaluación. Esto se observa en la figura 6, donde a partir de la semana 6 se puede ver un incremento en el consumo de suplemento para este tratamiento.

El consumo de suplemento en PES1 fue siempre igual al ofrecido, el 1% del peso vivo, dado que ningún día se encontraron residuos en los comederos.

Los tratamientos con alimentación *ad libitum* en comederos de autoconsumo registraron consumos promedios de 3.9 y 5.0 kg/animal/día, para PEA y PEALL respectivamente. Este mayor consumo en el caso de PEALL podría estar explicado por la restricción del acceso a la pastura en los días de lluvia, que determinó que los terneros bajo este tratamiento, se alimentaran únicamente con la ración, sumado a como se dijo anteriormente, el bajo consumo de pastura a partir de la semana 6.

El consumo medio diario de PEALL los días de lluvia puede observarse en la figura 7.

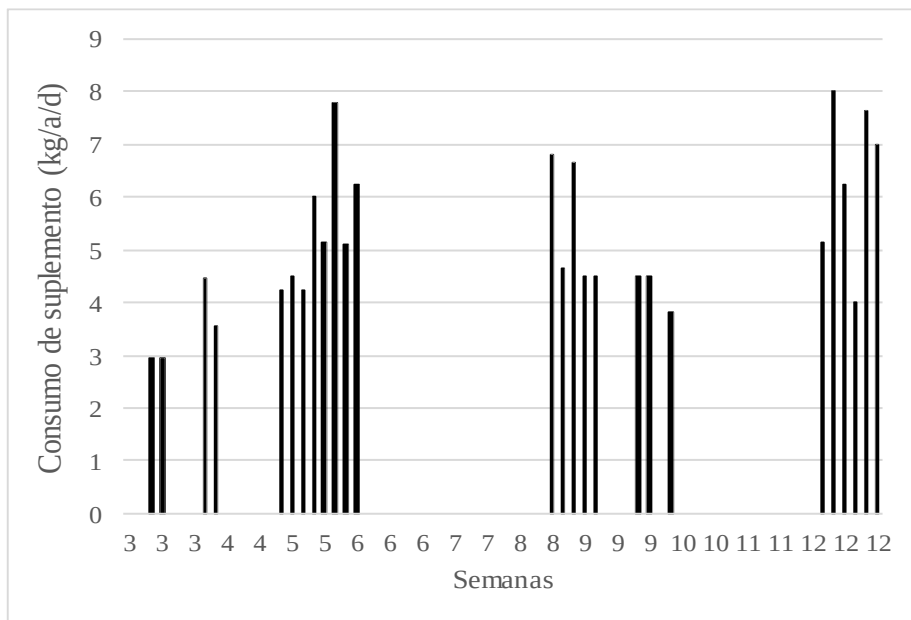


Figura 7. Consumo medio diario de concentrado en terneros de tratamiento PEALL, durante los días de lluvia en el corral de encierro

El consumo promedio de concentrado registrado por los terneros durante los días de lluvia en el encierro fue de aproximadamente 5 kg por animal por día. Se observó que dicho consumo se fue incrementando a medida que transcurrían los distintos episodios de encierro.

Durante los días de encierre, el consumo de PEALL fue de 2.99 ± 0.7 kg/100 kg PV, 45% superior al consumo registrado en los mismos días en los terneros de PEA, con acceso a la pastura (2.05 ± 0.44 kg/100 kg PV). En tanto, durante los períodos sin lluvia, las diferencias en consumo entre ambos tratamientos se redujeron a 12% (2.5 vs. 2.8 kg/100 kg PV, en PEA y PEALL respectivamente).

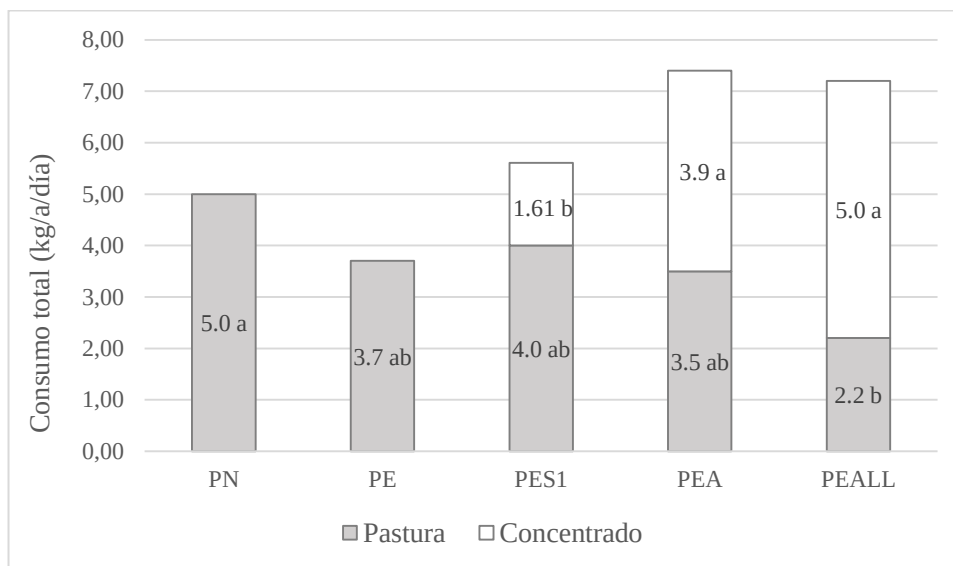
4.3.2 Consumo total

El consumo total, equivalente a la suma de la pastura y suplemento, difirió entre tratamientos ($p < .0661$), entre semanas ($p < .0001$) y hubo interacción significativa entre ambos factores ($p < .0001$).

Los tratamientos PEA Y PEALL, fueron los que presentaron un mayor consumo total promedio, 4.68 y 4.66% PV respectivamente. A su vez, proporcionalmente fueron los que tuvieron un menor consumo de forraje, mostrando preferencia por el concentrado. Esto coincide con Pordomingo (2003), quien expresa que al suplementar con niveles superiores al 0,5% del PV del animal, se esperaría una disminución del consumo de forraje de los suplementados frente a los testigos. En este caso, el hecho de suplementar determinó una disminución de un 36% en el consumo de forraje (figura 8).

Estadísticamente cuando se compara el consumo como % PV, los tratamientos PEA y PEALL se diferenciaron de los demás tratamientos ($p < 0.05$) pero no entre ellos; sin embargo no se registraron diferencias estadísticas cuando se comparó el consumo en kg/animal/día.

El consumo de suplemento de PES1, fue un 64% menor al observado en los tratamientos en autoconsumo (PEA+PEALL). Tomando como testigo a PN, sólo PEALL difirió de él estadísticamente en el consumo de pastura (figura 8).



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 8. Consumo de MS total (kg/animal/día) de cada tratamiento

Los tratamientos con suplementación, mostraron un comportamiento de sustitución con adición en relación al tratamiento testigo PN, debido a que se deprimió el consumo de MS del forraje pero aumentó el consumo de MS total.

Existe evidencia de trabajos experimentales realizados con altas asignaciones de forraje (5 kg MS/100 kg PV) para el caso de pasturas sembradas, que indican superioridad del sistema de suministro diario en relación con el sistema de autoconsumo, explicada probablemente por interacciones entre el alto consumo de forraje inicial y bajo consumo de concentrado (Beretta y Simeone, 2008) que podrían modificar el ambiente ruminal afectando la performance y eficiencia de conversión de los terneros con suministro semanal del suplemento (Beretta et al., 2012).

Las diferencias encontradas entre las investigaciones pueden estar explicadas por el hecho de que en la presente, no se utilizó ningún método de regulación del consumo como la sal, derivando en mayores consumos en PEA (2.4% PV) y PEALL (3.2% PV).

No se registraron problemas de acidosis a pesar de que los animales del tratamiento PEALL en los días de lluvia que impedían su salida a la pastura, sólo se alimentaron con concentrado. Esto estaría asociado a la composición de la ración y sus características nutricionales, contando con grano de sorgo de degradabilidad lenta, burlanda de sorgo con alto contenido de proteína cruda, fibra altamente digestible y lípidos, y retornable fino, fuente de fibra efectiva ya que cuenta con 90% FDN

aproximadamente, promoviendo la rumia e insalivación necesaria (González y González, 1999).

4.3.3 Consumo de nutrientes

En el cuadro 7 se presenta el consumo de energía metabolizable (EM), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) en cada manejo.

Cuadro 7. Consumo diario de EM, PC y FDN de cada tratamiento

	PN	PE	PES1	PEA	PEALL
EM (Mcal/kg/día)*	9,33 b	7,33 c	10,88 ab	14,59 a	14,26 a
PC (kg/día)	0,426 bc	0,33 d	0,466 b	0,635 a	0,648 a
FDN (kg/día)	1,87 a	1,47 b	1,76 ab	2,09 a	1,92 a

PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

a, b, c, d: letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

*EM (Mcal/ kg MS) = $EB \cdot DIVMS \cdot 0,82$; $DIVMS = 88.9 - (\%FDA \times 0.779)$.

El hecho de haber agregado suplementación con concentrado, constituyó un incremento en el consumo de energía metabolizable, proteína y fibra, siendo más notorio este efecto cuando el suplemento se ofreció en comederos de autoconsumo a voluntad. El consumo de suplemento les permite a los terneros aumentar el consumo total de nutrientes y así obtener mayores ganancias (Orcasberro, 1997).

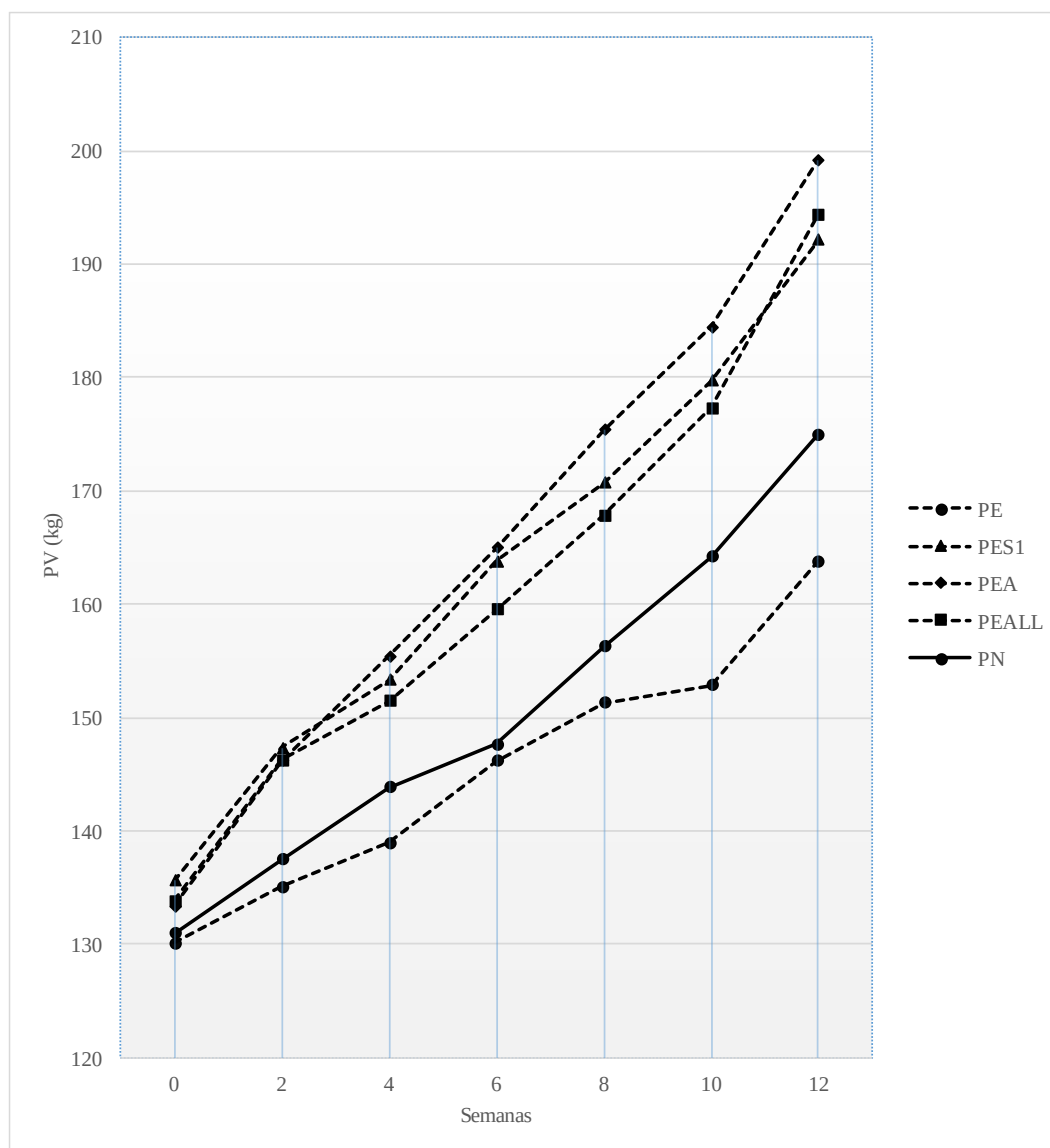
Observando los datos del cuadro se pudo inferir que el tratamiento PE, que sólo se alimentó de pastura, fue el que consumió menos EM, PC y FDN, diferenciándose estadísticamente de los demás ($p < 0.05$). Esto podría explicarse por una menor selección dentro de la pastura ya que los rumiantes, de acuerdo al forraje disponible seleccionan hojas sobre tallos y material verde respecto a seco, así como una dieta con superior contenido de energía y nitrógeno y menor fibra.

Además, de acuerdo con Greenwood y Demment (1988) animales ayunados, como lo eran los del tratamiento PE, poseen una alta tasa de consumo inicial, donde ocurre baja selectividad de forraje consumido.

El pastoreo selectivo resulta casi siempre en una mejora en el valor nutritivo de la dieta, y la selectividad está en relación directa con la disponibilidad e indirecta con la presión de pastoreo. Un aumento de ésta promueve una disminución en el consumo y en la calidad de la dieta dados básicamente por una restricción en el proceso de selectividad por parte del animal (Carámbula, citado por Cepeda et al., 2005).

4.3.4 Crecimiento y ganancia de peso invernal

La evolución del peso vivo de los terneros durante los 86 días de pastoreo puede observarse en la figura 9.



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 9. Evolución del peso vivo de terneros pastoreando avena, con diferentes manejos de pastoreo y suplementación

El peso vivo aumentó en forma lineal, siendo afectado por el peso vivo inicial ($p<.0001$) y por la interacción días*tratamiento ($p<.0001$).

Los terneros que registraron una menor ganancia promedio fueron los del tratamiento de pastoreo con encierre nocturno PE con 0.41 kg/día, valor inferior al registrado por el tratamiento testigo PN (0.52 kg/día). El consumo promedio de los terneros bajo el tratamiento de PE fue un 18% menor que el de los animales testigo, indicando que no realizaron un consumo compensatorio cuando salieron del encierre a pastorear la avena, y que este manejo de encerrar a los animales durante 17.5 horas, sin suplementar, redujo la ganancia de peso un 22% (cuadro 6).

El valor de ganancia de peso vivo registrado por el tratamiento testigo (PN) fue similar al reportado por Algorta et al. (2015) en terneros pastoreando praderas de avena con asignación de forraje de 5 kg MS/100 kg de PV, pero discrepa con el reportado por Mendez y Davies, citados por Damonte et al. (2004), que obtuvieron la misma ganancia de peso (0.53 kg/a/día,) pero con una asignación de forraje de 2 kg MS/100 kg PV utilizando terneros pastoreando avena. Seguramente estas diferencias estén relacionadas a las características del verdeo. En otro experimento realizado por Beretta et al. (2010) sobre avena al 5% AF, en terneras Hereford sin suplementar, obtuvieron una ganancia media diaria de 0,131 kg/a/día.

Por otra parte, se reportaron semejanzas entre los valores de ganancia media para el tratamiento suplementado al 1% PV en la presente investigación, con los reportados por Algorta et al. (2015), pero en dicho experimento el pastoreo era libre, sugiriendo que el encierre nocturno del presente trabajo provocó un estímulo por el consumo de pastura.

El efecto de la suplementación sobre el peso vivo fue significativo, incrementando la ganancia media diaria (GMD) de los animales en relación al testigo (en este caso PE). Los terneros del tratamiento PES1, tuvieron una ganancia de peso que fue un 65% mayor a PE (0.26 kg/día; $p<.0001$), mientras que para los tratamientos en autoconsumo la superioridad fue de 95% y 78% para PEA y PEALL respectivamente (cuadro 6). El suplemento permitiría corregir el desbalance nutricional de la pastura, debido a la baja relación energía-proteína que se da en el rumen, y reducir la eficiencia de síntesis de proteína microbiana y por ende la digestión (Pordomingo, 2003).

Se registraron diferencias estadísticas en la forma de suministro del concentrado combinado con la cantidad, lo que se reflejó en las GMD: suplementado 1% 0.66 vs. AC 0.74 kg/día ($p<0.01$). Sin embargo, el consumo de MS de suplemento fue mayor en AC, determinando peores valores de eficiencia de conversión para este manejo (cuadro 6).

Estas diferencias eran esperables dado el nivel de oferta y consumo de suplemento, y el efecto de la restricción del consumo al 1% PV para la suplementación diaria vs. el suministro *ad libitum* en el autoconsumo, sin ningún mecanismo de regulación

del consumo. También debido al diferente consumo de pastura y gasto energético entre los tratamientos. En los animales suplementados, la mejora en su condición corporal les permitiría una mayor capacidad de movilización, selección y búsqueda de sus alimentos, en comparación con animales que no fueron suplementados (Fernández et al., 1997).

4.3.5 Eficiencia de conversión y tasa de sustitución

La eficiencia de conversión del suplemento (ECS) representa la cantidad de concentrado que es consumido por cada kg adicional de peso vivo ganado respecto a los animales que no reciben suplemento (en este caso los terneros de PE, Simeone y Beretta, 2010). En la presente investigación el tratamiento tuvo un efecto significativo sobre la eficiencia de conversión del alimento ($p=0.0116$).

Por otra parte, la tasa de sustitución (TS) representa la disminución en el consumo de forraje por kilo de suplemento. Generalmente se ubica entre 0.2 y 1.1 dependiendo de la calidad y cantidad de la pastura y del suplemento ingerido (Soto y Reinoso, 2010).

Para analizar los valores de ECS y TS, es necesario tener en cuenta la información presentada anteriormente de ganancia de peso y consumo de suplemento (cuadro 6).

Se observó que las ganancias de peso mejoraron significativamente con la alimentación *ad libitum* de concentrado en el encierre. Ahora bien, la ECS en estos tratamientos fue peor a la registrada en PES1, debido probablemente al elevado consumo de suplemento en los comederos de autoconsumo. Este mayor consumo se reflejó en la mayor altura de forraje residual registrada en ambos tratamientos, en relación a PES1 (cuadro 5).

Adicionalmente, en el tratamiento PEALL, durante los días de lluvia, los terneros se alimentaron solo a base de ración, explicando un mayor consumo promedio de concentrado, y por tanto una peor ECS al compararlo con PEA.

El valor de ECS del tratamiento PES1, coincide con el reportado por Beretta y Simeone (2008) para terneros pastoreando con una oferta de forraje de 2.5 kg MS/100 kg de PV, sin encerrar, y suplementados al 1% del peso vivo. Queda evidenciado entonces el efecto del encierre como una restricción en el consumo de forraje, aun cuando la oferta fuera elevada (5 kg MS/100 kg de PV).

Las tasas de sustitución registradas por PEA y PEALL (0.089 y 0.342, respectivamente), si bien fueron más altas que en PES1 (-0.079), de acuerdo con Bargo (2018), se mantuvieron dentro de los valores que se consideran óptimos para tener un buen resultado económico. Este autor señala, que una tasa inferior de 0.5 sería lo ideal.

En PEA y PEALL el efecto del suplemento en el consumo del forraje fue de adición y sustitución, mientras que en el caso de PES1, el efecto fue de adición con estímulo, en relación con PE.

Los resultados coinciden con Soca (2000) que determinó que cuando el tiempo de acceso a la pastura es restringido, elevados niveles de suplementación no tienen efecto significativo sobre la tasa de sustitución.

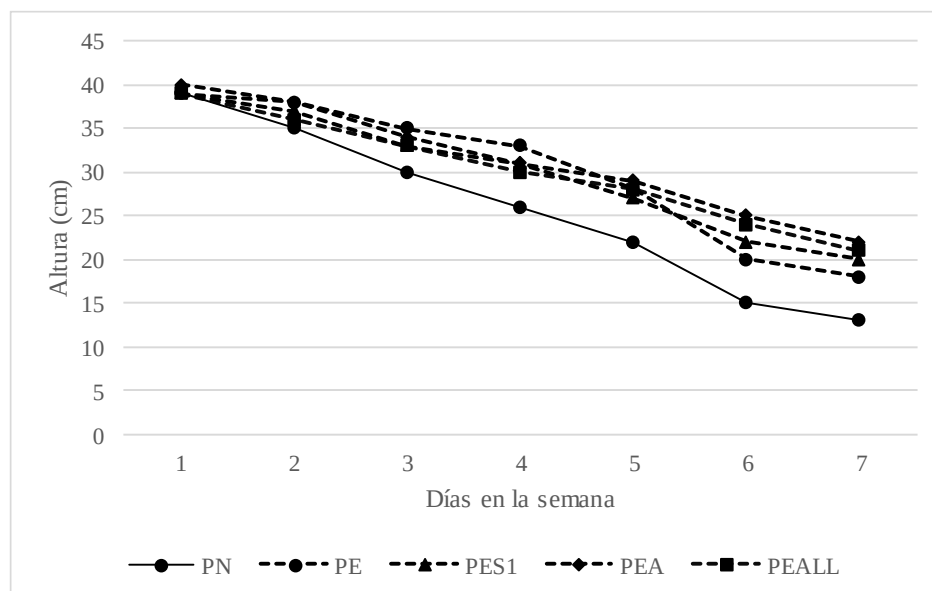
4.4 PATRÓN DIARIO DE CONSUMO DE FORRAJE Y SUPLEMENTO

4.4.1 Patrón de defoliación diario

La variación de la altura de la pastura entre días se presenta en la figura 10 y la variación en el consumo del suplemento diario en la figura 11.

La altura de la pastura estuvo afectada por el tratamiento ($p=0.0341$) la semana ($p=0.0002$), el día dentro de la semana ($p<.0001$) y por las interacciones entre estos efectos, tratamiento*semana ($p=0.0701$) y tratamiento*día dentro de la semana ($p=0.0446$).

De acuerdo con Forbes (1988) la altura de la pastura ejerce mayor influencia sobre el consumo de forraje que la densidad o la proporción de material verde.



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

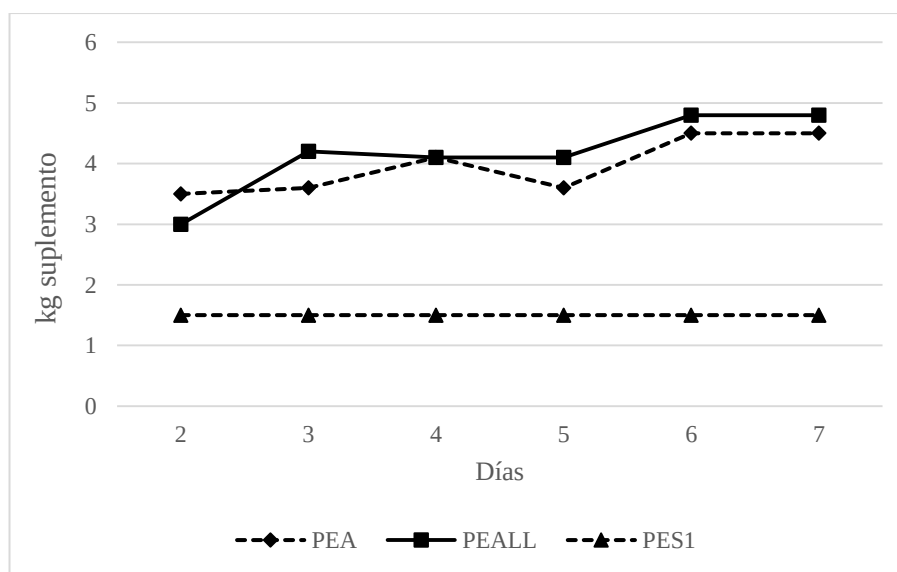
Figura 10. Evolución diaria de la altura de la pastura durante 7 días

Todos los tratamientos mostraron el mismo comportamiento, como era de esperarse, a medida que avanzaban los días en la parcela de pastoreo la altura de ésta disminuía. El tratamiento que dejó más remanente fue PEA, mientras que el de menor altura residual fue PN, consistente con una mayor utilización (68% vs. 45% respectivamente) por parte de este tratamiento, como se expresó anteriormente.

La altura promedio de forraje residual en la semana 4 fue mayor que en la 6, observándose en ambas semanas una menor altura para PN con relación a PE, aunque estas diferencias no fueron significativas estadísticamente.

La diferencia entre ambas semanas pudo deberse probablemente al menor contenido de materia seca en la semana 6, ocasionado por la ocurrencia de lluvias entre estas semanas, o por la desuniformidad del terreno que provocaba diferencias entre las franjas semanales.

4.4.2 Consumo de suplemento diario



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 11. Evolución diaria del consumo de suplemento durante 7 días

El consumo diario de suplemento no difirió entre PEA y PEALL, siendo ambos superiores a PES1. Se esperaba que el consumo de suplemento hubiese sido mayor a medida que disminuía la disponibilidad de la pastura con el pasar de los días, sin embargo, no ocurrió así, aunque se registraron pequeñas variaciones en el consumo, éstas no fueron

significativas entre sí. Esto indicaría que los animales priorizaron el consumo de suplemento, y complementaron su dieta con el forraje, evidenciándose en las tasas de sustitución y la utilización del forraje expuestas anteriormente (cuadros 6 y 5, respectivamente).

4.5 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

4.5.1 Pastoreo, rumia y descanso

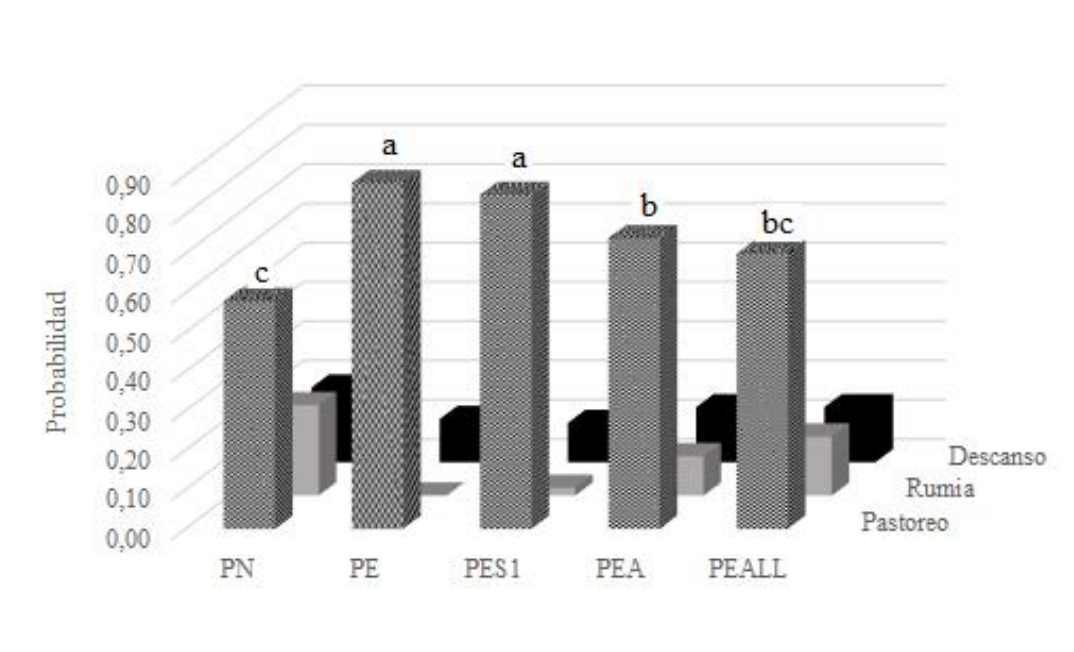
El consumo animal en pastoreo está determinado por el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado y el tamaño de bocado (Chilibroste, 1998).

El tratamiento tuvo un efecto significativo sobre la actividad de pastoreo ($p<.0001$), la rumia ($p<.0001$) y un efecto menos marcado sobre el descanso de los animales ($p=0.0596$). El día dentro de la semana también tuvo un efecto significativo sobre el pastoreo ($p=0.0002$) y el descanso ($p<.0001$) pero no sobre la rumia ($p=0.584$). La interacción entre el tratamiento y el día dentro de la semana tuvo el mismo efecto que el tratamiento sobre el pastoreo ($p=0.0172$), la rumia ($p=0.082$) y la actividad de descanso ($p=0.0117$).

Según Elizondo et al. (2003), el control del consumo depende de factores nutricionales y no nutricionales. Dentro de los segundos se encuentran las características morfológicas de la pastura (altura, resistencia de corte) que hacen a la capacidad de cosecha del animal influyendo en el consumo a través del comportamiento ingestivo.

4.5.1.1 Efecto del tratamiento sobre las actividades de pastoreo, rumia y descanso

Luego de observar el comportamiento de los animales en la pastura pudo determinarse la probabilidad de encontrarlos pastoreando, rumeando o descansando.



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 12. Probabilidad de encontrar a los animales pastoreando, rumeando o descansando según manejo, de 8:00-17:00 en PN y de 11:00-17:00 en los demás tratamientos

En todos los tratamientos el pastoreo fue la actividad de mayor importancia, de mayor prioridad, sobre todo para los tratamientos PE y PES1 que se diferenciaron estadísticamente de los demás ($p < 0.005$) pero no entre ellos. Estos animales dedicaron el 88% y 85% del tiempo que permanecieron en la parcela a pastorear, respectivamente.

El mayor tiempo dedicado a la actividad de pastoreo de PE pudo deberse al hecho de que permanecieron 18 horas en ayuno, por tanto una vez que ingresaron a la parcela aprovecharon al máximo la permanencia en ella dedicándose principalmente a pastorear (Chilibroste et al., 2005).

Estos resultados coinciden con los reportados por Soca et al. (1999) donde la probabilidad de encontrar una vaca pastoreando fue mayor en tratamientos con más horas de ayuno, y como contraparte estos tratamientos presentaron un tiempo significativamente menor de rumia y descanso.

Greenwood y Demment (1988) encontraron que animales con un ayuno de 36 horas pastorearon un 45% más que animales sin ayuno y que gran parte de la diferencia, estuvo asociado al largo de la primera sesión de pastoreo. Estos resultados son coincidentes también con un experimento realizado por Chilibrste et al. (1997) en donde determinaron que el tiempo previo de ayuno afectó significativamente ($p < 0.01$) el largo de la sesión de pastoreo.

Soca et al. (1999) evaluaron el contenido de MS de muestras de forraje obtenidas simulando el consumo realizado por las vacas al comienzo de la sesión de pastoreo luego de 3 momentos de ingreso a la pastura: con 0 hs de ayuno, 2 hs de ayuno y 6 hs de ayuno. Concluyeron que las 6 horas de ayuno experimentado por el tratamiento que ingresaba más tarde al pastoreo (período comprendido entre las 6:30 y 12:30), puede haber inducido una mayor motivación para pastorear, lo que se logró a expensas de un menor tiempo de búsqueda y de rumia.

A pesar de la mayor actividad dedicada al pastoreo durante el periodo de acceso a la pastura, los terneros de PE no lograron superar las ganancias de peso vivo de los animales testigo (PN), es decir, su capacidad para compensar el tiempo de ayuno no fue suficiente.

El tratamiento PES1, presentó un comportamiento similar a PE, evidenciando que con ese nivel de suplementación no existió sustitución del forraje por suplemento, y que se dio una adición de los dos alimentos (pastura + concentrado) obteniendo una mayor ganancia diaria.

Esto no fue así en los tratamientos con comedero de autoconsumo a voluntad; el tiempo dedicado al pastoreo en estos tratamientos fue significativamente menor que para PE y PES1, reflejando una mayor sustitución de forraje por concentrado (cuadro 6).

De acuerdo con Patiño et al., citados por González (2017b) el tiempo de pastoreo disminuye a medida que el nivel de suplementación aumenta. La suplementación energético-proteica a razón de 1% y 2% del peso vivo disminuye la frecuencia del tiempo utilizado en pastoreo (Aguilar et al., citados por González, 2017a).

El tratamiento testigo, pastoreó un 58% del tiempo en que se realizaron los registros, coincidiendo con lo reportado por Beretta et al. (2007) en terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno que tuvieron un 56.5% del tiempo pastoreando ($p < 0.0001$). A excepción de PEALL, fue diferente a los demás tratamientos.

Este menor registro pudo deberse a que el momento de mayor pastoreo fue después de las 17 hs, momento en el que los demás tratamientos eran llevados a los corrales y se daban por finalizadas las observaciones y registros. La mayor parte del día se centraba en la rumia y descanso, mientras el resto de los tratamientos aprovechaban las horas en la parcela para alimentarse. El tiempo dedicado a la rumia fue el mayor en relación a los demás tratamientos (23%).

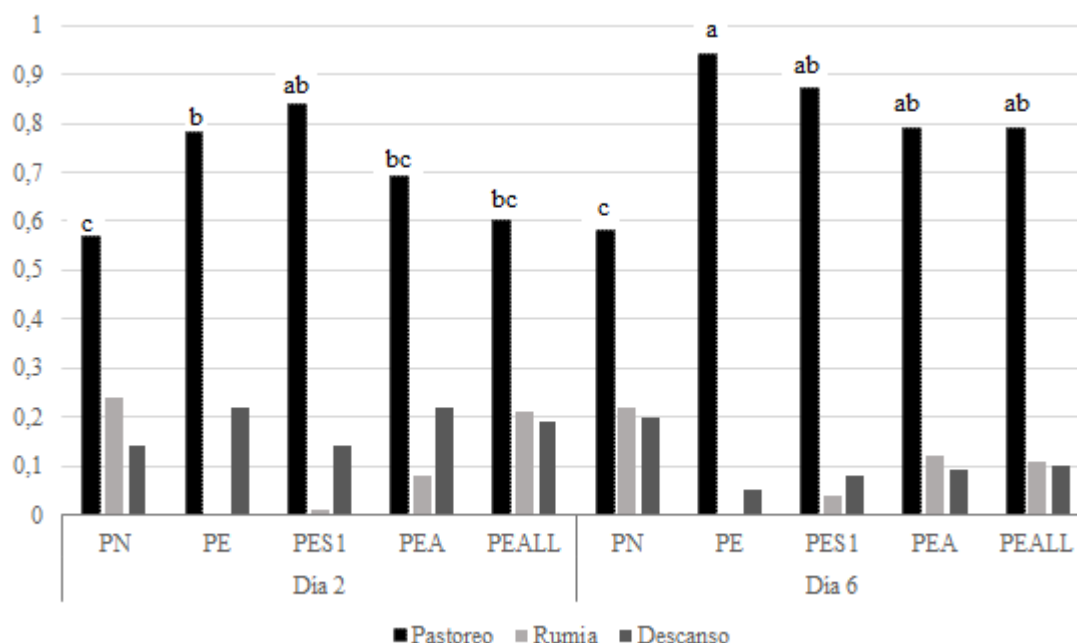
Este comportamiento es coincidente con los antecedentes, que indican que el mayor consumo se da en horas de la tarde como un intento por obtener alimento de mejor calidad, ya que la concentración de materia seca y carbohidratos solubles de los forrajes aumenta a lo largo del día (Barret et al. 2001, Edwards 2007).

La poca actividad de rumia registrada era esperable, dado a que la baja efectividad de la fibra (además de presentar niveles insuficientes de fibra) de los verdes en estado vegetativo disminuyen esta actividad (Broch et al., 1999). La actividad de descanso tendió a ser significativa entre tratamientos, y PN fue el que dedicó mayor tiempo a esta actividad.

4.5.1.2 Día dentro de la semana

El comportamiento ingestivo evaluado al 2º. y 6º. día luego de ingresar a la parcela semanal de pastoreo fue afectado por el tratamiento, registrándose al aumentar el tiempo de permanencia una mayor actividad de pastoreo (0.71 vs. 0.82; $p=0.0002$), menor tiempo de descanso (0.037 vs. 0.043; $p<0.0001$) y sin diferencias en la rumia (0.19 vs. 0.16; $p=0.584$).

Reinoso y Soto (2006) reportaron que con el paso del tiempo se va reduciendo la disponibilidad y calidad del forraje, afectando el tiempo de pastoreo, haciendo que éste se incremente hacia el final de la semana, producto de la menor disponibilidad de forraje y una mayor dificultad para acceder a la misma (menor altura y densidad; Pascuet, citado por González, 2017a). La cantidad y calidad del forraje disponible son primariamente factores determinantes del comportamiento de pastoreo en rumiantes (Comerán et al., citados por González, 2017a).



PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

Figura 13. Efecto de la interacción tratamiento*día dentro de la semana

El 6°. día de la semana, se registró un incremento en la actividad de pastoreo de los animales, aunque éste no fue significativo estadísticamente. La excepción fue el tratamiento PN que no presentó un comportamiento diferente entre ambos días.

También se midió el efecto de la semana, que no tuvo una gran relevancia en las variables estudiadas. Sin embargo, se detectó una interacción significativa del tratamiento con el día dentro de la semana para pastoreo ($p=0.0172$), rumia ($p=0.082$) y descanso ($p=0.0117$), probablemente relacionada con el cambio en la condición/estructura de la pastura (figura 13).

De un modo general, en la 4ª. semana experimental, la pastura fue más frondosa, de mayor altura, más accesible al animal, lo que contribuiría a que se dedicara menor tiempo a la cosecha de forraje (Comerán et al., citados por González, 2017a). En tanto, en la semana 6, las parcelas fueron de mayor extensión, presentando un forraje más ralo, por ende, mayor tiempo dedicado al pastoreo.

4.5.2 Tasas de bocado

Las tasas de bocado se midieron a las 8:00 hs en los animales de PN, y a las 11:00 hs en los tratamientos con encierre nocturno luego de que fueron trasladados a las parcelas de pastoreo. Previo al retorno a los corrales, a las 17:00 hs se volvió a registrar la tasa de bocado en todos los tratamientos. A continuación en el cuadro 8 se exponen los resultados obtenidos.

Cuadro 8. Tasas de bocado por tratamiento en dos momentos diferentes del día y la significancia de sus efectos

	PN	PE	PES1	PEA	PEALL
Tasa de bocado inicial	19,10 bc	29,25 a	23,44 b	18,62 c	15,19 c
Tasa de bocado 17 hs	18,19 a	12,06 c	16,25 ab	10,56 c	12,50 bc
Tasa de bocado promedio	18,87 a	21,06 a	20,06 a	14,81 b	14,09 b
	Tratamiento p-valor	Semana p-valor	Día dentro semana p-valor	Trat.*sem. p-valor	Trat.*día dentro sem. p-valor
Tasa de bocado inicial	<,0001	0,0266	0,5736	0,0126	0,0012
Tasa de bocado 17 hs	<,0001	<,0001	<,0001	0,0215	0,0019
Tasa de bocado promedio	<,0001	<,0001	<,0001	0,0022	0,0048

PN=pastoreo nocturno; PE=pastoreo con encierre; PES1=pastoreo y suplementación al 1%; PEA=pastoreo con encierre y autoconsumo; PEALL=pastoreo con encierre, autoconsumo y salida a la pastura regulada según clima.

a, b, c, d: letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($p < 0,05$).

El tratamiento con encierre PE, presentó una mayor tasa de bocado al inicio, esto asociado a una mayor actividad de pastoreo debida a la restricción de alimento en el encierre, que al incrementarse el consumo, aumentan también el tamaño de bocado y la tasa de bocado (Chilibroste et al., 2005).

Soca et al. (1999) en una investigación encontraron que la tasa de bocado descendió a través de la sesión de pastoreo y los animales ayunados mostraron mayores tasas de bocado al comienzo en comparación con los no ayunados, pero estas diferencias desaparecieron al final del pastoreo.

En un trabajo desarrollado por Chacon y Stobbs (1976) en las etapas tempranas de defoliación de una pastura las vacas seleccionaron mayoritariamente hojas. A medida que la cantidad de hojas en la oferta de forraje fue disminuyendo, los animales tomaron bocados más pequeños, incrementaron el tiempo destinado al pastoreo, aumentaron la tasa de bocado y el número total de bocados por día.

Los tratamientos con alimentación *ad libitum* en autoconsumo, junto a PN presentaron las menores tasas de bocado, PEA y PEALL salían a la pastura “llenos” por el suplemento, de forma que podrían destinar más tiempo a la selección de una dieta de mejor calidad (cuadro 7).

Contrariamente, en el pastoreo a las 17 hs, el tratamiento PN tuvo mayor tasa de bocado en relación a los demás tratamientos, probablemente asociado a que este momento era cuando se daba la mayor actividad de pastoreo, asociado a como se mencionó anteriormente a un aumento en el contenido de materia seca del forraje, y se encerraban los terneros de los otros manejos.

Los terneros de PE, bajaban su actividad significativamente; los resultados experimentales reportados son controversiales en la descripción del efecto del ayuno sobre la tasa de bocado. Las respuestas parecen estar subordinadas a las respuestas de variables tales como peso de bocado y tiempo de pastoreo (Chilibroste et al., 1997).

La tasa de bocado puede ser mayor en la mañana y en el atardecer que en el resto del día y puede tender a declinar con el tiempo durante un período de pastoreo (Hodgson y Jamieson, 1981).

4.6 DISCUSIÓN GENERAL

La utilización de coberturas invernales ha cumplido un rol importante como parte de la fase agrícola, ya que entre otros beneficios, aportan un importante volumen de biomasa durante una estación crítica del año como lo es el invierno. A través de un uso estratégico del forraje sería viable su utilización, por ejemplo con el manejo con categorías livianas y alta oferta de forraje.

En la presente investigación se vio que terneros manejados sobre pasturas de calidad durante el invierno, registran ganancias medias diarias de 0.52 kg/a/día. Alta AF y disponibilidad y altura de la biomasa de forraje promovieron un elevado consumo de materia seca y ganancia de peso vivo (cuadro 6). Hodgson (1990) considera que por

encima de los 2000 kg MS/ha de disponibilidad promedio para el ingreso al pastoreo de los animales, los máximos consumos voluntarios de MS por parte de los mismos no serían limitantes. Analizando la disponibilidad por semana se observó que a excepción de la semana 10, en todas se llegó a una disponibilidad mayor a la limitante, por lo que el consumo máximo no tendría que haberse afectado (ver anexo 28). El tratamiento con pastoreo libre presentó una mayor presión de pastoreo, evidenciado en menores alturas residuales de la pastura y en una mayor utilización del verdeo, tal como afirma Hodgson (1990) realizando un mayor aprovechamiento de la pastura para lograr satisfacer sus requerimientos nutricionales. Los valores de utilización obtenidos no concuerdan con lo mencionado por Elizalde (2003), quien sostiene que con AF del 5% sobre pasturas de calidad no se pueden esperar utilidades mayores al 45%, siendo que en el presente trabajo se obtuvo un 68% de utilización promedio a igual AF. El comportamiento registrado en los animales testigo fue similar al reportado por otros autores, donde los pastoreos más intensos se registran en la mañana y en la tarde antes de caer la noche, debido a una mayor concentración de materia seca y calidad de los forrajes al avanzar el día.

La restricción del tiempo de acceso a la pastura redujo la ganancia de peso en un 22% (0.407 kg/día; $p < 0.05$). Si bien se registró un mayor tiempo de pastoreo y alta tasa de bocado en relación a los demás tratamientos, esperable después de 18 hs de ayuno y en acuerdo con Soca et al. (1999) quienes reportaron que la probabilidad de encontrar un animal pastoreando es mayor con más horas de ayuno, en detrimento del tiempo dedicado a rumia y descanso, con el manejo PE no se lograron igualar o superar las ganancias de peso vivo de los animales testigo. Dado que el pastoreo registrado por este tratamiento fue intensivo, reflejado en menor altura residual y utilización de la pastura, y que estadísticamente no se diferenció del tratamiento testigo, queda evidenciado el efecto restrictivo que tuvo el hecho de encerrar a los animales en un corral por 18 hs en la ganancia media diaria de peso vivo. Las horas de ayuno probablemente infirieron en la selectividad de forraje de mejor calidad, que pudo haber afectado el peso vivo final (Greenwood y Demment, 1988). Con este tipo de manejo, con pastoreos intensivos se puede poner en riesgo la producción de forraje si los remanentes son muy bajos, pudiendo afectar el verdadero objetivo del verdeo que es la conservación del suelo pre siembra de soja.

Si bien se considera a los verdeos como una pastura de buena calidad, tiene restricciones que podrían interferir en la ganancia de peso de los animales, como por ejemplo el bajo contenido de materia seca y la baja concentración de carbohidratos solubles (Méndez y Davies, 2004). El agregado de suplemento permitiría corregir este desbalance, mejorando la relación energía-proteína que se da en el rumen (Pordomingo, 2003). Si a las ganancias de peso obtenidas en pastoreo de verdeos se le suma el efecto de la suplementación con concentrados energéticos, se podrían obtener ganancias de 0.6-0.7 kg/a/día, dependiendo del nivel de suplementación.

Suplementar en el encierro nocturno a razón del 1% del peso vivo mejoró la ganancia de peso de los terneros un 65% en relación a PE, con una eficiencia de conversión del suplemento de 6.4:1. La ganancia media diaria en este tratamiento fue un 12% menor a la reportada por otros autores (Algorta et al., 2015) para terneros suplementados al 1% del peso vivo, pastoreando sin encierro y con una oferta de forraje similar. Esto evidenciaría el efecto restrictivo del encierro nocturno; aunque la oferta diaria de forraje fue elevada, los animales eran retirados de la pastura en el momento de mayor actividad de pastoreo. El consumo de MS del forraje no se diferenció estadísticamente de PE, resaltando el efecto que tuvo la suplementación en la ganancia diaria. Tampoco se registraron diferencias en la altura de forraje residual (18 cm vs. 17 cm, PES1 y PE respectivamente, $p > 0.05$) ni en la utilización de la pastura. No se registraron diferencias en el tiempo dedicado al pastoreo en comparación con PE y dado que tampoco se deprimió el consumo de forraje y que las ganancias de peso vivo aumentaron, se puede inferir que existió un efecto de adición con estímulo de la suplementación, y por ende esto explica la tasa de sustitución negativa que se obtuvo.

Cuando la suplementación se realizó *ad libitum* en comederos de autoconsumo, las ganancias de peso mejoraron un 90% y 78% para PEA y PEALL respectivamente, en relación a PE. En comparación con la suplementación al 1% PV, también mejoró la ganancia de peso un 12%. Sin embargo, la eficiencia de conversión del suplemento empeoró, pasando de 6.4:1 a 11:1 en PEA ($p < 0.05$) y a 18:1 en PEALL ($p < 0.05$). La tasa de sustitución del consumo de forraje por suplemento de PEA y PEALL, reflejada en una altura de forraje residual 17% y 39% mayor en relación a PES1, respectivamente, sumado a un elevado consumo de suplemento podrían estar explicando las eficiencias de conversión del suplemento registradas. Los consumos de suplemento registrados en PEA y PEALL fueron el doble y el triple al observado en PES1. Esto responde a que no se utilizó ningún mecanismo de regulación del consumo, como por ejemplo la sal. Además, durante los días de lluvia, los terneros de PEALL se alimentaron únicamente con el suplemento, incrementando aún más el consumo promedio de concentrado. La suplementación *ad libitum* en comederos de autoconsumo tuvo un efecto represor en el pastoreo, provocando una disminución en el consumo de forraje por kg de suplemento, y generando las menores tasas de bocado registradas. El efecto de la tasa de sustitución del consumo de forraje por suplemento y el efecto de la restricción del encierro nocturno explicarían la mayor altura residual y la menor utilización del forraje registrada para PEA y PEALL en relación a PN (37.5% vs. 68%; $p < 0.05$, respectivamente). Bartaburu et al. (2003) en términos de ganancia de peso, afirmaron que solo existe respuesta a la suplementación en los tratamientos de menor AF, no así en los tratamientos de mayor asignación. En este último caso es esperable que no exista respuesta debido a que la oferta forrajera es más que suficiente para que los animales expresen el máximo consumo y las máximas ganancias, pero también es de esperar mayor tasa de sustitución de forraje por suplemento en tales circunstancias (Simeone, 2005).

Al consumir mayor cantidad de suplemento (y por lo tanto de almidón) podrían sufrir un descenso en el pH ruminal. Dicho descenso, asociado con el incremento del almidón en la dieta, estaría afectando las bacterias del rumen, favoreciendo a las amilolíticas y disminuyendo la población de celulolíticas, lo que reduciría la digestión de la fibra (Caton y Dhuyvetter, 1997). Asimismo, la producción de materia seca bacteriana se vería perjudicada a medida que desciende el pH, afectando de esta forma el aporte de proteína bacteriana a nivel de intestino delgado (Rearte y Santini, 1989). Por otra parte, los terneros de PES1 tuvieron un consumo de suplemento más estable, dado que a diario se les suministraba la misma cantidad y ésta era consumida en su totalidad. Trabajos que analizaron el ambiente ruminal reportan una mayor estabilidad del pH y las concentraciones de N-NH₃ y ácidos grasos volátiles cuando se alimentó con mayor frecuencia en el día (Yang y Varga, Aronen, Soto-Navarro et al., Robles et al., citados por Antúnez, 2015). Este hecho podría estar dado por menores consumos instantáneos de concentrado, una actividad fermentativa más estable y una mejor sincronización en el aporte de energía y proteína en la dieta, justificando la mejor eficiencia de conversión biológica que tuvo el tratamiento PES1 en relación a PEA y PEALL.

5. CONCLUSIONES

El encierre nocturno entre las 17:00 hs y las 11:00 hs sin suministro de concentrado repercute negativamente sobre la ganancia de peso vivo en terneros pastoreando avena. Esta respuesta aparece asociada a que si bien el animal modifica su comportamiento ingestivo para compensar el menor tiempo de acceso a la pastura, aumentando el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado inicial, no logra un consumo equivalente al observado en animales sin encierro nocturno.

Suplementando los terneros con encierre nocturno con concentrados energético-proteico, se logran ganancias en torno a 0.7 kg/día, pero la forma en la cual es suministrado el suplemento (consumo limitado o *ad libitum* en comedero de autoconsumo) y la manera en la cual son manejados sobre la pastura, repercuten en la eficiencia de conversión del suplemento.

El uso de comederos de autoconsumo, si bien mejora los problemas operacionales que conlleva la suplementación diaria y no afecta la performance productiva, debería hacerse con la incorporación de algún método de regulación del consumo, dado que la alimentación *ad libitum* empeoró la eficiencia de conversión, alcanzando el valor de 11:1, pudiendo afectar el éxito económico del establecimiento.

Mantener a los animales encerrados los días de lluvia hace posible alcanzar el doble objetivo de lograr una alta tasa de ganancia diaria y cuidar a la pastura. Pero el alto consumo de suplemento registrado en estos días de lluvia en el encierre, dan como resultado una eficiencia de conversión de 18:1, resultando esto en un manejo no tan atractivo desde el punto de vista económico.

6. RESUMEN

El experimento fue realizado en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), de Facultad de Agronomía, localizada en el departamento de Paysandú (Uruguay) entre el 08/06/2017 y el 31/8/2017, abarcando un período de 86 días. El objetivo fue evaluar diferentes estrategias de manejo del pastoreo de terneros y la suplementación, y su efecto sobre la performance animal y las condiciones de la pastura. Se utilizaron 60 terneros de raza Hereford con un peso promedio al inicial de $131 \text{ kg} \pm 1.86$, provenientes del rodeo experimental de la EEMAC. Fueron bloqueados por peso vivo, en livianos y pesados, tomando como referencia un peso de 150 kg, dentro de los cuales fueron asignados al azar en 5 tratamientos, con dos repeticiones cada uno. Se utilizó una pradera de *Avena bizantina* cv. LE1095a, y el suplemento utilizado fue una mezcla de grano de sorgo molido (60 %), burlanda seca de sorgo (32%) y retornable fino (8%). Los tratamientos utilizados fueron: T1=pastoreo libre (o nocturno) sin suplementación (PN); T2=pastoreo con encierro nocturno sin suplementación (PE); T3=pastoreo con encierro nocturno más suplementación diaria a razón de 1 kg/100 kg de peso vivo (PES1); T4=pastoreo con encierro nocturno más suplementación *ad libitum* en comederos de autoconsumo (PEA); T5=pastoreo con encierro nocturno más suplementación *ad libitum* en comederos de autoconsumo, pero regulando el acceso a la pastura según las condiciones climáticas (PEALL). Los registros y mediciones que se llevaron a cabo fueron: peso vivo, consumo de forraje y suplemento, biomasa y altura de forraje ofrecido, biomasa y altura de forraje residual, cambio en el contenido de MS de forraje y comportamiento ingestivo. Para todos los tratamientos se observó aumento lineal del peso vivo, siendo los del tratamiento PE los que presentaron una menor ganancia promedio (0.41 kg/día). La suplementación incrementó las ganancias medias de los animales siendo máximas en los tratamientos PEA y PEALL, sin diferencias estadísticas entre ellos. El tratamiento PN fue el que presentó un menor forraje residual. También presentó menor altura residual y una mayor utilización de la pastura, aunque no se diferenció de PE. La suplementación al 1% del peso vivo no marcó diferencias con respecto a PE, pero la suplementación *ad libitum* en autoconsumo redujo la intensidad del pastoreo, reflejada en altura residual y utilización. El elevado consumo de suplemento de PEA y PEALL determinó peores eficiencias de conversión que para los suplementados al 1% del PV, y mayor tasa de sustitución de forraje por suplemento. En todos los tratamientos el pastoreo fue la actividad de mayor importancia, sobre todo los tratamientos PE y PES1. El tratamiento testigo presentó mayor tiempo dedicado a la rumia, mientras que la actividad de descanso tendió a ser significativa entre tratamientos. PE presentó la mayor tasa de bocado al iniciar el pastoreo.

Palabras clave: Terneros; Verdeos; Suplementación; Encierro nocturno; Regulación por clima.

7. SUMMARY

The experiment was carried out in the Meat Intensive Production Unit (UPIC) of the Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC), of the Faculty of Agronomy, located in the department of Paysandú (Uruguay) between 08/06/2017 and on 8/31/2017, covering a period of 86 days. The objective was to evaluate the different management strategies of calf herding and supplementation, and its effect on animal performance and pasture conditions. Sixteen Hereford calves with an average initial weight of $131 \text{ kg} \pm 1.86$, from the experimental EEMAC rodeo were used. They were blocked by live weight, in light and heavy, taking as a reference a weight of 150 kg, within which they were assigned at random in 5 treatments, with two repetitions each. A Byzantine Oat meadow cv. LE1095a was used, and the supplement used was a mixture of ground sorghum grain (60%), sorghum dried burlanda (32%) and fine returnable (8%). The treatments used were: T1=free (or nocturnal) grazing without supplementation (PN); T2=grazing with night enclosure without supplementation (PE); T3=grazing with night enclosure plus daily supplementation at a rate of 1 kg / 100 kg of live weight (PES1); T4=grazing with night enclosure plus ad libitum supplementation in self-consumption feeders (PEA); T5=grazing with night enclosure plus ad libitum supplementation in self-consumption feeders, but regulating access to the pasture according to climatic conditions (PEALL). The records and measurements that were carried out were: live weight, consumption of forage and supplement, biomass and height of forage offered, biomass and residual forage height, change in DM content of forage and ingestive behavior. For all treatments, a linear increase in live weight was observed, with those in the PE treatment having the lowest average gain (0.41 kg / day). The supplementation increased the mean gains of the animals being maximum in the PEA and PEALL treatments, without statistical differences between them. The PN treatment was the one with the lowest residual forage. It also presented lower residual height and greater use of the pasture, although it did not differ from PE. Supplementation at 1% of live weight did not show differences with respect to PE, but ad libitum supplementation in self-consumption reduced grazing intensity, reflected in residual height and utilization. The high consumption of PEA and PEALL supplement determined worse conversion efficiencies than those supplemented at 1% of the PV, and higher replacement rate of forage by supplement. In all treatments, grazing was the most important activity, especially PE and PES1 treatments. The control treatment showed more time devoted to rumination, while rest activity tended to be significant between treatments. PE presented the highest bit rate at the start of grazing.

Keywords: Calves; Green; Supplementation; Enclosure nocturne; Enclosing with regulation by climate.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, G.; Mirco, J.; Brinchh, A.; Acosta, A.; Ayala Torales, A. 2007. Variación en la respuesta productiva de novillos asociada a los momentos de asignación diaria de un verdeo invernal durante el otoño. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-4. Consultado 4 oct. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/92-Acosta_Ganancia.pdf
2. 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. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 143 p.
3. Amigone, M.; Kloster, A. 1997. Verdeos de invierno. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 11 p. Consultado 28 abr. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/26-verdeos_de_invierno.pdf
4. Antúnez, G. 2015. Frecuencia diaria de suplementación en bovinos: efectos sobre el aprovechamiento digestivo y metabólico de la dieta, la actividad fermentativa y el ambiente ruminal. Tesis Msc. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. 40 p.
5. AOAC (Official methods of analysis of AOAC International, USA) 2012. 19a. ed. Gaithersburg, Maryland, AOAC International. 1700 p.
6. Arcuri, P. B.; Ferráz, F. C.; Carneiro, J. C. 2011. Microbioogia do rúmen. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Olivera, S. G. eds. Nutrição de ruminantes. 2ª. ed. Jaboticabal, SP, FUNEP. pp. 115-160.
7. Arias, R.; Mader, T.; Escobar, P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea). Archivos de Medicina Veterinaria. 40(1): 7-22. Consultado 6 jun. 2018. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>

8. Arrospide, A. D.; Puentes, P. C.; Villagrán, G. J. P. 2008. Efecto del pastoreo controlado con diferentes pasturas, composición y carga animal como estrategia invernal sobre la ganancia diaria de corderos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 140 p.
9. Baeck, J. 2000. Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la pampa húmeda solamente? (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-10. Consultado 28 abr. 2018. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
10. Baldi, F.; Banchemo, G.; Mieres, J.; La Manna, A.; Fernández, E.; Formoso, F.; Montossi, F. 2008. Suplementación en invernada intensiva. ¿Hasta dónde hemos llegado? Revista INIA. no. 15: 2-7.
11. Bargo, F. 2016. Suplementación en pastoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. In: Curso de Bovinos de Leche (2016, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. Departamento de Producción Animal y Pasturas. pp. 1-21.
12. _____. 2018. ¿Cuál es la tasa de sustitución ideal de forrajes por concentrado? (en línea). Bogotá, Contexto Ganadero. Una Lectura Rural de la Realidad Colombiana. s.p. Consultado 20 nov. 2018. Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/cual-es-la-tasa-de-sustitucion-ideal-de-forrajes-por-concentrado>
13. Barret, P.; Laidlaw, A.; Mayne, C.; Christie, C. 2001. Pattern of herbage intake rate and bite dimensions of rotationally grazed dairy cows as sward height declines. Grass and Forage Science. 56(4): 362-373.
14. 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.
15. Bavera, G. A.; Beguet, H. A. 2003. Termorregulación corporal y ambientación. (en línea). In: Cursos Producción Bovina de Carne (2003, Río Cuarto, Córdoba). Textos. Río Cuarto, UNRC. FAV. pp. 1-14. Consultado 2 set. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/clima_y_ambientacion/04-termorregulacion_corporal_y_ambientacion.pdf

16. Beever, D. E.; Offer, N.; Gill, M. 2000. Regulation of forage intake. In: Hopkings, A. ed. Grass: its production and utilization. 3rd. ed. Okehampton, Devon, IGER. pp. 153-155.
17. Berastegui, G. 2017. Efecto de la carga animal sobre la altura del canopeo de una promoción química de especies invernales sometida a pastoreo continuo con vaquillonas en recría. (en línea). Tesis Ing. Agr. La Plata, Argentina. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP. 44 p. Consultado 2 set. 2018. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60280/Documento_completo.pdf?sequence=3&isAllowed=y
18. Beretta, V.; Simeone, A.; Bentancur, O.; Invernizzi, G.; Puig, C.; Viroga, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo de ocupación de la parcela sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado 4 oct. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/90-Beretta_ocupacion.pdf
19. _____.; _____. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. In: Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne (10^a., 2008, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 35-37.
20. _____.; _____.; Viera, G. 2010. Utilización de avena para pastoreo con terneras Hereford. (en línea). Paysandú. Facultad de Agronomía. 1 p. Consultado 21 ene. 2019. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/485/395>
21. _____.; _____.; _____. 2011. Autoconsumo en el suministro de dietas sin fibra larga a terneros alimentados a corral. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (13^a., 2011, Paysandú, UY). Alimentación a corral en sistemas ganaderos, ¿cuándo y cómo? Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 34-41.
22. _____.; _____.; Elizalde, J. C.; Caorsi, J.; Ferrés, A. 2012. Alimentación a corral de terneros: evaluación del sistema de autoconsumo para dietas sin fibra larga. Revista Argentina de Producción Animal. 32(1): 195-195.

23. _____.; _____.; Bentancur, O. 2013. Manejo de la sombra asociado a la restricción del pastoreo: efecto sobre el comportamiento y performance estival de vacunos. (en línea). *Agrociencia* (Uruguay). 17(1): 131-140. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v17n1/v17n1a16.pdf>
24. _____.; _____.; Algorta, B.; López, I.; Iruleguy, G. 2015. Cruzando los puentes verdes en sistemas agrícolas-ganaderos: combinando el uso de avena, la recría de terneros y el sistema de autoconsumo. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne* (17^a, 2015, Paysandú). Tecnología, precio y resultado económico en el negocio ganadero: ese difícil equilibrio. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 44-53.
25. _____.; _____.; Franco, J.; Bentancur, O. 2017. Suplementación con fuentes de fibra o almidón a novillos en terminación pastoreando verdeos de invierno. (en línea). *Agrociencia* (Uruguay). 21(1): 131-139. Consultado 28 abr. 2018. Disponible en http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482017000100131
26. Bertelsen, G. 2000. Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*. 54: 49-57.
27. Blaser, R. E.; Hammes, R. C.; Bryant, H. T.; Nardson, W. A.; Fontenet, J. P.; Engel, R. W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. *In: International Grassland Congress* (8th, 1960, Reading). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 601-606.
28. Blasina, M.; Piñeyrua, A.; Renau, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
29. Broch, M.; Lago, A.; Mesa, A. 1999. Evaluación nutricional de avena alfalfa y trébol rojo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 81 p.

30. Cantou, A.; Echenique, M.; Gallinal, C.; Muñoz, M. 2009. Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 56 p.
31. Carámbula, M. 1978. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
32. Caton, J. S.; Dhuyvetter, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants, requirements and responses. *Journal of Animal Science*. 75: 533-542.
33. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
34. Chacon, E.; Stobbs, T. H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27: 709-725.
35. Chilbroste, P.; Tamminga, S.; Boer, H. 1997. Effect of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behaviour and dry matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. *Grass and Forage Science*. no. 52: 249-257.
36. _____. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero: I Predicción del consumo. *In*: Congreso Latinoamericano de Buiatría (6°), Jornadas Uruguayas de Buiatría (26a., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
37. _____.; Soca, P.; Mattiauda, D. A. 1999. Effect of the moment and length of the grazing session on: milk production and pasture depletion dynamics. *In*: International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (1999, Brazil, Curitiba, Paraná). Proceedings. Curitiba, s.e. pp. 292-295.

38. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10o.), Jornadas Uruguayas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 90-96.
39. _____.; _____.; _____.; _____. 2005. Genera el ayuno, señales que modifiquen el comportamiento ingestivo y la performance productiva en vacunos. Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-10.
40. _____.; _____.; _____.; _____.; Robinson, P. H. 2007. Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. Australian Journal of Agricultural Research. 47: 1075-1084.
41. Church, D. C. 1993. Fisiología digestiva y nutrición. Zaragoza, Acribia. 652 p.
42. 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 de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 139 p.
43. Da Silva, J.; Rocha, J. D. 2006. Efecto del manejo del pastoreo sobre la calidad de la dieta y características de la fermentación ruminal de novillos Hereford pastoreando raigrás. Tesis Ing Agr Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 106 p.
44. Di Marco, O. N. 1993. Crecimiento y respuesta animal. Buenos Aires, Asociación Argentina de Producción Animal. 129 p.
45. Durán, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
46. Edwards, S. 2007. Control of grazing intake. In: Rattray, P.; Brookes, I.; Nicol, A. eds. Pasture and supplement for grazing animals. Palmerston North, NZ, New Zealand Society of Animal Production. s.p. (Occasional publication no. 14).

47. Elizalde, J. C.; 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 9 p. Consultado 21 ene. 2019. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/informaciontecnica/suplementacion/13-suplementacionencondicionesdepastoreo.pdf>
48. Elizondo, L.; Gil Minteguiaga, A.; Rubio Cattani, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
49. Fariello, S.; Pérez, M. 2008. Efecto de la frecuencia de cambio de franja e intensidad de pastoreo sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes en otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 85 p.
50. Fernández, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. Revista del Plan Agropecuario. no. 85: 6-9.
51. Fernández, G.; San Martín, F.; Ecurra, E. 1997. Uso de bloques nutricionales en la suplementación de ovinos al pastoreo. Revista Investigación Pecuaria. IVITA. 8(1): 29-38.
52. Forbes, J. M.; Mayes, R. W. 2002. Food choice. In: Freer, M.; Dove, H. eds. Sheep nutrition. Wallingford, UK, CABI. pp. 51-69.
53. Forbes, T. 1988. Researching de plant-animal interface: the investigation of the ingestive behaviour in grazing animals. Journal of Animal Science. 66 (9): 2269–2379.
54. Freer, M.; Dove, H.; Nolan, J. V. 2007. Application. In: Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, Australia, CSIRO. pp. 227-233.
55. Gagliostro, G. 2000. Principios de la nutrición y suplementación de bovinos en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, INTA. 108 p.
56. Gallardo, M. 1999. Alimentación. Importancia de la fibra en otoño. Revista Chacra. no. 2: 10-14.

57. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2): 119-142.
58. García, A. 2007. Efectos del medio ambiente sobre los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado 5 jun. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/19-ambiente_pastoreo.pdf
59. Garibotto, G.; Bianchi, G.; Bentancur, O.; Fernández, M. E. 2007. Pastoreo restringido y suplementación energética: recría de corderos. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/138-Garibotto-RecriaCorderos.pdf
60. Gibb, M. J.; Huckle, C. A.; Nuthall, R. 1998. Effect of time of day on grazing behavior and intake rate by dairy cows. *Grass and Forage Science*. 53: 41-46.
61. Gómez, P. 1988. Engorde de novillos en pastoreo, uso estratégico de la suplementación. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 73-101.
62. González, I.; González, G. 1999. Algunos residuos forestales y madereros en la alimentación del ganado. (en línea). *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. 8(1): 349-373. Consultado 2 mar. 2018. Disponible en <http://www.invenia.es>
63. González, K. 2017a. Efecto de la pastura sobre el pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Zootecnia y veterinaria es mi pasión. s.p. Consultado 10 nov. 2018. Disponible en <https://zoovetespasion.com/pastos-y-forrajes/efecto-de-la-pastura-sobre-el-pastoreo/>
64. _____. 2017b. Factores que afectan el comportamiento ingestivo de los bovinos. (en línea). *Revista Veterinaria Argentina*. 36(367): s.p. Consultado 10 nov. 2018. Disponible en <https://www.veterinariargentina.com/revista/2017/09/factores-que-afectan-el-comportamiento-ingestivo-de-los-bovinos/>

65. Greenwood, G. B.; Demment, M. H. 1988. The effect of short-term cattle grazing behaviour. *Grass and Forage Science*. 43: 377–386.
66. Gregorini, P.; Soder, K. J.; Kensinger, R. S. 2009. Effect of rumen fill on foraging behavior, intake rate, and plasma ghrelin, serum insulin and glucose levels of cattle grazing a vegetative micro-sward. *Journal of Dairy Science*. 92: 2095-2105.
67. Hodgson, J.; Jamieson, W. S. 1981. Variations in herbage mass and digestibility, and the grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. s.l., Grassland Research Institute. s.p.
68. _____. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Longman. 203 p.
69. Invernizzi, G.; Puig, C.; Viroga, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
70. Judd, T.; Thomson, N.; Barnes, M. 1994. The effect of block and paddock grazing in winter on cow behavior, cow performance and herbage accumulation. *Taranaki Agricultural Research Station*. 54: 91-94.
71. Krysl, L. J.; Hess, B. W. 1995. Cattle grazing a riparian mountain meadow: effects of low and moderate stocking density on nutrition, behavior, diet selection, and plant growth response. *Journal of Animal Science*. 73: 3752-3765.
72. Laca, E. A.; Ungar, E. D.; Seligman, N. G.; Demment, M. W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47: 91-102.
73. Lagreca, M.; Medero, P.; Rattín, A. 2008. El confinamiento de terneros como alternativa de alimentación invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 112 p.
74. Leaver, J. D.; Campling, R. C.; Holmes, W. 1968. Uso de la suplementación para vacas lecheras a pastoreo. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 12 p.

75. Manasliski, E.; Rodríguez, F. 2013. Evaluación del efecto del tipo de fibra y forma de suministro sobre la performance de terneros destetados precozmente y manejados a corral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 61 p.
76. Mancilla, L. 2002. Suplementación estratégica de los bovinos a pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/51-suplementacion_estrategica_de_los_bovinos_a_pastoreo.pdf
77. Mattiauda, D.; Tamminga, S.; Gibb, M. J.; Soca, P.; Bentancur, O.; Chilbroste, P. 2013. Restricting access time at pasture and time of grazing allocation for Holstein dairy cows: ingestive behaviour, dry matter intake and milk production. *Livestock Science*. 152: 53-62.
78. Méndez, D.; Davies, P. 2004. Herramientas para mejorar las ganancias de peso. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 25 may. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/39-herramientas_mejorar_ganancias_de_peso.pdf
79. MGAP. DGRN (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales, UY). 2017. Planes de uso y manejo de suelos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 10 oct. 2018. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-recursos-naturales/normativa/suelos>
80. Mieres, J. M. 1997. Relaciones planta animal suplemento. In: Jornada sobre Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 36-42 (Actividades de Difusión no. 129).
81. Moliterno, E. 1986. Medición de pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 9 p.
82. Moreyra, F.; Giménez, F.; López, J. R.; Tranier, E.; Real Ortellado, M.; Kruger, H.; Mayo, A.; Labarthe, F. 2014. Verdeos de invierno: utilización de verdeos de invierno en planteos ganaderos del Sudoeste bonaerense. (en línea). Buenos Aires, INTA. 52 p. Consultado 22 nov. 2018. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-verdeos_de_invierno_1.pdf

83. Orcasberro, R. 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. (en línea). *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 225-238 (Serie Técnica no. 13). Consultado 22 nov. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8327/1/111219220807115854-p.225-238.pdf>
84. Orskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminant. London, Academic Press. 178 p.
85. Parga, J.; Teuber, N. 2006. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. INIA. Centro Regional de Investigación Remehue. Boletín no. 148. 12 p.
86. Patterson, D.M.; Mc Gilloway, D. A.; Cushnahan, A.; Mayne C. S.; Laidlaw, A. S. 1998. Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. *Animal Science Journal*. 66: 299-305.
87. Pauletti, M.; Terra, A.; Perrachon, J. 2016. Las rotaciones agrícolas –ganaderas en Uruguay “un clásico”. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 159: 56–60.
88. Perrachón, J. 2009. Pensemos en los verdes de invierno. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 132: 42–46.
89. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L’Huillier, P. J. 1987. Intake of pasture by Grazing Ruminants. *In*: Nicols, A. ed. *Livestock feeding on pasture*. Palmerston North, New Zealand Society of Animal Production. pp. 320-331 (Occasional Publication no. 10).
90. Pordomingo, A. 1995. Suplementación con concentrados energéticos. *Revista Súper Campo*. no. 8: s.p.
91. _____. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Santa Rosa, La Pampa, INTA. 4 p. Consultado 19 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf
92. _____. 2013. Feedlot. Alimentación, diseño y manejo. (en línea). Buenos Aires, INTA. 170 p. Consultado 6 jun. 2018. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_feedlot_2013.pdf

93. Rearte, D. H.; Santini, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 9(2): 93-105.
94. Reinoso Ortiz, V.; Soto Silva, C. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. Pastoreo rotativo y en franjas. *Revista Veterinaria*. 41(161-162): 15-24.
95. Rook, A. J. 2000. Principles of Foraging and grazing Behaviour. In: Hopkings, A. ed. *Grass: its production and utilization*. 3rd. ed. Okehampton, Devon, UK. pp. 229-246.
96. Rosso, A. 2004. Una estrategia para impulsar el negocio. Suplementación estival. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 112: 21-25.
97. Silveira, D. 2011. Producción de forraje en base a pasturas sembradas. In: *Curso de Pasturas* (2016, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 8-11.
98. Simeone, A. 2000. Producción intensiva de carne II. *Revista de FUCREA*. 205: 16-29.
99. _____.; 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* (17th, 2003, Armidale, NSW). Proceedings. Armidale, New South Wales, University of New England. pp. 14 (Recent Advances in Animal Nutrition in Australia v.14).
100. _____. 2004. Improving growth rates of beef cattle grazing lush autumn pastures. PhD. Thesis. Armidale, Australia. University of New England. 178 p.
101. _____. 2005. Bases nutricionales para el manejo de la alimentación en sistemas pastoriles y de confinamiento destinados al engorde de vacunos. In: *Curso de Actualización* (2005, Montevideo). Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
102. _____.; Beretta, V. 2010. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 118 p.

103. Soca, P.; Chilibroste, P.; Mattiauda, D. 1999. Effect of the moment and length of the grazing session on: 2. Grazing time and ingestive behaviour. In: International Symposium Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (1999, Curitiba, Brazil). Proceedings. Curitiba, Brazil, s.e. pp. 295–298.
104. _____. 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Tesis de Postgrado. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 106 p.
105. _____.; González, H.; Manterola, H. 2001. Estrategia de pastoreo de vacas lecheras. *Avances en Producción Animal*. 26(1-2): 15-29.
106. Soto Silva, C.; Reinoso, V. 2010. Suplementación del ganado de carne en situaciones de sequía. (en línea). Engormix. Consultado 20 nov. 2018. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/suplementacion-ganado-carne-situaciones-t28568.htm>
107. Trujillo, A. I.; Marichal, M. J. 2014. Caracterización química de los alimentos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 19 p.
108. Uriarte, N. 2014. Los “puentes verdes”: una nueva oportunidad para la producción de carne ovina de calidad. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 151: 50–52.
109. Van Soest, P. J.; Roberston, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74(5): 3583-3597.
110. Vaz Martins, D. 1997. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 17-22 (Serie Técnica no. 83).
111. Wade, M. H.; Eirin, M. A.; Gregorini, P. 2006 The effect of fasting on the feeding station behaviour of grazing beef heifers. *Journal of Animal Science*. 84(suppl. 2): 17-17.
112. Zanoniani, R.; Noell, S. 1997. Verdeos de invierno. Facultad de Agronomía. EEMAC. Cartilla no. 2. 7 p.
113. _____.; Ducamp, F.; Bruni, M. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. Facultad de Agronomía. EEMAC. Cartilla no. 17. 11 p.

114. _____.; _____. 2004. Leguminosas forrajeras del genero Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.

10. ANEXOS

Anexo 1. Propiedades químicas de la avena y del suplemento ofrecido

	Avena	Suplemento
Proteína cruda (%)	12,5	14,4
FDN (%)	54,9	34,9
FDA (%)	27,1	18,6
Ceniza (%)	12,3	3,3
EM (Mcal/kg)*	2,45	2,69

*EM (Mcal/ kg MS) = EB*DIVMS*0,82; DIVMS = 88.9 - (%FDA x 0.779) (Di Marco, 1973). Todos los valores son expresados en base seca. Materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), cenizas (C) y energía metabolizable (EM).

Anexo 2. Fuentes de variación para pesos vivos

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Bloque	1	57	0,39	0,5334
Tratamiento	4	107	0,22	0,9272
Días	1	296	2334,29	< ,0001
Días*trat.	4	296	28,26	< ,0001
PV inicial	1	57,4	674,59	< ,0001

Anexo 3. Fuentes de variación para peso vivo final

Efecto	Núm. df	Tipo IV ss	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	542,64	135,66	196,93	0,001
Bloque	1	6,14	6,14	8,92	0,058
PV inicial	1	83,33	83,33	120,97	0,002

Anexo 4. Fuentes de variación para consumo de suplemento como porcentaje de peso vivo

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	2	18	255,52	< ,0001
Semana	5	18	1,23	0,334
Trat.*semana	10	18	3,39	0,0117

Anexo 5. Fuentes de variación para consumo de suplemento en kg/día

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	2	2	39,84	0,0245
Bloque	1	2	8,33	0,102
Semana	5	15	5,44	0,0047
Trat.*semana	10	15	3,49	0,0146

Anexo 6. Fuentes de variación para consumo de pastura como porcentaje de peso vivo

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	20,38	0,0027
Semana	5	25	56,3	<,0001
Trat.*semana	20	25	6,74	<,0001

Anexo 7. Fuentes de variación para consumo de pastura en kg/día

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	4,56	0,0635
Semana	5	25	51,62	<,0001
Trat.*semana	20	25	10,14	<,0001

Anexo 8. Fuentes de variación para consumo total como porcentaje de peso vivo

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	29,25	0,0012
Semana	5	25	36,59	<,0001
Trat.*semana	20	25	3,94	0,0008

Anexo 9. Fuentes de variación para consumo total en kg/día

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	4,47	0,0661
Semana	5	25	25,81	<,0001
Trat.*semana	20	25	5,6	<,0001

Anexo 10. Fuentes de variación para consumo de energía metabolizable

Fuente	Df	Tipo IV ss	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	78,86887263	19,71721816	21,25	0,0059
Bloque	1	28,51391401	28,51391401	30,74	0,0052

Anexo 11. Fuentes de variación para consumo de proteína cruda

Fuente	Df	Tipo IV ss	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	0,14865101	0,03716275	78,27	0,0005
Bloque	1	0,00011987	0,00011987	0,25	0,6417

Anexo 12. Fuentes de variación para consumo de fibra detergente neutro

Fuente	Df	Tipo IV ss	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	0,43300646	0,10825162	12,63	0,0154
Bloque	1	0,00359044	0,00359044	0,42	0,5527

Anexo 13. Fuentes de variación para eficiencia de conversión en función de PE

Efecto	Df	Tipo IV ss	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > f
Tratamiento	2	410,89	205,44	85,08	0,0116
Bloque	1	75,9	75,9	31,43	0,0304

Anexo 14. Fuentes de variación para tasa de sustitución en función de PE

Efecto	Df	Tipo IV ss	Cuadrado de la media	F-valor	Pr > f
Tratamiento	2	0,18	0,09	227,3	0,0044
Bloque	1	0,033	0,033	83,31	0,0118

Anexo 15. Fuentes de variación para biomasa de entrada

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	4	0,73	0,6149
Bloque	1	4	0,24	0,6521
Semana	5	25	72,41	<,0001
Trat.*sem.	20	25	1,5	0,1689

Anexo 16. Fuentes de variación para biomasa residual

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	4	31,78	0,0027
Bloque	1	4	2,67	0,1774
Semana	5	25	146,18	<,0001
Trat.*sem.	20	25	11,63	<,0001

Anexo 17. Fuentes de variación para altura de entrada de la pastura

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	29	2,18	0,0959
Bloque	1	29	25,25	<,0001
Semana	5	29	96,29	<,0001
Trat.*sem.	20	29	2,65	0,0082

Anexo 18. Fuentes de variación para altura residual de la pastura

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	14,56	0,0058
Semana	5	25	54,79	<,0001
Trat.*sem	20	25	10,72	<,0001

Anexo 19. Fuentes de variación para utilización de forraje.

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	22,57	0,0021
Semana	5	25	57,2	< ,0001
Trat.*sem.	20	25	6,87	< ,0001

Anexo 20. Fuentes de variación para patrón de defoliación diario

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	5	6,33	0,0341
Semana	1	5	87,52	0,0002
Día dentro semana	6	30	193,31	<,0001
Trat.*sem.	4	5	4,32	0,0701
Trat.*día dentro sem.	24	30	1,93	0,0446

Anexo 21. Fuentes de variación para consumo de suplemento diario

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	2	3	63,69	0,0035
Semana	1	3	0	0,9855
Día dentro sem.	5	15	3,15	0,0386
Trat.*semana	2	3	1,02	0,4594
Trat.*día dentro semana	10	15	1,33	0,3012

Anexo 22. Fuentes de variación para comportamiento ingestivo: pastoreo

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	15	16,11	< ,0001
Semana	1	15	0	0,9813
Día dentro sem.	1	15	24,3	0,0002
Trat.*sem.	4	15	0,94	0,4701
Trat.*día dentro sem.	4	15	4,23	0,0172

Anexo 23. Fuentes de variación para comportamiento ingestivo: rumia

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	15	15,3	<,0001
Semana	1	15	3,22	0,0928
Día dentro sem.	1	15	0,31	0,584
Trat.*sem.	4	15	3,22	0,0427
Trat.*día dentro sem.	4	15	2,56	0,082

Anexo 24. Fuentes de variación para comportamiento ingestivo: descanso

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	15	2,87	0,0596
Semana	1	15	4	0,064
Día dentro sem.	1	15	27,77	<,0001
Trat.*sem.	4	15	0,14	0,9656
Trat.*día dentro sem.	4	15	4,7	0,0117

Anexo 25. Fuentes de variación para tasa de bocado: primera sesión de pastoreo

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	30	21,67	<,0001
Semana	1	30	5,44	0,0266
Día dentro sem.	1	35	0,32	0,5736
Trat.*sem.	4	30	3,82	0,0126
Trat.*día dentro sem.	4	35	5,74	0,0012

Anexo 26. Fuentes de variación para tasa de bocado: última sesión de pastoreo

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	30	10,64	<,0001
Semana	1	30	52,79	<,0001
Día dentro sem.	1	31	21,02	<,0001
Trat.*sem.	4	30	3,37	0,0215
Trat.*día dentro sem.	4	31	5,49	0,0019

Anexo 27. Fuentes de variación para tasa de bocado promedio

Efecto	Núm. df	Den. df	F-valor	Pr > f
Tratamiento	4	30	8,97	<,0001
Semana	1	30	60,06	<,0001
Día dentro sem.	1	31	27,02	<,0001
Trat.*sem.	4	30	5,38	0,0022
Trat.*día dentro sem.	4	31	4,63	0,0048

Anexo 28. Disponibilidad de la biomasa semanal durante el experimento

Semanas	Biomasa ofrecida (kg MS)	Altura prom. (cm)
1	3525	27
2	3216	26
3	3681	41
4	3432	42
5	3148	40
6	2491	36
7	2396	36
8	2882	42
9	2593	38
10	1480	32
11	2416	44
12	3244	31