

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**SUPLEMENTACIÓN CON GRANO DE LUPINO (*Lupinus angustifolius*) EN
RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO A TERNERAS PASTOREANDO RAIGRÁS:
EFECTO SOBRE CONSUMO, LA SELECCIÓN, Y EL COMPORTAMIENTO
ANIMAL**

Por

Federico Diego BAUZÁ GÓMEZ

Juan Ignacio CELESIA MICHELIN SALOMON

Juan Manuel IRISARRI SIRIO

**Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el título
de Ingeniero Agrónomo**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2025

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia
“Creative Commons **Reconocimiento**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra) Virginia Beretta

Codirector

Ing. Agr. (Dr.) Álvaro Simeone

Tribunal:

Ing. Agr. (Dr.) Álvaro Simeone

Mag. Juan Franco

Ing. Agr. (Mag.) Natalia Zabalveytia

Fecha:

26 de agosto de 2025

Estudiante:

Federico Diego Bauzá Gómez

Juan Ignacio Celesia Michelin Salomon

Juan Manuel Irisarri Sirio

AGRADECIMIENTOS

Se agradece profundamente a los directores de tesis, Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone, por el valioso apoyo técnico y la orientación brindada durante la realización de este trabajo, así como por el respaldo y la motivación constante.

Se extiende el agradecimiento a los funcionarios y docentes de la Unidad de Producción Intensiva de Carne, por su colaboración y disposición en el desarrollo diario de este experimento.

A los familiares y amigos por su apoyo incondicional, no solo durante la elaboración de este trabajo, sino a lo largo de toda la carrera, la cual culmina con la presentación del presente trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	7
RESUMEN.....	8
SUMMARY	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Recría en el Uruguay	12
2.2 Verdeos de invierno.....	12
2.2.1 Raigrás.....	12
2.2.2 La problemática de los verdeos.....	13
2.3 FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PERFORMANCE ANIMAL	14
2.3.1 Comportamiento ingestivo en pastoreo	14
2.3.2 Calidad, disponibilidad y altura	15
2.3.3 Contenido de humedad del forraje	16
2.3.4 Defoliación progresiva	16
2.4 FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PERFORMANCE ANIMAL	17
2.4.1 Intensidad de pastoreo	17
2.4.2 Frecuencia del cambio de franja	18
2.5 SUPLEMENTACIÓN SOBRE VERDEOS DE INVIERNO.....	19
2.5.1 Respuesta a la suplementación.....	19
2.5.2 Antecedentes suplementación energética	20
2.5.3 Antecedentes de suplementación proteica.	21
2.5.4 Grano de lupino como suplemento	21
2.5.5 Utilización de lupino en alimentación animal (resultados internacionales) ...	23
2.5.6 Utilización de lupino en alimentación animal (resultados nacionales)	24
2.6 TECNOLOGÍA DE AUTOCONSUMO	26
2.6.1 Caracterización del sistema de autoconsumo	26
2.6.2 Antecedentes de la suplementación en autoconsumo	27
2.7 Hipótesis	28
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29

3.1 LOCALIZACIÓN	29
3.2 SUELO.....	29
3.3 INFRAESTRUCTURA	29
3.4 PASTURA Y SUPLEMENTO	29
3.4.1 Pastura	29
3.4.2 Suplemento	29
3.5 ANIMALES Y TRATAMIENTOS.....	30
3.6 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	30
3.7 REGISTROS, MEDICIONES Y MUESTREOS	31
3.7.1 EN LA PASTURA.....	31
3.7.2 EN LOS ANIMALES	31
3.8 MANEJO SANITARIO.....	32
3.9 ANÁLISIS QUÍMICO.....	32
3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1 CONDICIONES AMBIENTALES.....	35
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA	36
4.2.1 Composición química y nutricional de la pastura.....	36
4.3 UTILIZACIÓN DE FORRAJE.....	41
4.4 CONSUMO DE FORRAJE Y SUPLEMENTO	42
4.4.1 Consumo de forraje	43
4.4.2 Consumo de suplemento.....	45
4.4.3 Consumo total de materia seca	47
4.4.4 Proteína cruda en muestras de <i>hand clipping</i> (%).....	49
4.5 COMPORTAMIENTO ANIMAL	49
4.5.1 Tasa de bocado.....	52
4.6. DISCUSIÓN GENERAL.....	54
5. CONCLUSIÓN.....	55
6. BIBLIOGRAFÍA	56
7. ANEXOS.....	69

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Composición química del raigrás	13
Tabla 2 Composición química del grano de lupino (<i>Lupinus angustifolius</i>)	23
Tabla 3 Composición química del grano de lupino (% base seca)	30
Tabla 4 Temperatura media y precipitaciones mensuales de julio a septiembre (2023) y promedio (2002-2018)	35
Tabla 5 Evolución de la composición química del forraje ofrecido en tres periodos del pastoreo	36
Tabla 6 Efecto de la suplementación y suministro sobre características en la pastura y su utilización.....	38
Tabla 7 Efecto de la suplementación y su suministro sobre el consumo de MS y proteína cruda	43
Tabla 8 Efecto de la suplementación y suministro en el comportamiento y tasa de bocado de terneras	50
Figura 1 Evolución de la disponibilidad (kg MS/ha) y altura de entrada	39
Figura 2 Evolución de la biomasa de remanente de cada tratamiento a lo largo de las semanas	40
Figura 3 Evolución de la altura remanente (cm) de cada tratamiento a lo largo de las semanas	41
Figura 4 Evolución del % de utilización a lo largo de las semanas en los diferentes tratamientos	42
Figura 5 Evolución del consumo de forraje expresado en % del peso vivo	44
Figura 6 Evolución del consumo de forraje expresado como kg MS/animal.día.....	45
Figura 7 Evolución del consumo de suplemento expresado en % del peso vivo según forma de suministro	46
Figura 8 Evolución del consumo de suplemento expresado como kg MS/animal.día, según forma de suministro	46
Figura 9 Efecto de forma de suministro sobre la variación entre días del consumo diario de suplemento	47
Figura 10 Aporte relativo del consumo de forraje y suplemento al consumo de materia seca total (%PV)	48
Figura 11 Evolución del pastoreo, rumia y descanso durante la permanencia en la parcela semanal.....	52
Figura 12 Evolución del acceso al comedero durante la permanencia en la parcela semanal de pastoreo	52

RESUMEN

El trabajo presentado se llevó a cabo durante la temporada invernal, entre el 6 de julio y el 27 de septiembre, en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, situada en el departamento de Paysandú, Uruguay. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con grano de lupino (*Lupinus angustifolius*), y del método de suministro (diario o comederos de autoconsumo) sobre el consumo y el comportamiento animal en terneras pastoreando verdeos de invierno con una oferta de forraje restringida.

Treinta y seis terneras Hereford de $174 \text{ kg} \pm 18 \text{ kg}$ de peso vivo (PV), fueron bloqueadas por peso vivo al inicio del periodo pre experimental (livianas, medias y pesadas) y sorteadas dentro de cada bloque a uno de los tres tratamientos: 1) pastoreo de raigrás sin suplementación (TESTIGO); 2) pastoreo de raigrás más suplementación diaria con grano de lupino quebrado a razón de 1 kg de MS/100 kg de peso vivo (SD); 3) pastoreo de raigrás más suplementación con grano de lupino quebrado en comederos de autoconsumo con oferta de grano *ad libitum* (AC). Cada tratamiento quedó constituido por tres repeticiones, cada repetición integrada por 4 terneras pastoreando una parcela independiente. Los animales pastoreaban en franjas semanales con una asignación de forraje de 2,5% de PV, siendo diariamente llevados a tomar agua.

La suplementación mejoró el consumo de materia seca (MS) de manera independiente al tratamiento, en comparación con el tratamiento testigo. Se observó un aumento del 0.88% en el consumo de MS (%PV) en el caso de la suplementación diaria, superando al testigo. Además, esta diferencia fue aún mayor en el tratamiento con AC.

Los tres tratamientos se encontraron en igualdad de condiciones en cuanto a forraje disponible y composición botánica ($p\text{-valor} > 0,05$). Sin embargo, se observaron diferencias significativas en el remanente al igual que en la utilización de forraje al final de los 7 días de pastoreo, siendo este último mayor en el tratamiento testigo. A partir de estos resultados, se puede decir que se trata de un efecto de adición-sustitución.

Por otra parte también se encontraron diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0,05$) en cuanto al tiempo dedicado al pastoreo, siendo el testigo el que más tiempo dedicó, seguido del tratamiento de suplementación diaria y por último el autoconsumo.

Palabras clave: suplementación, grano de lupino, recría, consumo, comportamiento

SUMMARY

The present study was conducted during the winter season, between July 6 and September 27, at the Mario A. Cassinoni Experimental Station (E.E.M.A.C.) of the Faculty of Agronomy at the University of the Republic, located in the department of Paysandú, Uruguay. The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation with lupin grain (*Lupinus angustifolius*) and the method of supply (daily or self-feeder) on intake and animal behavior in heifer calves grazing winter forages under restricted forage allowance.

Thirty-six Hereford heifers, with an initial body weight (BW) of $174 \text{ kg} \pm 18 \text{ kg}$, were blocked by BW at the beginning of the pre-experimental period (light, medium, and heavy) and randomly assigned within each block to one of three treatments: (1) ryegrass grazing without supplementation (CONTROL); (2) ryegrass grazing plus daily supplementation with broken lupin grain at a rate of $1 \text{ kg DM}/100 \text{ kg BW}$ (DS); (3) ryegrass grazing plus supplementation with broken lupin grain in self-feeders with ad libitum grain availability (AC). Each treatment consisted of three replicates, with each replicate including four heifers grazing an independent plot. The animals grazed in weekly strips with a forage allowance of 2.5% BW and were taken daily to drink water.

Supplementation improved dry matter (DM) intake regardless of the treatment, compared to the control treatment. An increase of 0.88% in DM intake (%BW) was observed in the daily supplementation treatment, surpassing the control. Moreover, this difference was even greater in the AC treatment.

The three treatments had equal conditions in terms of available forage and botanical composition ($p\text{-value} > 0.05$). However, significant differences were observed in the residual forage as well as in forage utilization at the end of the 7-day grazing period, the latter being greater in the control treatment. Based on these results, the effect can be classified as an addition-substitution response.

Furthermore, significant differences ($p\text{-value} < 0.05$) were found in the time spent grazing, with the control group spending the most time, followed by the daily supplementation treatment, and lastly, the self-feeding treatment.

Keywords: supplementation, lupin grain, growing cattle, intake, behavior

1. INTRODUCCIÓN

En los sistemas ganaderos de recría y engorde intensivos durante el invierno en Uruguay, se observa una disminución en la productividad en comparación con la primavera. Esta reducción se debe principalmente a la menor disponibilidad de forraje, causada por un clima menos favorable caracterizado por bajas temperaturas y presencia de heladas (Maschio et al., 2020).

Esto se traduce en una disminución del consumo voluntario y en un incremento de los requerimientos de mantenimiento, afectando significativamente el balance energético animal y por lo tanto la ganancia media diaria (kg pv/día/animal), conjuntamente con la producción por hectárea (Simeone, 2000).

El uso de verdeos de invierno como el raigrás, a pesar de tener un desbalance energético – proteico a nivel ruminal, es una herramienta adecuada para esta época del año permitiendo una alta producción de forraje, mejorar la productividad animal y aumentar la capacidad de carga animal en dicho período (Simeone, 2000).

Cuando se maneja con cargas muy altas se han reportado bajas ganancias de peso, debido principalmente a una reducción en el consumo de proteína y energía. La utilización de suplementos podría levantar esta restricción en el consumo de energía y proteína mejorando la performance individual al trabajar a altas cargas (Rovira, 2008; Rovira & Velazco, 2012).

Los concentrados energéticos elaborados a partir de granos de cereales —como trigo, cebada, sorgo molido, maíz entero, entre otros— se han utilizado como fuente de energía para compensar las deficiencias nutricionales que presentan los verdeos de invierno durante los primeros pastoreos, contribuyendo al aumento en el consumo, mejora en la eficiencia de uso del N y que resulta en una mejora en el aporte de proteína microbiana (Beretta et al., 2019). Bergós y Errandonea (2020) reportan una ganancia media diaria de peso de 0,700 kg/a/d utilizando grano molido de sorgo como suplemento sobre verdeos de invierno.

Más recientemente, se observó respuesta en ganancia media diaria (GMD) a la suplementación energético-proteica, pudiendo variar la magnitud de la respuesta dependiendo del aporte de proteína no degradable en el rumen del suplemento. Bergós y Errandonea (2020) observaron aumentos en la GMD de peso de terneras pastoreando raigrás, con un tratamiento de suplementación diaria al 1 % del peso vivo (PV) con grano de lupino o DDGS, incluso más aun que el tratamiento de suplementación con sorgo molido. Esta respuesta puede ser atribuida al efecto aditivo de la suplementación y a su vez al mayor aporte proteico-energético mejorando el consumo.

El grano de lupino (*Lupinus angustifolius*) se distingue por su alto contenido energético (proporcionado por fibra y grasas, no almidonosas) y su elevado nivel proteico (alrededor del 35% de proteína cruda), lo que lo hace una opción potencial para suplementar la dieta de vacunos en crecimiento que pastorean raigrás. Sin embargo, la elevada tasa de degradación ruminal de la proteína del lupino podría resultar en un menor aprovechamiento de esta proteína, reduciendo así los beneficios de la suplementación. El

suministro del grano entero podría disminuir la tasa de degradación en comparación con el grano quebrado, pero esto también podría limitar la eficacia del suplemento a lo largo del tracto digestivo (Simeone & Beretta, 2021).

Por otro lado, la sustitución del almidón por fuentes energéticas no almidonosas podría hacer del lupino un suplemento más seguro para su suministro en comederos de autoconsumo. Esta alternativa tecnológica trae consigo beneficios logísticos dado que permite reducir la frecuencia de suministro con respecto a la suplementación diaria. No obstante, la oferta al libitum sin regulación del consumo (sal o automático) podría modificar el patrón de consumo de suplemento y pastura y el comportamiento animal (Simeone & Beretta, 2021).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con grano de lupino, y del método de suministro (diario o comederos de autoconsumo) sobre el consumo y el comportamiento animal en terneras pastoreando verdeos de invierno con una oferta de forraje restringida.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Recría en el Uruguay

La recría es la etapa de desarrollo del animal que abarca desde el destete hasta el momento del entore en las hembras o el ingreso a la invernada en los machos. Esta etapa es el momento de crecimiento en la vida del animal donde es más eficiente para convertir alimento en músculo y hueso. Condiciones restrictivas de alimentación en esta etapa, principalmente de proteína, lo cual es frecuente en nuestras condiciones de producción, van a afectar el tamaño final adulto del animal (Pigurina et al., 1997).

En Uruguay, la recría se realiza principalmente sobre campo natural donde los animales atraviesan fluctuaciones de peso que acompañan el crecimiento de la pastura, sobre todo en sus dos primeros años de vida (Quintans, 2002). La alimentación sería la limitante más marcada de los animales bajo estas condiciones sobre todo en invierno donde se producen pérdidas de peso de alrededor de 100 g/día e incluso pérdidas por mortandad, lo que implica una pérdida de eficiencia al sistema (Quintans et al., 1993).

2.2 Verdeos de invierno

Los cultivos forrajeros anuales son de vital importancia en los sistemas de producción intensivos dado que ofrecen forraje de buena calidad en momentos críticos del año como lo es el invierno, dado que las especies perennes y el campo natural disminuyen su productividad. Las especies más utilizadas son avena y raigrás, la primera ofrece un porcentaje importante de su producción en otoño y la máxima oferta en invierno; mientras que el raigrás presenta una producción de forraje invierno-primaveral (Carámbula, 2007).

El invierno es la época del año con mayor riesgo de erosión, es por esto que los verdeos de invierno adquieren un rol fundamental al disminuir el tiempo en el cual el suelo permanece desnudo (Beretta et al., 2018).

Terneros pastoreando verdeos de invierno con una oferta de forraje de 5 kg MS/100 kg de PV registran una ganancia entorno a 0,5 kg/d (Beretta & Simeone, 2008; Beretta et al., 2016).

2.2.1 Raigrás

Esta especie es una de las mejores gramíneas de invierno debido a sus excelentes atributos. Son plantas rústicas, agresivas y muy macolladoras, con gran adaptación al pastoreo dado su alta capacidad de rebrote. Además presenta un muy alto valor nutritivo y muy buena apetecibilidad (Carámbula, 2007).

Tabla 1
Composición química del raigrás

Alimento	% MS	% PC	% DMO	%PNDR	% FDA	% FDN	% EE
Raigrás	18	21	77,8	48	30,4	56	3,2

Nota. Materia Seca (MS), Proteína Cruda (PC), Digestibilidad de la Materia Orgánica (DMO), Proteína No Degradable en el Rumen (PNDR), Fibra Detergente Ácido (FDA), Fibra Detergente Neutro (FDN), Extracto al Éter (EE). Adaptado a partir de Cooperativa Nacional de Productores de Leche (2009) y Pigurina y Methol (2004).

El raigras tetraploide cv. Bill Max, se caracteriza por no presentar requerimientos de frío, precocidad de producción entre otras características. En la evaluación de cultivares de Instituto Nacional de Semillas e Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INASE & INIA, 2009, 2010) de los años 2008 y 2009 alcanzó producciones de 9952 y 9472 kgMS/ha respectivamente.

En un experimento realizado por Borrajo et al. (2011), terneras de recría pastoreando *L.multiflorum* con distintos niveles de carga animal: 3; 4,2 y 5,5 animales/ha, obtuvieron ganancias diarias de 0,928; 0,877 y 0,791 kg/d.

2.2.2 La problemática de los verdeos

Los verdeos de invierno presentan limitantes nutricionales, sobre todo en los primeros pastoreos de otoño-invierno. A pesar de su elevada concentración proteica y digestibilidad aparente, animales pastoreando solamente dicha pastura no logran las ganancias diarias esperadas. Esto se debe a diversos factores como un alto porcentaje de agua, son deficitarios en minerales y principalmente en otoño presentan bajo porcentaje de fibra y una relación deficiente de energía/proteína en rumen (Zanoniani et al., 2003).

Según Vérité et al. (1970), una concentración menor al 20 % de MS como en el caso del raigrás, puede desencadenar una disminución en el consumo voluntario de la pastura, pudiendo traer trastornos fisiológicos y metabólicos. Esto puede generar también una reducción en el tamaño del bocado debido a una menor palatabilidad y apetecibilidad (Leaver, 1985); y una restricción física del consumo por un alto contenido de agua en el tracto digestivo (Butris & Phillips, 1987).

Según Elizalde (1993, como se cita en Beirau et al., 2007), un forraje balanceado en proteínas debe tener entre un 14 y 16 % de PC y una relación proteína/carbohidratos solubles menor a 2 (Méndez & Davies, 2001).

Altas concentraciones de amoníaco en rumen, debido a la proteína soluble que tiene en exceso el raigrás, son absorbidas a través de las paredes del tracto digestivo, en el hígado es transformado en urea y luego eliminado en forma de orina, este proceso requiere energía y afecta la respuesta animal (Ustarroz & De León, 1999). Además, a raíz del exceso de amoníaco, cuando se alcanza la capacidad máxima de detoxificación del hígado, el amoníaco pasa a la circulación sanguínea y se genera un desbalance hormonal

que trae como consecuencia una movilización de reservas corporales (Elizalde & Santini, 1992).

Según Elizalde y Santini (1992), las bajas ganancias también están explicadas por una menor absorción de propiónico, mayores pérdidas de nitrógeno y a las interacciones de estos factores sobre el balance hormonal del animal. En un estudio realizado por dichos autores, en donde evaluaron la cantidad de proteína disponible para el animal consumiendo avena en otoño y primavera, observaron que a pesar de que el consumo de proteína bruta en otoño fue más del doble que en primavera, la cantidad de proteína metabolizable que el animal absorbió fue similar para ambas épocas. Esto está explicado porque la cantidad de proteína que llega al duodeno en relación a la consumida es mucho menor que en primavera.

2.3 FACTORES DE LA PASTURA QUE AFECTAN LA PERFORMANCE ANIMAL

El animal en pastoreo se encuentra en condiciones muy dinámicas, su comportamiento depende tanto de las variaciones de sus requerimientos nutricionales como también de las condiciones climáticas y especialmente de la cantidad y calidad de forraje en oferta, el cual generalmente limita la expresión del potencial genético para producción (Montossi et al., 1996).

La calidad y cantidad de la pastura son factores que influyen directamente en la producción secundaria. Sin embargo, este último es el más importante en la determinación de la performance individual (Chilibroste, 1998). Esta productividad está explicada en un 70 % por la cantidad de alimento que el animal consuma y en menor medida por la eficiencia con que digiere y metaboliza los nutrientes consumidos (Waldo, 1986, como se cita en Chilibroste, 1998).

2.3.1 Comportamiento ingestivo en pastoreo

Hay diversos factores que afectan en el comportamiento de consumo y selectividad del animal frente a la pastura. Pueden ser inherentes del animal (especie, sexo, raza, estado fisiológico, peso, salud, tiempos de consumo y experiencias), factores sociales (cantidad de animales y jeraquías) y factores del hábitat (densidad de especies, estructura de la pastura, facilidad de acceso a los forrajes) (Tarazona et al., 2012).

El consumo diario de forraje (CD) por animales en pastoreo puede expresarse como el producto de la tasa de consumo (TC) y el tiempo de pastoreo (TP). Además, la TC se define como el producto entre el peso de bocado (PB) y la tasa de bocado (TB). De lo anterior se desglosa la siguiente ecuación (Galli et al., 1996): $CD \text{ (kg MS/día)} = PB * TB * TP$. Siendo que PB es igual a $((g \text{ MS/bocado}) / 1000)$, la TB a $((\text{bocados/min}) * 60)$ y la TP a horas.

El consumo diario está principalmente explicado por el PB, el cual depende fundamentalmente de las características de la pastura, la tasa y tiempo de pastoreo son variables secundarias y son más dependientes del estado interno del animal (Galli et al., 1996).

Cuando existe una disminución del peso del bocado, los animales intentan compensar aumentando la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo, no pudiendo lograr el mismo consumo diario en muchas ocasiones dado que estas respuestas son variables (Forbes, 1988).

Pueden generarse situaciones en los que esta compensación en el consumo ocurra, pero no se logra una mejor performance animal, dado que se genera un mayor gasto de mantenimiento por la mayor actividad de pastoreo (Soca et al., 2001).

2.3.2 Calidad, disponibilidad y altura

Cuando se estudia el consumo en animales en pastoreo se deben considerar factores como disponibilidad, estructura, densidad y/o altura del forraje (Chilibroste, 1998). Variaciones en alguna de estas variables afectan la profundidad y área de bocado modificando así el peso del bocado y la tasa de consumo (Laca et al., 1992).

Para que el consumo animal no se vea limitado, la disponibilidad de pastura debe ser de aproximadamente 2000 kg/MS/ha; si esta es menor también va a serlo la tasa de consumo y va a aumentar el tiempo de pastoreo (Standing Committee on Agriculture and Resource Management, 1990). Cuando la disponibilidad del tipo de forraje que selecciona el animal es menor que el doble de lo que necesita comer, se produce un descenso progresivo en la cantidad de forraje consumido diariamente (Minson, 1990, como se cita en Rovira, 2008).

Según Illius y Gordon (1990), la ingesta de forraje por parte de los animales en pastoreo aumenta según la cantidad de forraje disponible hasta un punto de estabilización ocurrido por la saturación del animal. Esta saturación está explicada porque cuando hay altas disponibilidades, disminuye la calidad del forraje por el aumento de los restos secos (Carámbula, 1996). Cuando las pasturas presentan material senescente, los animales disminuyen su consumo dado su baja preferencia y una mayor dificultad para cosechar los componentes verdes en la base de la pastura (Poppi et al., 1987, como se cita en Montossi et al., 1996).

La calidad de una pastura está relacionada con sus características físicas y químicas, afectando de forma directa el consumo y su tasa vía el comportamiento ingestivo, e indirectamente por medio de la velocidad de procesamiento del alimento en el tracto digestivo (Galli et al., 1996).

Cuanto mayor es la proporción de pared celular en los tejidos vegetales, la digestibilidad potencial y su tasa de digestión efectiva disminuyen. Esto genera un descenso en el consumo de materia orgánica y un aumento en el tiempo de masticación por unidad de peso de alimento consumido (Cangiano, 1996).

Al aumentar la madurez de la planta, va a aumentar la pared celular de los tejidos vegetales. Con esto se ve un descenso de la digestibilidad y por lo tanto un menor consumo del animal. Por lo tanto se concluye que la madurez de la planta afecta en mayor o menor medida el consumo de materia seca (Cangiano, 1996).

La altura de la planta es otro componente muy importante del consumo animal y provoca gran efecto en la productividad animal y en el comportamiento ingestivo. Hodgson (1981) concluyó que la altura de la pastura ejerce una mayor influencia sobre el consumo del forraje que la densidad y la proporción de material verde en la superficie de la misma; y que la altura de la planta de raigrás está altamente correlacionada y en forma positiva con la disponibilidad. Carriquiry et al. (2002) señalaron que un centímetro de altura de una pastura mezcla de *Avena sativa* y *Lolium multiflorum* equivalía a 122 kgMS/ha.

En condiciones de restricción de forraje por animal en un pastoreo en franjas, con el correr de las horas o días va cayendo la disponibilidad y también la altura del forraje. Además, también lo hacen los factores de compensación. La altura del remanente estaría siendo una limitante física para el consumo, los animales eligen esperar al próximo cambio de franja en vez de comer esa pastura con pocas hojas, parcialmente pisoteado y contaminado por excreción de los animales (Le Du et al., 1979, como se cita en Cangiano, 1996).

Cuanto menor sea la altura del rechazo, es decir cuanto más abajo comen los animales, las ganancias de peso vivo por animal también decrecen (Carámbula, 2002). Phillips y Leaver (1989, como se cita en Carámbula, 2002), encontraron que a medida que descende la altura de la pastura el tamaño del bocado disminuye considerablemente. Esto puede ser compensado por el aumento en el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado, pero finalmente se ve reducido cuando se llega a una altura de 7-8 cm.

Según Rovira (2008), el máximo consumo de forraje de un animal bajo régimen de pastoreo se logra cuando la pastura tiene 10 a 15 cm de altura y la disponibilidad no es menor a 2500 kgMS/ha. De esta manera la tasa de bocado puede ser de 50 a 70 bocados por minuto y el animal puede llegar a no levantar la cabeza por 40 minutos. El tiempo de pastoreo diario puede estar entre unas 7 y 8 horas. Cuando la disponibilidad empieza a ser menor, se reduce el consumo por día pero aumenta el tiempo de pastoreo.

Por lo tanto dado que la altura es fácilmente medible, es de gran importancia controlarla, siendo que los animales responden más consecuentemente a variaciones en la altura del forraje que a la densidad del mismo (Hodgson, 1990).

2.3.3 Contenido de humedad del forraje

A iguales tasas de consumo de forraje fresco, cuando hay variación en los contenidos de humedad del forraje la tasa de consumo de materia seca también va a ser diferente (Chilibroste, 1998). Como se dijo anteriormente, esto es una problemática de los verdeos de invierno por su bajo contenido de MS.

El contenido de materia seca también puede variar en la pastura en el correr del día. En un estudio de vacas pastoreando raigrás, Gibb et al. (1998) encontraron que los PB medidos en base seca aumentaban a lo largo del día, lo cual podría estar explicado por el menor contenido de humedad del forraje durante el correr del día.

2.3.4 Defoliación progresiva

Cuando se realiza un pastoreo con altas cargas el animal tiene menor capacidad de selección y es forzando a utilizar todo el forraje disponible. Por lo tanto, a medida que

avanza la sesión de pastoreo, el animal consume estratos u horizontes de menor altura o profundidad, los cuales son menos digestibles, con mayor proporción de tallos y material muerto. Como consecuencia, el PB disminuye y aumenta la TB para tratar de compensar, aunque finalmente no se pueda mantener el consumo (Forbes, 1988).

2.4 FACTORES DE MANEJO QUE AFECTAN LA PERFORMANCE ANIMAL

La intensificación del sistema al utilizar verdeos de invierno supone una gran inversión para un establecimiento agropecuario, por lo cual es de vital importancia realizar un uso eficiente de los mismos. El animal tiende a pastorear en parches, provocando diferentes crecimientos del forraje en las diferentes zonas. Hay áreas que el animal tiende a no pastorear por lo cual se acumula el pasto maduro y senescente y otras áreas destinadas a excreción donde tampoco son pastoreadas (Hodgson, 1990).

Una manera de mejorar la eficiencia de utilización de estos verdeos es el pastoreo en franjas, cuando la frecuencia sea cercana a las franjas diarias más eficiente será. En este caso la disponibilidad de forraje por animal está limitada, determinando un mejor comportamiento, reflejándose en la relación directa que existe entre la ganancia de peso vivo y frecuencia de cambio de franja (Vaz Martins, 1997).

2.4.1 Intensidad de pastoreo

Mott (1960) define a la carga animal como animales por unidad de superficie y presión de pastoreo, como número de animales por unidad de forraje disponible.

La intensidad de pastoreo es regulada a través de la asignación de forraje (kgMS de forraje ofrecida cada 100 kg de peso vivo) y esta incide sobre la ganancia de peso vivo de vacunos (Simeone et al., 2002). Según Méndez y Davies (2004), probablemente sea la principal determinante en las fluctuaciones en el consumo de forraje, el cual tiene una relación directa con la ganancia de peso.

Asignaciones de forraje que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y una mayor capacidad de selección por parte del mismo, logran un mejor comportamiento individual comparado a presiones de pastoreo más altas, siendo estas las que maximizan la producción por hectárea (Mott, 1960). Conforme la presión de pastoreo aumenta, la utilización de la pastura también lo hace, disminuyendo la ganancia de PV por animal. Sin embargo, dentro de ciertos límites se logra un aumento de ganancia de PV por hectárea (Evans, 1981, como se cita en Dumestre & Rodríguez, 1995).

Combellas y Hodgson (1979), en un experimento de vacas pastoreando raigrás perenne, trabajando con asignaciones de 3%, 6%, y 9 % del PV, encontraron que las eficiencias de utilización del forraje fueron del 85%, 49%, y 33%, respectivamente. Además, el consumo de forraje se acercó al máximo cuando la eficiencia de utilización fue del 50%.

Al variar la asignación de forraje, también varía la calidad del forraje consumido por el animal, dado que a través de la selección el animal puede hacer mayor o menor selección (Moate et al., 1999). Wales et al. (1998) encontraron que animales pastoreando a mayores asignaciones de forraje seleccionaron dietas de mayor calidad, mayor proteína cruda y

menor nivel de fibra detergente neutro en comparación con animales pastoreando a baja asignación.

Cuando se pastorean pasturas de baja calidad, sería conveniente hacerlo a altas asignaciones así se aumenta la selección de forraje, de esta manera los animales consumen forraje de mayor calidad y obtienen altas tasas de ganancia de peso (Méndez & Davies, 2004).

Diversos autores afirman que la asignación de forraje y la ganancia de PV tienen una respuesta cuadrática, a medida que aumenta la asignación de forraje, aumenta la ganancia diaria por animal con incrementos decrecientes (Beretta et al., 2010; Jamieson & Hodgson, 1979; Méndez & Davies, 2004).

Cuando los animales están a bajas asignaciones de forraje, la altura del mismo es menor, esto provoca que los animales pastoreen a un ritmo más acelerado, por más tiempo, caminan más y más rápido, logrando un menor número de comidas, pero de mayor duración. En sentido contrario, a altas asignaciones de forraje, el consumo diario del mismo se puede ver restringido, el intervalo de tiempo entre dos bocados sucesivos aumenta considerablemente cuando la estructura del forraje es muy alta y con elevada dispersión de hojas en la parte superior del canopeo. La velocidad de ingestión es limitada por un aumento de movimientos mandibulares para manipular el forraje cosechado (Nabinger & Carvalho, 2009).

2.4.2 Frecuencia del cambio de franja

Los resultados en cuanto a la frecuencia del cambio de franja y su relación con la ganancia en PV de los animales es variable según diversos experimentos realizados.

Vaz Martins (1997) encontró una relación directa entre ganancia de PV y frecuencia en el cambio de franja trabajando con novillos de sobreaño. A una menor frecuencia de cambio, los animales al ingresar a una nueva franja presentan un rápido aumento en el consumo de forraje disponible para posteriormente disminuir a una situación cercana a ayuno.

Según Reinoso Ortiz y Soto Silva (2006), cuanto menor sea el tiempo de permanencia de los animales en la franja, mayor y más uniforme es la producción animal por día. El primer día se consume una gran proporción del forraje (Judd et al., 1994), provocando un aumento de la producción por animal en este periodo. Con el transcurso del tiempo disminuye la cantidad de forraje y la calidad del mismo, afectando el tamaño y peso del bocado, reduciéndose así el consumo voluntario (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

Sin embargo, diversos experimentos encontraron resultados opuestos. Fariello y Pérez (2008), Cantou Mayol et al. (2009) e Invernizzi et al. (2007), evaluaron en sistemas de pastoreo rotativo, el efecto de los tiempos de permanencia de los animales en las parcelas a distintas asignaciones de forraje. En ninguno de los experimentos se encontró un efecto significativo de la frecuencia de cambio de franja sobre la ganancia media diaria de los animales.

2.5 SUPLEMENTACIÓN SOBRE VERDEOS DE INVIERNO.

La suplementación, mediante el uso de un suplemento, tiene como objetivo lograr obtener la mayor performance física y económica. Para esto se debe conocer cada uno de los agentes y cómo interactúan entre sí. Puede también tener otro objetivo en situaciones coyunturales del sistema como aprovechar relaciones de precios o para casos de crisis como la escasez de forraje (Cibils et al., 1997). La decisión de suplementar involucra un costo adicional de dinero y trabajo, por lo tanto, el objetivo debe ser utilizar cantidades de suplemento que permitan obtener respuestas económicas positivas y de fácil aplicación (Baldi et al., 2008).

En comparación con las pasturas, la mayoría de los alimentos usados como suplemento tienen un costo elevado, lo que determina que su utilización se realice en forma estratégica dependiendo de niveles de producción, categoría animal, costos, entre otros factores dependientes del sistema. El éxito de esta estrategia va a depender de lograr el mayor aprovechamiento del alimento más barato que es la pastura, siempre haciendo un manejo acorde a las variables productivas de la misma para optimizar las respuestas técnicas y económicas de la alimentación suplementaria (Cuzzolino, 1994).

Teniendo en cuenta lo desarrollado anteriormente acerca de la problemática otoño-invernal de los verdeos y según Simeone y Beretta (2004) la suplementación con granos de cereales ha probado su contribución para aumentar la ganancia de peso sincronizando el aporte de energía y proteína al rumen, incrementando el consumo total de energía.

2.5.1 Respuesta a la suplementación.

Según Beretta y Simeone (2005) la respuesta a la suplementación se mide como la diferencia de ganancia de peso entre los animales suplementados y los que no fueron suplementados a igual asignación de forraje. Por otro lado, Vaz Martins (1997) señala que la variable más importante que afecta la respuesta de los animales es la calidad de la pastura.

La suplementación en el primer invierno de los terneros es una herramienta de gran importancia para mejorar la eficiencia del proceso de cría y del ciclo productivo (Luzardo et al., 2012). La suplementación permite concentrar animales, no requiere de personal de alta idoneidad ni maquinaria sofisticada para su suministro y es rutinario. Desde el punto de vista animal, las características que más influyen en la respuesta a la suplementación son la edad y estado fisiológico, a su vez como regla general los terneros poseen una eficiencia de conversión inferior (más eficientes) comparado a animales adultos (Baldi et al., 2008).

Para realizar la suplementación con grano se debe considerar el efecto del suplemento sobre la digestión del forraje, principalmente los componentes de la fibra, el nivel de asignación de forraje y la sustitución de consumo de forraje por el suplemento, por lo que es importante controlar las características del grano así como su cantidad (Elizalde, 2003). Las características del suplemento afectan la respuesta a la suplementación a través de su composición química, concentración de energía metabolizable y el sitio de digestión del almidón dentro del tracto gastrointestinal del animal (Baldi et al., 2008).

En cuanto a interacción entre pastura y suplemento así como en relación a niveles de suplementación, Lange (1980) definió cinco tipos de relaciones posibles: adición (cuando el aporte de nutrientes de la pastura es insuficiente, la respuesta es aditiva creciente hasta un nivel de consumo de 1,5% del peso vivo), adición con estímulo (el suplemento, además de suministrar nutrientes que sumados a los aportados por la pastura, generan un estímulo al consumo de forraje de baja calidad), sustitución (se da cuando la pastura cubre los requerimientos del animal y el suplemento suministrado es de mayor palatabilidad y calidad que la pastura, disminuyendo el consumo de forraje), sustitución con depresión (el suplemento con mayor valor nutritivo que el forraje consumido, genera depresión en el consumo y digestión del mismo) y adición y sustitución (ocurre cuando inicialmente hay un efecto aditivo de la suplementación que deriva en algunos sustitutivos de la pastura al mejorar el comportamiento animal). A su vez, Baldi et al. (2008) establecen que, al aumentar la oferta de forraje por animal, la respuesta a la suplementación disminuye como consecuencia de un aumento en la tasa de sustitución de forraje por concentrado. A su vez, Pigurina (1997) indica que en todos los casos la respuesta productiva a la suplementación va a estar dada por la carga y disponibilidad de forraje las cuales determinarán el grado de utilización de la pastura.

2.5.2 Antecedentes suplementación energética

Según Pordomingo (1995, como se cita en Cepeda et al., 2005), la suplementación con concentrados energéticos tiene sentido cuando el alimento base no es limitado por proteína, como en el caso de pasturas y verdeos en crecimiento. 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).

La alimentación de bovinos en pastoreo con granos o concentrados permite aumentar la cantidad de energía que el animal consume diariamente. Los granos ofrecen energía (alto contenido de almidón), pero poca proteína y casi nada de fibra a excepción de la avena (Pordomingo, 1995, como se cita en Cepeda et al., 2005). A su vez el mismo autor señala que si bien los rumiantes tienen gran capacidad de adaptación a dietas de alta concentración energética, el éxito de la suplementación depende del acostumbramiento progresivo del rumen al mismo.

Para realizar una suplementación con grano se deben considerar el efecto del suplemento sobre la digestión del forraje, básicamente de los componentes de la fibra, y la sustitución del forraje por el suplemento, para lo cual deberá controlarse las características del grano, la cantidad del mismo y la asignación de forraje (Elizalde, 2003).

Los granos de cereales aportan energía en forma de almidón, pero difieren en su composición y tasa de liberación de energía 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).

Mediante el 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 composición química (Rosso, 2004).

2.5.3 Antecedentes de suplementación proteica.

Cuando se da una deficiencia proteica en la dieta diaria se reduce la velocidad de digestión del pasto, el forraje permanece más tiempo en el rumen y por lo tanto la fermentación ruminal se enlentece, provocando que el rumen permanezca lleno de fibra y cuyo volumen envía señales de saciedad, pero el animal puede estar en déficit energético. Al añadir un concentrado proteico la fermentación ruminal se acelera, aumenta la tasa de digestión y pasaje en el tracto digestivo y se estimula el consumo (Pordomingo, 1995, como se cita en Cepeda et al., 2005).

Para Elizalde y Santini (1992), hacer un uso eficiente de los recursos para la alimentación de bovinos es necesario el aporte de nutrientes en calidad y cantidad, y el balance entre ello de acuerdo al nivel de producción buscado. Para un óptimo crecimiento de los bovinos, el aporte de proteína en la dieta debe cubrir la demanda de microorganismos del rumen y del animal para su crecimiento y mantenimiento.

Según Pordomingo (1993), los requerimientos de proteína aumentan con la intensidad y tipo de producción animal. El autor también menciona que los requerimientos de proteína medidos como porcentaje en la dieta, son altos para animales en lactación (15-16%), intermedios para animales en crecimiento engorde (12%) y bajos para animales en mantenimiento (8-9%).

Existe una relación entre la suplementación proteica y el consumo de energía, dado que, si se favorece la síntesis microbiana por medio de la suplementación proteica, se incrementa la tasa de digestión, la tasa de pasaje y el consumo de materia seca, de esta forma se generan mayores cantidades de productos de la fermentación ruminal disponibles para el animal (proteína bacteriana y AGV), por unidad de materia seca consumida y por unidad de tiempo (Russell & Rychlik, 2001).

Si el consumo de proteínas es excesivo, o no existen condiciones favorables para la captación de N-NH_3 en el rumen (por falta de energía para la síntesis bacteriana), éste se perderá a través de las paredes del rumen y se eliminará como urea en forma de orina con un relevante gasto de energía. Las altas concentraciones y la elevada degradabilidad de la proteína en el forraje de otoño determinan una elevada digestión en rumen, provocando altas concentraciones N-NH_3 (Rearte & Santini, 1989).

2.5.4 Grano de lupino como suplemento

El lupino es una leguminosa perteneciente a la familia Leguminosae cuya subfamilia es Papilionoideae y correspondiente a la tribu Genisteae. Existen cientos de especies del género *Lupinus* pero solo cuatro son cultivadas globalmente; siendo estas *L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus* y *L. mutabilis* (Mera, 2016).

El grano de lupino se caracteriza por la presencia de un alto contenido de proteína que ronda en el entorno del 30% expresado como porcentaje del total de la materia seca. Siendo del mismo un 80-90% de alta degradabilidad debido a su contenido de globulinas. En ganado vacuno puede ser beneficioso el procesado físico del grano de forma tal que se aumente la eficiencia de degradación (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal [FEDNA], 2019).

Freer y Dove (1984) constataron en un estudio realizado acerca de la tasa de desaparición del N, que la misma está fuertemente afectada por el tamaño de partícula debido al procesamiento del grano de lupino. La molienda fina, media o gruesa redujo el N desaparecido a las 2 h (85, 45 y 10%, respectivamente) así como la k_d (0,34, 0,07 y 0,06 %/h, respectivamente), sin embargo, a las 24 h no se observaron diferencias en el N desaparecido (97 a 91%). Dado una tasa de pasaje en torno a 0,05 h⁻¹ estos autores estimaron que la degradación efectiva de la proteína alcanzaría 90, 79 y 70% para un procesamiento del lupino fino, medio o grueso.

En cuanto a su energía pese a poseer un bajo nivel de almidón, la misma proviene principalmente de celulosa, hemicelulosa, pectinas presentes en la cáscara de la semilla y polisacáridos presentes en la pared celular del grano. Esto sumado a su significativo nivel de grasas insaturadas (5,5 % del total de MS) conforman su elevado nivel energético para los rumiantes (FEDNA, 2019).

En la Tabla 2 se detallan algunos antecedentes con respecto a la composición química de lupino (*Lupinus angustifolius*) de producción nacional, aportado por Bergós y Errandonea (2020).

Tabla 2*Composición química del grano de lupino (Lupinus angustifolius)*

Grano Lupino	
MS (%)	90,39
PC (%)	33,22
NIDA % X 6,25	3,07
aFDNA _{mo} (%)	34,20
FDAmo (%)	20,00
EE (%)	5,74
C (%)	4,88

Nota. Todos los valores expresados en base seca. Materia seca (MS), proteína cruda (PC), nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDN_{mo}), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), extracto etéreo (EE), cenizas (C). Tomado de Bergós y Errandonea (2020).

2.5.5 Utilización de lupino en alimentación animal (resultados internacionales)

Guillaume et al. (1987) evaluaron en un experimento con vacas Holando en lactación en condiciones de estabulación, el efecto de suministrar grano de lupino entero (*Lupinus albus*) como reemplazo de harina de soja. Los animales que se alimentaron con grano de lupino tuvieron menor consumo de materia seca por día y produjeron 1,8 kg de leche menos por día y la misma contenía menor porcentaje de proteína. Los autores atribuyen dicha respuesta a diversos motivos. Uno de ellos podría ser a una mayor sensibilidad de las vacas en lactación a los alcaloides que contiene el lupino; otra podría ser por la alta degradación en rumen de la proteína del lupino reduciéndose la que se absorbe en el intestino.

Experimentos realizados por Obeidat et al. (2021) y Ephrem et al. (2015) obtuvieron resultados opuestos al experimento anterior. Ambos trabajaron con corderos en engorde en estabulación. Los primeros evaluaron diferentes niveles de inclusión del grano de lupino quebrado (*Lupinus angustifolius*) en lugar de harina de soja, y los segundos, evaluaron el grano de lupino agregado a una dieta a base de heno de pastura ofrecido *ad libitum*. En ambos experimentos se encontró un aumento en el consumo de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo y materia orgánica digestible; mejor ganancia de peso diario y mayor eficiencia de conversión.

En Chile, Rojas et al. (2011) evaluaron el uso de lupino australiano entero y molido como suplemento en una dieta formulada con ensilaje de cebada. También se estudió el uso del grano entero y molido de avena. Se utilizaron 28 vaquillonas Hereford x A. Angus de 22 meses de edad y 353 kg de peso inicial, las cuales se les suministró el alimento durante 74 días. No existieron diferencias significativas en cuanto a crecimiento de PV, consumo ni eficiencia de conversión.

Estos experimentos fueron bajo condiciones de encierre. Sin embargo, también hay información acerca del suministro del grano de lupino en condiciones de pastoreo.

Rowe y Ferguson (1986), utilizando corderos destetados de 25 kg de PV, pastoreando un rastrojo de trigo, evaluaron el uso de grano de lupino y la frecuencia de suministro en el cambio de PV en dos experimentos. Los terneros que no fueron suplementados obtuvieron una pérdida de 48 y 176 g/d; los que fueron suplementados dos veces por semana con 200 g/d de suplemento obtuvieron ganancias de 42 g/d; y 119 g/d de ganancia los que fueron suplementados con 250 g/d de grano de lupino una vez por semana.

Además, Rowe et al. (1989) evaluaron la eficiencia de conversión para el peso vivo y el crecimiento de la lana, suplementando con distintos niveles de grano de lupino, avena y cebada, utilizando corderos merinos pastoreando rastrojo de trigo con una carga de 10 animales/ha. Los animales que fueron suplementados con lupino presentaron mejores eficiencias de conversión en comparación con los de grano de avena y cebada, siendo estas de 3,64, 4,93 y 5,21, respectivamente. En cuanto a calidad de lana no se encontraron diferencias significativas.

En otro experimento Morcombe y Allen (1993) estudiaron la performance de corderos previo y post destete pastoreando rastrojo de cultivo de lupino y siendo suplementados con grano de lupino. La suplementación consistía de 300 g/d, estos animales obtuvieron una superioridad de un 46 % de ganancia diaria pre-destete; post destete los animales pastorearon el rastrojo de lupino con una carga de 10 y 20 corderos/ha. Los primeros no perdieron peso durante el verano, tal cual era el objetivo planteado. Sin embargo, los segundos no pudieron mantener el peso dado las altas cargas.

Stockdale (1999) realizó un experimento con vacas lecheras en ordeño pastoreando una pradera a una asignación de 30 kg MS/v/d. Se evaluaron tres diferentes suplementos, 75/25 % cebada/trigo, 50/25/25 % lupino/cebada/trigo y heno de pastura a un mismo nivel (5 kg MS/d) ofrecido dos veces por día. Los animales que fueron suplementados con la primer y segunda mezcla tuvieron un mayor consumo y produjeron más kg de leche por ha, en especial los animales que consumieron lupino. Según el investigador, estos resultados están explicados por la mayor concentración energética del mismo, y que la fuente de energía del lupino es de fibra y no de almidón, beneficiando el funcionamiento del rumen. El nivel de sustitución no tuvo diferencias significativas, siendo de aproximadamente 0,3 kg MS/d.

2.5.6 Utilización de lupino en alimentación animal (resultados nacionales)

En condiciones de pastoreo, Bergós y Errandonea (2020) llevaron a cabo un experimento durante el invierno de 2018 con terneras pastoreando un verdeo a 5 % de AF. Se estudió

la respuesta a la suplementación y al tipo de suplemento (grano de sorgo, DDGS de sorgo y lupino).

Los animales no llegaron a consumir la totalidad del alimento suministrado ($0,94 \pm 0,17\%$ PV promedio; $0,97\%$ PV de lupino) y el tratamiento con lupino fue el de consumo más estable a lo largo de las semanas. No hubo efecto significativo en cuanto a la utilización del forraje. El tratamiento testigo fue quien tuvo mayor actividad de pastoreo real, la tasa de bocado fue menor en el tratamiento testigo frente a los suplementados. Cabe destacar que este experimento presentó encierre nocturno (Bergós & Errandonea, 2020).

Sí hubo diferencias en ganancia de PV, respuesta a la suplementación y eficiencia de conversión. Los testigos (sin suplemento) obtuvieron ganancias diarias de $0,520c$ kg/día, los que consumieron grano de sorgo $0,670b$ kg/día, y los suplementados con lupino y DDGS ganaron $0,95a$ y $0,87a$ kg/día, respectivamente (Bergós & Errandonea, 2020).

Para la respuesta a la suplementación, también los suplementados con lupino y DDGS obtuvieron mejores resultados, siendo de $0,35$ a y $0,43$ kg/día, mientras que el grano de sorgo $0,15b$ kg/día. Además, la eficiencia de conversión suministrando DDGS y grano de lupino también obtuvo mejores resultados, siendo $5,48$ y $4,65$ respectivamente, mientras que la del grano de sorgo fue de $13,1$ (Bergós & Errandonea, 2020).

En el invierno de 2020 también se realizó un experimento de suplementación con grano de lupino al 1% de PV sobre terneros Hereford pastoreando raigrás cv. Bill Max, con distintos niveles de asignación de forraje ($2,5\%$ PV y 5% PV). El consumo diario de lupino fue de $0,97$ y $0,99\%$ del PV, sin registrar diferencias significativas entre tratamientos. La suplementación no afectó la utilización cuando los animales pastorearon con una AF de $2,5\%$ ($54,0\%$ vs $57,7\%$, $P > 0,10$), mientras que cuando lo hicieron con una AF de 5% , el suministro redujo significativamente la utilización un 18% ($46,8\%$ vs $38,4\%$, $P < 0,05$). La suplementación redujo de forma significativa la actividad de pastoreo (búsqueda + efectivo, $P = 0,0003$), la actividad de descanso no presentó diferencias significativas a $2,5\%$ de AF. En cuanto a la tasa de bocado, esta fue afectada por la AF ($P = < 0,0001$), pero no así por el efecto de suplementar ($P = 0,6827$) (Acland et al., 2023).

En un establecimiento comercial ubicado en el departamento de Salto, también durante el invierno de 2020, se evaluó la respuesta a la suplementación invernal con grano de lupino en la recría de terneros pastoreando campo natural sobre basalto. El consumo promedio de suplemento para el período de suplementación fue de $1,402$ kg de MS por animal por día, lo que equivale a $0,91\%$ del PV, inferior al definido para el tratamiento ($1,0\%$ PV). En cuanto al comportamiento de los animales, la probabilidad de encontrar un animal realizando actividad de pastoreo fue mayor en el tratamiento testigo que en el tratamiento lupino ($0,85$ vs. $0,70$ respectivamente, $P < 0,01$). La actividad de descanso fue significativamente mayor para el tratamiento lupino, mientras que la tasa de bocado lo fue para el tratamiento testigo. Los terneros suplementados reportaron ganancias medias diaria de $0,62$ kg/día, mientras que los testigos obtuvieron ganancias medias diaria de $0,15$ kg/día. La respuesta a la suplementación y eficiencia de conversión del suplemento fue de $0,47$ kg/día y $2,98$, respectivamente (D'Ambrosio et al., 2021).

2.6 TECNOLOGÍA DE AUTOCONSUMO

2.6.1 Caracterización del sistema de autoconsumo

La suplementación en comederos de autoconsumo permite el acceso libre de los animales otorgando una disponibilidad permanente de alimento en base a los requerimientos de los vacunos. En este tipo de sistemas se modifica la frecuencia de suplementación y se controla el consumo animal según la oferta de forraje y los objetivos de producción (Beretta & Simeone, 2013).

El comedero tiene un depósito en el que se acumula el suplemento y un frente de ataque por donde los animales acceden al concentrado. A medida que consumen el alimento, se renueva la oferta del mismo. Si bien no es necesario ir a racionar todos los días, es recomendable la revisión regular de los comederos y constatar que el alimento se deslice adecuadamente dentro del comedero y recargue el frente de ataque. Se debe tener cuidado los días de lluvias intensas o con viento pues se puede humedecer el suplemento y perjudicar la recarga (es fundamental la orientación norte de la parte frontal del comedero) (Blasina et al., 2010). Los animales dentro de cada parcela permanecen cerca de los comederos descansando y rumiando, por lo tanto se deben colocar en lugares firmes, en donde el agua de lluvia escurra y así minimice la formación de barro (Legorburu Cuevasanta & Victorica Zorrilla de San Martín, 2019).

La adopción de tecnologías como esta implica una ventaja de tipo operativo en donde se evita la suplementación diaria y en consecuencia se ahorra mano de obra y tiempo (Rovira & Velazco, 2012). El autoconsumo surge como una herramienta para aquellos sistemas en donde existen limitantes prácticas a la hora de suplementar ración diariamente, estas limitantes pueden estar asociadas a la falta de maquinaria, tamaño de los potreros, entre otras (Beretta & Simeone, 2013).

El uso de comederos de autoconsumo en sustitución del suministro diario de suplemento no afectaría a la performance individual ni a la eficiencia de conversión del grano, observándose un consumo similar de suplemento entre manejos, estable entre y dentro de días (Beretta & Simeone, 2013). El principal desafío con relación al uso de estos comederos es poder regular el consumo de alimento en el nivel deseado, de acuerdo a los objetivos de producción y a efectos de evitar potenciales disturbios, dependiendo del tipo de suplemento.

Según Mac Loughlin (2005) al disminuir la frecuencia de suministro de concentrado el riesgo de acidosis aumenta por causa del exceso de consumo por algunos individuos. Pero en situaciones de libre acceso al alimento también se pueden generar trastornos metabólicos como la acidosis, por esto es que se debe regular el consumo. Esto genera una desventaja debido a que se deben agregar grandes cantidades de sal para la regulación, estudios internacionales han demostrado efectos contradictorios por el agregado de sal en el desempeño productivo bovino (Rovira & Velazco, 2012). En casos de granos como el lupino con altos niveles de proteína y FDN y bajos contenidos de almidón se está evaluando actualmente si sería necesario utilizar limitadores de consumo dado que los

riesgos de acidosis ruminal son bajos, lo que representaría una ventaja para este tipo de sistemas.

2.6.2 Antecedentes de la suplementación en autoconsumo

Cepeda et al. (2005) investigaron la performance animal de terneros pastoreando raigrás de resiembra con una AF (asignación de forraje) del 2,5%. Evaluaron la suplementación con maíz entero en comederos de autoconsumo, siendo los tratamientos: suplementación diaria (1% 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 entre el suministro diario y el uso de comederos de autoconsumo.

Antecedentes anteriores a los de Cepeda et al. (2005) realizados por Simeone et al. (2003), demostraron que en ensayos de terneros pastoreando pradera con AF del 2% o 5% suplementados al 1% de PV con granos enteros de maíz y regulados con sal común en una proporción de 200 g/kg de grano ofertado. Se obtuvieron resultados significativos debido a que los animales que eran suplementados diariamente presentaron mayores ganancias medias diarias que aquellos que fueron suplementados una vez por semana en autoconsumo, atribuido a un menor consumo de grano por parte de estos últimos.

Algorta et al. (2015) trabajaron con 48 terneros Hereford manejados sobre avena a 2 niveles de AF (2,5 y 5 kg/100 kg de PV) y suplementados diariamente o en comederos de autoconsumo. La suplementación fue con sorgo molido al 1% del PV y en el caso de los suplementados en comedero de autoconsumo, se mezcló al concentrado energético 11% de sal (NaCl). La ganancia media diaria de peso, fue afectada por la AF pero no por la forma de suplementación, en este caso no existieron diferencias significativas en el consumo total de MS ($P>0,05$). La eficiencia de conversión del suplemento no determinó diferencias significativas entre tratamientos ($P>0,05$).

Rovira et al. (2009) trabajaron en el invierno de 2008 en la Estación Experimental Palo a Pique del INIA con 32 novillos Aberdeen Angus en cuatro tratamientos: testigo sin suplementación, suplementación diaria al 1% del PV, suplementación restringida en autoconsumo al 1% del PV (ajustado por sal en la ración al 9%), y suplementación ad libitum en autoconsumo. El suplemento utilizado fue ración comercial de engorde con 12% de PC, y la base forrajera fue una pradera de segundo año de raigrás, trébol blanco y lotus. La suplementación de tipo diaria obtuvo la mejor conversión del suplemento en kilogramos ganados. El sistema ad libitum logró un mejor desempeño productivo (mayor eficiencia de conversión) de los animales que el sistema restringido gracias al mayor consumo de ración que los animales suplementados al 1% del PV.

Otro ensayo evaluando el uso de comederos de autoconsumo en invierno realizado por Blasina et al. (2010), utilizando terneras Hereford y Hereford x Aberdeen Angus en Río Negro, resultó en que las ganancias medias diarias ($P<0,0001$) y el consumo de suplemento (ración comercial energética-proteica) en pastoreo sobre campo natural fueron significativamente mayores en el tratamiento de comederos de autoconsumo en relación a la suplementación diaria ($P<0,0001$).

Legorburu Cuevasanta y Victorica Zorrilla de San Martín (2019) trabajaron en el invierno y primavera de 2018 con 60 terneras cruza Hereford x Aberdeen Angus pastoreando campo natural en el basalto. A uno de los tratamientos se le suministraba DDGS de sorgo a razón del 1 % del PV en comederos de autoconsumo limitando el consumo con sal fina. El consumo efectivo de DDGS fue de 1,27 % del PV. y la ganancia diaria de los animales de este tratamiento fue de 1,113 kg/a/d, existiendo diferencias significativas con el resto de los tratamientos en ambas variables.

Castro y Ferrés (2021) evaluaron la respuesta a la suplementación con DDGS en comederos de autoconsumo sin limitar el consumo con sal utilizando terneros pastoreando campo natural. El consumo del suplemento fue del 2,15 % del PV, existiendo diferencias significativas entre tratamientos. Además, también hubo diferencias significativas en cuanto a las ganancias medias diarias de los animales, siendo superiores en el tratamiento mencionado.

En resumen, las suplementaciones realizadas en comederos de autoconsumo han tenido respuestas variadas según el tipo de base forrajera, los suplementos utilizados y el tiempo entre recargas de los comederos. En las investigaciones en donde los sistemas de autoconsumo tuvieron mejores resultados en la performance animal que las suplementaciones diarias, fue gracias al mayor consumo diario de suplemento que lograban los animales (Blasina et al., 2010; Rovira et al., 2009).

En los comederos de autoconsumo los alimentos se disponen a voluntad afectando al consumo diario total e incrementando la variabilidad (entre animales, entre días o dentro de un mismo día) (Beretta & Simeone, 2013). La posibilidad de sustituir la distribución diaria por sistemas de autoconsumo constituye un aporte tecnológico para adoptar en sistemas de engorde animal.

2.7 Hipótesis

La suplementación con grano de lupino modifica el comportamiento ingestivo y el consumo de forraje de terneras pastoreando raigrás con oferta restringida, independientemente del método de suministro del suplemento.

Estas respuestas estarían mediadas por cambios en el consumo total de nutrientes, en las relaciones de sustitución y/o adición de forraje por suplemento, y en el patrón de comportamiento de los animales.

Cambios en el comportamiento ingestivo podrían influir en la estabilidad del consumo diario, en las características de la dieta consumida y en su utilización por parte del animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni” (EEMAC) Facultad de Agronomía, Paysandú, durante 90 días, entre el 6 de julio y 27 de setiembre. Antes del inicio del mismo hubo un período de acostumbamiento de 10 días de duración.

3.2 SUELO

El área experimental se encuentra ubicada en el Potrero N 3 Oeste de la UPIC. Este se localiza en la Unidad San Manuel, sobre suelos de la formación geológica Fray Bentos, encontrando los suelos 11.3 como grupo dominante. Los suelos de las zonas altas son una asociación de Brunosoles Éutricos Lúvicos, de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderada a imperfectamente bien drenados, y Solonetz. En las laderas existen Brunosoles Eutricos Típicos, profundos, moderadamente profundos y superficiales de características similares a los mencionados anteriormente (Altamirano et al., 1976).

3.3 INFRAESTRUCTURA

Para el manejo del pastoreo se utilizaron hilos electrificados, piques y varillas de plástico. Se usaron además para suplementación diaria 2 comederos de 1 metro de largo en cada parcela, con acceso por ambos lados, permitiendo un frente de ataque de 1 metro por animal; y 2 comederos experimentales, para el tratamiento de auto consumo, (1 metro de largo), en el cual se podía colocar lupino *ad libitum*. El frente de ataque era de 0,25 metros.

El suministro de agua se realizó diariamente en un bebedero próximo al potrero. Además, se utilizaron manga, cepo y balanza para el pesaje y manejo sanitario de los animales.

3.4 PASTURA Y SUPLEMENTO

3.4.1 Pastura

Se utilizaron 8 hectáreas de un verdeo de invierno de Raigrás (*Lolium multiflorum* cv. *Bill Max*) sembrado el 22/04/2023 con una densidad de 25 kg/ha. El potrero había sido previamente laboreado. La fertilización inicial fue con 100 kg/ha de (18-46-0). Además, luego del primer pastoreo se re-fertilizó la mitad del área con 100 kg/ha de urea. Para el control de malezas se realizaron aplicaciones de Glifosato y 2,4D previo a la siembra. Al momento del inicio del experimento la pastura presentaba 75 días de crecimiento y 4500 kg/ha de biomasa disponible. Cabe aclarar que la siembra del verdeo se atrasó por el severo déficit hídrico que atravesaba la zona y al país en general.

3.4.2 Suplemento

El suplemento utilizado fue grano de Lupino quebrado (*Lupinus angustifolius*). Su composición química se presenta en la tabla 3.

Tabla 3*Composición química del grano de lupino (% base seca)*

MS	90,9
C	4,6
PC	34,5
FDN	33,7
FDA	21,0
EE	6,6

Nota. Materia Seca (MS), cenizas (C), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), extracto etéreo (EE).

3.5 ANIMALES Y TRATAMIENTOS

Treinta y seis terneras Hereford (174 ± 18 kg) provenientes del rodeo experimental de la EEMAC, nacidas en la primavera de 2022, fueron bloqueadas por peso vivo al inicio del periodo pre experimental (livianas, medias y pesadas) y sorteadas dentro de cada bloque a uno de tres tratamientos, cada uno de estos grupos constituyendo una unidad experimental integrada por 4 terneras.

El experimento consistió de tres tratamientos, evaluando el efecto de la suplementación con lupino quebrado y su forma de suministro (diariamente o en autoconsumo) sobre el consumo y comportamiento animal en terneras pastoreando raigrás con oferta de forraje restringida (2,5 kg de MS/100 kg de peso vivo) : 1) pastoreo de raigrás sin suplementación (TESTIGO); 2) pastoreo de raigrás más suplementación diaria con grano de lupino quebrado a razón de 1 kg de MS/100 kg de peso vivo (SD); 3) pastoreo de raigrás más suplementación con grano de lupino quebrado en comederos de autoconsumo con oferta de grano *ad libitum* (AC).

Cada tratamiento presentó tres repeticiones ($n=3$), cada repetición integrada por 4 terneras pastoreando una parcela independiente, un total de nueve parcelas. Cabe destacar que una ternera del tratamiento suministro diario bloque pesadas fue removida al inicio del experimento por presentar un comportamiento agresivo el cual dificultó el manejo.

3.6 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se realizó un sistema de pastoreo rotativo en franjas, con un total de nueve parcelas, con siete días de ocupación. La oferta de forraje fue ajustada semanalmente regulando el tamaño de las parcelas según la disponibilidad de forraje y el último PV (vacío) promedio para cada repetición, sin tener en cuenta la proyección de las ganancias entre pesadas. Las terneras retornaron a las parcelas ya pastoreadas en función de la acumulación de forraje.

La suplementación fue realizada en la parcela de pastoreo, variando el tipo de comedero según tratamiento. La cantidad de lupino ofrecido en el tratamiento diario fue ajustado cada 14 días según el PV promedio de los animales dentro de cada parcela, ajustándose luego de cada pesada.

La suplementación diaria se realizó por la mañana (9:00 horas) a razón del 1 % del PV en base seca. El mismo se colocaba en dos comederos grupales que se encontraban dentro de la parcela. Si hubiera rechazo del día anterior, el mismo se retiraba del comedero para ser pesado y llevado al laboratorio para medir su humedad.

En el tratamiento de autoconsumo, se rellenaron los comederos coincidiendo con el día de cambio de franja. La cantidad ofrecida para asegurar el consumo a voluntad fue la equivalente al doble del consumo proyectado para siete días por el grupo de animales. Diariamente se monitoreaba la disponibilidad de concentrado asegurándose de que la disponibilidad del mismo era *ad libitum*. Luego de que las terneras cambiaban de franja, se retiraba el rechazo de los comederos y se pesaba, sin ser reutilizado luego.

3.7 REGISTROS, MEDICIONES Y MUESTREOS

3.7.1 EN LA PASTURA

3.7.1.1 Disponibilidad y altura

La disponibilidad de biomasa pre pastoreo para ajustar la AF se estimó semanalmente sobre el área que se consideraba podía llegar a ser utilizada por los próximos siete días. Esta medición fue realizada por el método de rendimientos comparativos (Haydock & Shaw, 1975). Mediante apreciación visual se definieron tres estratos de biomasa disponible, siendo el 1 el de menos y el 3 el de mayor biomasa; luego mediante un cuadrado de 20 x 50 cm se cortó al ras de la biomasa aérea, realizándose dos veces por estrato.

La altura se registró con regla, en el punto más alto de contacto de la hoja viva sin extender, repitiendo cinco veces en diagonal del cuadro para cada punto de escala muestreada. Además, se midió la frecuencia dentro de cada parcela (treinta medidas).

3.7.1.2 Forraje remanente

Una vez realizado el cambio de franja, se realizó el mismo procedimiento para la medición del forraje residual. Además, se tomaron treinta medidas de altura de cada franja.

3.7.2 EN LOS ANIMALES

3.7.2.1 Peso vivo

El mismo se registró cada 14 días en la primera hora de la mañana, luego de aproximadamente 12 horas de ayuno. Los animales ingresaban al tubo sin un orden predeterminado, con todos los tratamientos mezclados, para disminuir el error experimental.

3.7.2.2 Consumo de suplemento

En el tratamiento de SD el mismo fue estimado a diario mediante la diferencia entre la MS ofrecida y la residual. En el tratamiento de AC, los comederos en cada parcela fueron cargados al inicio del cambio de franja, registrando el peso del alimento residual una vez retirados los animales de la franja. Diariamente se verificó que la oferta de lupino fuera *ad libitum*. Semanalmente se tomaron muestras de suplemento para la determinación del contenido de MS y posterior ajuste de la cantidad ofrecida. El mismo procedimiento se realizó con las muestras de lupino residual.

3.7.2.3 Consumo y utilización del forraje

Este fue estimado semanalmente en cada parcela de los tres tratamientos mediante la diferencia de biomasa de materia seca disponible en la parcela previo al ingreso de los animales y el remanente, luego de la salida de los mismos (método agronómico = forraje desaparecido, Moore, 1994).

La utilización del forraje se estimó todas las semanas mediante el cociente de biomasa de forraje desaparecido y la biomasa ofrecida. Además, se realizaron muestras de *hand clipping* de todas las parcelas en la semana 8. Las mismas se tomaron en parcelas que aún no habían ingresado animales, cortando el forraje hasta la altura remanente según correspondiera por tratamiento y bloque.

3.7.2.4 Comportamiento ingestivo

En las semanas 5 y 10 del periodo experimental, los días 2,4 y 6 de dichas semanas, se registraron las actividades de pastoreo, rumia y descanso, acceso a comederos y bebederos, en dos animales por parcela, por apreciación visual, cada 10 minutos, en el período de horas de luz. Durante la sesión de pastoreo de la mañana y la de la tarde, se midió la tasa de bocado en los mismos animales, la cual se registró contabilizando el número de bocados de prehensión realizados en un minuto, dos repeticiones por animal por sesión de pastoreo.

3.7.2.5 Consumo diario de suplemento en los comederos de AC y defoliación de la pastura

En las mismas semanas (5 y 10), durante 7 días consecutivos coincidiendo con el ingreso a una nueva franja, se pesó el residual de lupino en los comederos de AC para determinar el desaparecido diario, tornándose luego al comedero. Además, en la pastura se midió en todas las parcelas la altura del forraje al ingreso y cada 24 horas, mediante 30 mediciones por parcela.

3.8 MANEJO SANITARIO

El control sanitario realizado a los animales fue de antiparasitarios inyectables, vacunas para enfermedades respiratorias y para la Mancha de los Bovinos.

3.9 ANÁLISIS QUÍMICO

Las muestras de forraje y suplemento fueron molidas en molino de martillo “Willey Mill” (malla 1 mm). Los análisis químicos fueron llevados a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía. Se realizaron sobre muestras compuestas

por fecha 04/07/2023, 01/08/2023 y 29/08/2023 del alimento ofrecido y muestras de *hand-clipping*. En las primeras se determinó el contenido de MO, N total, NDF y ADF y EE, mientras que en las segundas se determinó la proteína cruda.

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado según un diseño de bloques al azar, considerando a la parcela de pastoreo como unidad experimental, utilizando un modelo general incluyendo el efecto de la media general, los efectos fijos de bloque y de tratamiento.

Las variables asociadas al consumo, con medidas repetidas en el tiempo, se analizaron utilizando el procedimiento Mixed de SAS según el modelo general:

$$Y_{ijkm} = \mu + \gamma_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} + M_k + (\alpha M)_{jk} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijkm} : variable de respuesta (CMSF, CMSS, CMST)

μ : media poblacional

γ_i : es el efecto del i-ésimo bloque de peso vivo (1, 2, 3)

α_j es el efecto de la j-ésimo tratamiento (1, 2, 3)

ε_{ij} es el error experimental (entre animales)

M_k : Efecto relativo al m-ésimo momento de medición.

δ_{ijk} : Error experimental del i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición y k-ésimo momento de medición.

Para el análisis de las variables de consumo de suplemento y defoliación de la pastura registradas diariamente en las semanas 5 y 10, al modelo anterior se agregó el efecto del día dentro de la semana, la interacción tratamiento $\times$ día dentro de semana, y la interacción triple Tratamiento $\times$ Semana $\times$ día dentro de semana.

Los registros de comportamiento animal fueron analizados utilizando el procedimiento GLIMMIX de SAS, y expresados como la probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia y acceso a comedero de suplementación durante el período de observación.

$$\text{Ln}(P/(1-P)) = \mu + \gamma_i + \alpha_j + S_k + D_m + (\alpha S)_{jk} + (\alpha D)_{jm}$$

Donde:

P: probabilidad de ocurrencia de la actividad.

μ : media poblacional.

γ_i : efecto relativo del i-ésimo bloque (t=3).

α_i : efecto relativo del j-ésimo tratamiento (t=3).

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

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

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

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

Se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo I fue $\leq 5\%$. Cuando el efecto de tratamiento fue significativo, las medias fueron comparadas mediante contrastes ortogonales, evaluándose el efecto de la suplementación (suplementados vs. testigo) y el efecto del método de suministro de suplemento (SD vs. AC).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICIONES AMBIENTALES

El bienestar y la producción animal están relacionados con el clima y las condiciones medioambientales que este mismo genera. La calidad y cantidad de pastura se pueden ver perjudicadas, los requerimientos de agua y energía de los animales, la cantidad de energía consumida y el uso de esta. Los animales modifican su comportamiento y también realizan cambios fisiológicos para poder enfrentar estas adversidades climáticas y mantener su temperatura corporal en un rango normal (Arias et al., 2008).

En la tabla 4 se presentan la temperatura y las precipitaciones ocurridas durante el periodo experimental.

Tabla 4

Temperatura media y precipitaciones mensuales de julio a septiembre (2023) y promedio (2002-2018)

	Julio	Agosto	Setiembre
Temp. media (°C)	12,7	13,8	14,6
Temp. media histórica (°C)	11,7 ($\pm 5,79$)	13,1 ($\pm 5,79$)	15,1 ($\pm 5,77$)
Precipitaciones (mm)	91,2	20,6	73,2
Precipitaciones medias históricas (mm)	69 ($\pm 13,96$)	108,4 ($\pm 13,96$)	103,5 ($\pm 13,97$)

Nota. Adaptado de D. Gandolfo (comunicación personal, 29 de diciembre, 2023).

La temperatura promedio registrada durante el período experimental en la EEMAC se encontró dentro de los desvíos de la serie histórica, por lo cual no se esperaría un efecto sobre la performance animal.

Los animales presentan un punto de termo neutralidad que puede ser afectado por condiciones climáticas extremas, ya sea calor o frío (García & Wright, 2007). Según Shearer y Bray (como se cita en Leños, 2008), dentro de un rango de temperaturas entre los 6 °C y los 21 °C existe una zona denominada confort térmico, en la cual los bovinos por mecanismos termorreguladores logran mantener su temperatura interna, sin gasto de energía adicional. Para Bavera y Beguet (2003), este rango se extiende entre 0 °C y 16 °C para ganado Aberdeen Angus.

Las precipitaciones del mes de julio fueron superiores a la media histórica y por fuera del desvío estándar. Sin embargo, los meses de agosto y setiembre presentaron menores

precipitaciones al promedio de la serie histórica, también por fuera del rango del desvío estándar.

Lluvias fuertes y prolongadas pueden disminuir el consumo hasta un 30 % tanto en zonas termo neutrales como a bajas temperaturas, en condiciones de corral o pastoreo (Arias et al., 2008).

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

4.2.1 Composición química y nutricional de la pastura

El verdeo utilizado en este experimento presentó una producción total de forraje de 9891 kg MS/ha y fue sembrado el 22 de abril (Zabalveytia et al., 2024). Estos valores de producción se encuentran dentro del valor reportado por la misma autora entre los años 2018 y 2022, en el cual la media fue de 10097 kg MS/ha.

En la tabla 5 se presenta la evolución de la composición química del forraje ofrecido (cortado al ras) durante tres períodos del experimento.

Tabla 5

Evolución de la composición química del forraje ofrecido en tres períodos del pastoreo

	Período 1 Sem 3-4	Período 2 Sem 5-6-7-8	Período 3 Sem 9-10-11-12	EE	P-valor
% PC	17,96a	14,62b	18,84a	0,51	<,0001
% C	13,86b	14,86a	13,08c	0,19	<,0001
%aFDNmo	45,10b	48,38a	46,11b	0,50	0,0015
%FDAmo	23,21b	24,71a	22,21b	0,29	0,0001
DMS %	70,82a	69,67b	71,59a	0,23	0,0001
EM (Mcal/kg)	2,56a	2,51b	2,58a	0,01	0,0001
% MS	9,87c	13,77b	15,65a	0,30	<,0001

Nota. Todos los valores son expresados en base seca. Proteína Cruda (PC), Cenizas (C), fibra detergente neutra con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), digestibilidad de la MS de la pastura (DMS= $88,9 - (\%FDA \times 0,779)$, Di Marco, 1993), y un contenido estimado de EM de 2,55 mcal/kg MS (EM (mcal/kg MS)= $3,2 - 0,028 \times \%FDA$, Rohweder et al., 1978). a,b,c= letras distintas en la misma línea difieren significativamente ($P < 0,05$).

El contenido de proteína cruda promedio del experimento fue de 17,14 %. Según Elizalde (1993, como se cita en Beirau et al., 2007), un forraje balanceado en PC tendría que tener entre 14 y 16 % de proteína. Este resultado fue bajo comparado con los datos reportados por Mieres et al. (2004) de 26 % de proteína cruda en raigrás. Zanoniani et al. (2003) explican que el avance del estado fenológico del cultivo genera que haya disminución del contenido proteico de la pastura. Esto difiere de los resultados del experimento, seguramente explicado porque en el periodo 3 las terneras pastorean el rebrote del raigrás, con menor disponibilidad de MS (kg/ha) y altura de la pastura, similar a las del período 1. Sin embargo, en el período 2 existió una mayor acumulación de kgMS/ha, seguramente aumentando el nivel de restos secos y tallos de la pastura (Carámbula, 1996).

El contenido de aFDAmo en promedio fue de 23,4%, obteniendo resultados similares a los hallados por Altuve et al. (2004) y Acland et al. (2023). En cuanto a la FDN, el promedio del experimento fue de 46,5%, manteniéndose en la misma línea que los resultados hallados por Carriquiry et al. (2002), Berasain et al. (2002), Pordomingo (2003), quienes manejan datos de entre 44% a 55%. El consumo puede verse limitado cuando la FDN es menor a 50 % (Vérité et al., 1970).

En cuanto al contenido de materia seca esta muestra una evolución esperable dado que a medida que avanza el ciclo del cultivo los verdeos tienden a incrementar su concentración de materia seca conforme se desarrollan y cambian las condiciones ambientales (Banchero et al., 2009). En el primer período se registró un valor de 9,87 % de MS, el cual puede ser limitante. Contenidos de agua de 80-90 % puede desencadenar en una disminución del consumo, aumento de diarrea en los animales y una disminución de la digestibilidad debido a que el alimento pasa más rápido del rumen al intestino (Banchero et al., 2009).

Cabe destacar que no existieron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,05$) para ninguna de las variables estudiadas de la composición química del forraje ofrecido.

En la tabla 6 se presentan las medias ajustadas por tratamiento y la significancia de los efectos incluidos en el modelo para las variables describiendo la pastura durante el período experimental.

Tabla 6

Efecto de la suplementación y suministro sobre características en la pastura y su utilización

	Tratamientos				Efectos (p-valor)		
	T	SD	AC	EE	Trat	Sem	Trat x Sem
Biomasa de entrada (kg MS/ha)	3534,6	3566,7	3452,3	186,2	0,91	<,0001	0,33
Altura de ingreso (cm)	30,1	28,4	28,4	1,14	0,54	<,0001	0,11
Rechazo (kg MS/ha)	1141,8b	1341,6b	1763,7a	66,4	0,01	<,0001	0,62
Altura de rechazo (cm)	9,9	10,8	13,5	0,7	0,06	0,0002	0,50
Utilización (%)	64,4a	60,3ab	47,2b	2,8	0,03	,0001	0,53

Nota. T= Testigo; S.D= Suplementación diaria; A.C= Autoconsumo; EE= Error estándar. Trat = Tratamiento; Sem = Semana. a,b: letras distintas en la misma fila difieren significativamente (<0.05).

La biomasa de entrada y la altura de ingreso no fueron afectadas por los tratamientos ($P>0,05$) siendo esta respuesta independiente de la semana. Sí se vieron afectados por el efecto semana ($P <,0001$). Es algo esperable dado que como se ve en la Figura 1, la disponibilidad y altura de entrada fue aumentando hasta la semana 7, a partir de ahí, se ve un notorio descenso de ambas variables dado que se volvió a re-pastorear las parcelas. Luego de eso vuelven a aumentar ambas variables.

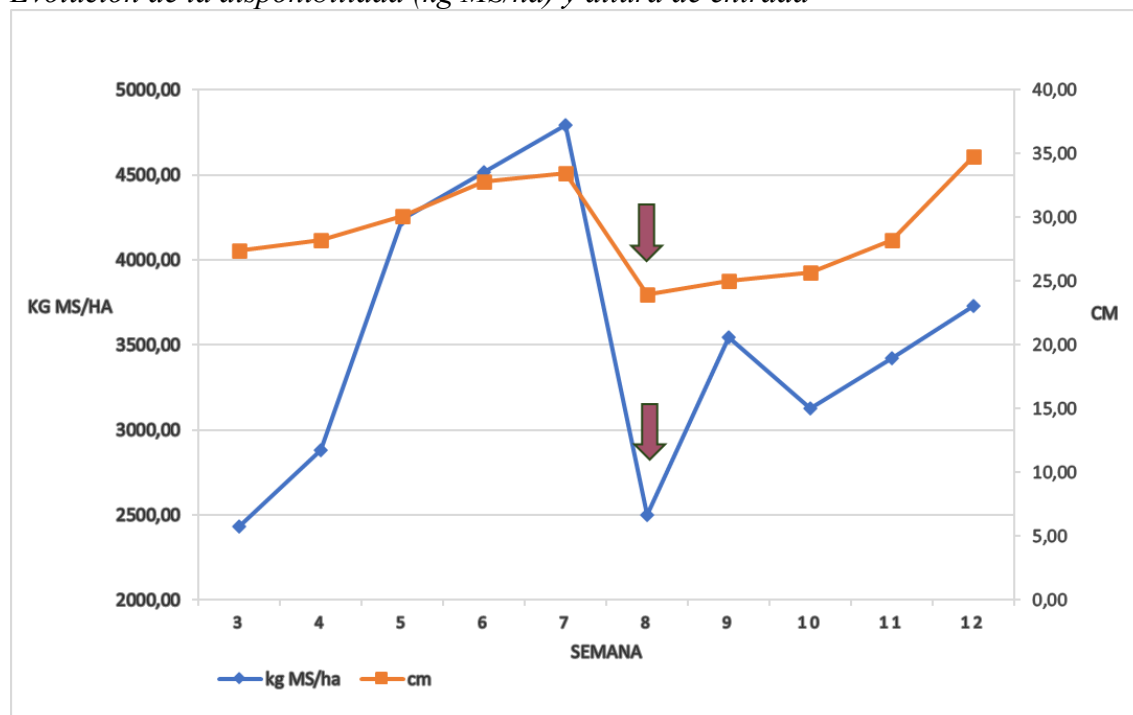
La disponibilidad de MS a la entrada no habría sido una limitante para el consumo en ninguna de las semanas del experimento. La misma fluctuó entre los 2500 y 4750 kg/ha aproximadamente. A partir de los 2000 kg/ha de MS forraje, el consumo no se ve limitado por la disponibilidad (Hodgson, 1990). El consumo también se puede ver afectado si la cantidad de forraje es elevada, debido a la cantidad de restos secos y material senescente. Sin embargo, como se ve en las Figuras 5 y 6, los consumos no se vieron afectados si se compara con los momentos de mayor disponibilidad mostrados en la Figura 1.

Además, la altura de ingreso a una pastura también puede ser una limitante para el consumo animal. Hodgson (1981) concluyó que la altura de la pastura ejerce una mayor influencia sobre el consumo del forraje que la densidad y la proporción de material verde en la superficie de la misma. La misma fluctuó entre los 24 y 34,9 cm durante las semanas

del experimento. Según Morris (como se cita en Bartaburu et al., 2003), alturas por debajo de los 15 cm serían una limitante para el consumo. Por lo tanto, la misma no habría sido una limitante en este caso.

Figura 1

Evolución de la disponibilidad (kg MS/ha) y altura de entrada



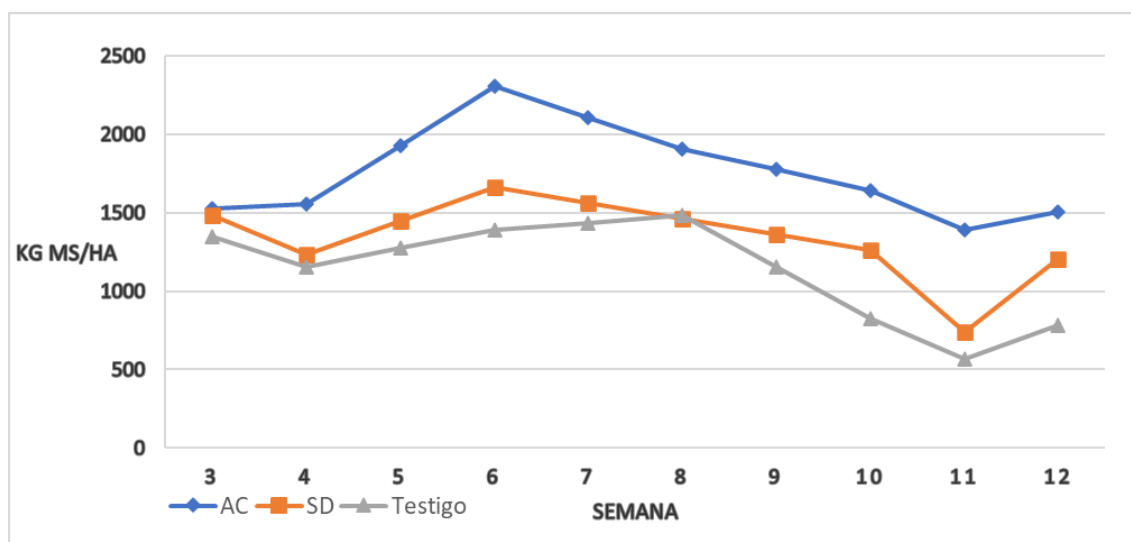
Nota. Disponibilidad (kg MS/ha) y altura (cm). Segundo pastoreo (flecha).

En cuanto al remanente, luego de culminados los 7 días de pastoreo en la parcela, sí hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0,0065$), independientemente de la semana ($T \times S$, $P = 0,6160$). Los tratamientos suplementados dejaron mayor biomasa de rechazo frente al testigo (1552,65 vs 1141,8; $P = 0,0072$); y dentro de los suplementados, el autoconsumo frente a la suplementación diaria (1763,7 vs 1341,6; $P = 0,0109$). Por más que la AF fue la misma para los tres tratamientos, el tratamiento testigo presentó mayor presión de pastoreo frente a los suplementados, y lo mismo el tratamiento de suplementación diaria vs. el autoconsumo. Esta mayor presión de pastoreo se infiere indirectamente a partir del menor remanente observado en estos tratamientos, lo que sugiere que los animales consumieron una mayor proporción de la oferta disponible. Esta interpretación es coherente con lo reportado por Poppi et al. (1987) y Hodgson (1990), quienes señalan que a mayor presión de pastoreo, los animales tienden a un mayor aprovechamiento de la pastura. Por lo tanto, los resultados obtenidos son esperables, ya que los animales sin suplementación —o con suplementación menos accesible como en el caso de la diaria— dependen más de la pastura para satisfacer sus requerimientos, incrementando su consumo del forraje disponible.

El remanente también fue afectado por la semana de medición ($P < ,0001$). Como se ve en la Figura 2, el remanente aumentó hasta la mitad del experimento aproximadamente, disminuyendo casi hasta el final del mismo.

Figura 2

Evolución de la biomasa de remanente de cada tratamiento a lo largo de las semanas

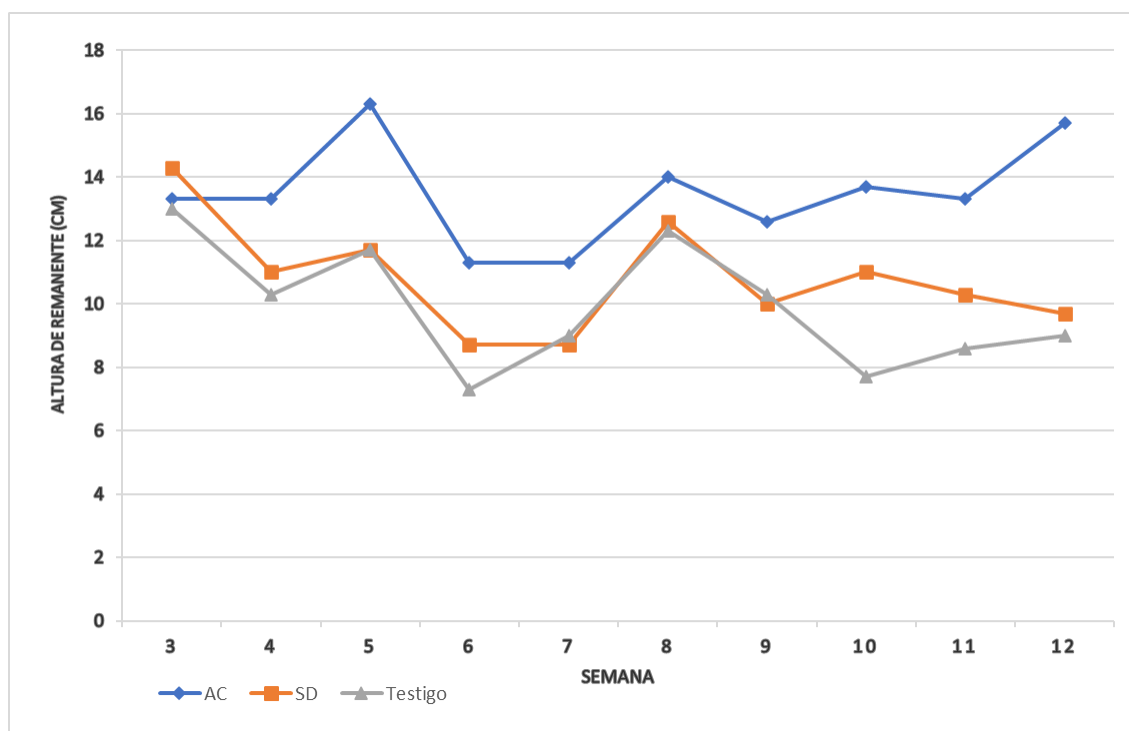


Nota. Remanente testigo, suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

La altura del remanente no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, aunque sí se vió una marcada tendencia ($P=0,0517$). Presentó diferencias significativas entre las semanas del experimento ($P=0,0002$). La altura mínima que se registró fue de 7,3 cm y la máxima de 16,3 cm. La altura del remanente es una característica importante considerando el rebrote de la pastura. Según Zanoniani et al. (2003), la misma debe superar los 5 cm, dado que existe una dependencia de los verdeos del área foliar remanente para rebrotar, por su escasa capacidad de acumular reservas. En la Figura 3 se muestra como ninguno de los tratamientos obtuvo alturas remanentes limitantes en el transcurso del experimento.

Figura 3

Evolución de la altura remanente (cm) de cada tratamiento a lo largo de las semanas



Nota. Altura remanente testigo, suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

4.3 UTILIZACIÓN DE FORRAJE

La utilización de forraje presentó diferencias significativas debidas a los tratamientos y semanas. La suplementación redujo la utilización del forraje respecto al testigo (53,75 vs. 64,45; $P=0,0356$), dentro de los suplementados, el método de suplementación resultó en una utilización significativamente más baja en AC respecto a SD (47,2 vs. 60,3; $P=0,0300$) siendo estos efectos independientes de la semana de muestreo. Que el efecto de suplementar sea significativo, presenta cierta lógica en base a lo afirmado por Dumestre y Rodríguez (1995), Carriquiry et al. (2002), Bartaburu et al. (2003), al suplementar baja el % de utilización por un efecto de sustitución en el consumo de forraje por el concentrado. Los resultados no conciden con los reportados por Acland et al. (2023), los cuales hallaron que para terneros pastoreando con una AF al 2.5 %, la suplementación no afectó la utilización, mientras que sí lo hicieron cuando pastoreaban a una AF de 5 %.

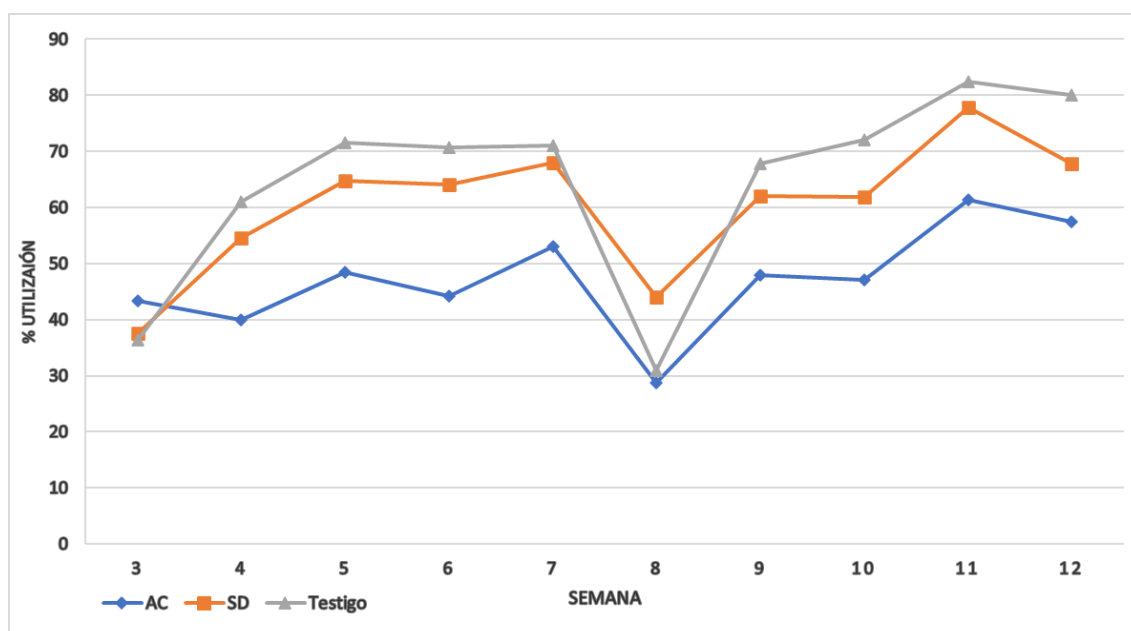
Hodgson (1990) reporta que para una AF del 5 %, la utilización no supera el 50 %. También Elizalde (2003), trabajando a la misma AF que el autor anterior, afirma que para pasturas de alta calidad no se puede esperar utilidades de más de 45 %. Sin embargo, en este experimento, trabajando en condiciones restrictivas de forraje, la utilización superó el 45 % en todos los tratamientos, explicado por la mayor presión de pastoreo (Hodgson, 1990; Risso et al., 1991).

En la Figura 4 se muestra la evolución del % de utilización durante las semanas de los diferentes tratamientos. En la semana 8 se registraron los valores más bajos, coincidiendo

con la menor disponibilidad y altura de entrada. Esto también coincide con el momento en el cual se inicia el segundo pastoreo en una franja, pudiendo haber mayor porcentaje de restos secos. En los tres tratamientos se obtuvieron utilidades elevadas explicadas por la baja asignación (2,5 %) utilizada en el manejo del pastoreo. Cuanto menor sea la asignación de forraje, mayor va a ser la utilización del mismo (Rovira, 2005). En experimentos previos, Carrau et al. (2023) obtuvieron utilidades del 75 % en terneras Hereford pastoreando raigrás Bill max. Invernizzi et al. (2007) reportaron utilidades entre 67 % y 75 % en terneros pastoreando pradera con una asignación de 2,5 % PV.

Figura 4

Evolución del % de utilización a lo largo de las semanas en los diferentes tratamientos



Nota. Utilización de la pastura del testigo, suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

4.4 CONSUMO DE FORRAJE Y SUPLEMENTO

Efecto de tratamiento, semana y la interacción entre ambos sobre las variables consumo diario de MS de forraje y suplemento, así como el consumo total de MS, expresados en kg cada 100 kg de PV y kg/animal, se pueden observar en la tabla 7, junto con las medias ajustadas por tratamiento.

Tabla 7*Efecto de la suplementación y su suministro sobre el consumo de MS y proteína cruda*

	Tratamiento				Efectos (p-valor)		
	T	SD	AC	EE	Trat	Sem	TratxSem
Consumo (kg MS/100 kg PV)							
Forraje	1,77a	1,65ab	1,30b	0,080	0,031	<,0001	0,57
Suplemento	-	1,00b	1,76a	0,011	0,0004	<,0001	<,0001
Total	1,77c	2,65b	3,06a	0,076	0,0007	<,0001	0,92
Consumo (kg MS/animal.día)							
Forraje	3,45a	3,50a	2,84a	0,19	0,12	<,0001	0,66
Suplemento	-	2,10b	3,90a	0,062	0,0024	<,0001	<,0001
Total	3,45c	5,60b	6,74a	0,18	0,0005	<,0001	0,094
Proteína cruda en muestras de <i>hand clipping</i> (%)							
PC	15,02a	13,46a	11,89a	0,82	0,13		

Nota. T= Testigo; S.D= Suplementación diaria; A.C= Autoconsumo; EE= Error estándar; Trat = Tratamiento; Sem = Semana; TratxSem= Tratamiento por semana; PC= Proteína Cruda. a,b,c: letras distintas en la misma fila difieren significativamente (<0.05).

4.4.1 Consumo de forraje

El CMSF (expresado cada 100 kg de peso vivo), presentó efectos significativos entre tratamientos ($P=0,0306$) siendo este efecto independiente de la semana de muestreo ($P>0,05$), existió una reducción significativa en el consumo de forraje por parte de las terneras en AC respecto a las terneras con suministro diario (1,30 vs. 1,65 kg MS/ 100 kg de peso vivo, $P<0,05$). El hecho de suplementar frente a no hacerlo también redujo el consumo de forraje en % de PV (1,47 vs. 1,77 kg MS/ 100 kg de peso vivo, $P<0,05$).

Pordomingo (2003) señala que, si la suplementación es superior al 0,5 % del PV del animal, esperaría que se dé un efecto de sustitución, disminuyendo el consumo de forraje de los suplementados frente al testigo. Sin embargo, la tasa de sustitución (kg de forraje que deja de consumir el animal por consumir suplemento) del tratamiento SD frente al testigo y el AC frente al testigo fue de 0,023 y 0,16. Según ¿Cuál es la tasa de sustitución

(2018) una tasa de sustitución inferior a 0,5 se considera óptima para tener un buen resultado económico. Estos resultados coinciden con los reportados por Risso et al. (1991), Berasain et al. (2002), con resultados en torno a 0,2.

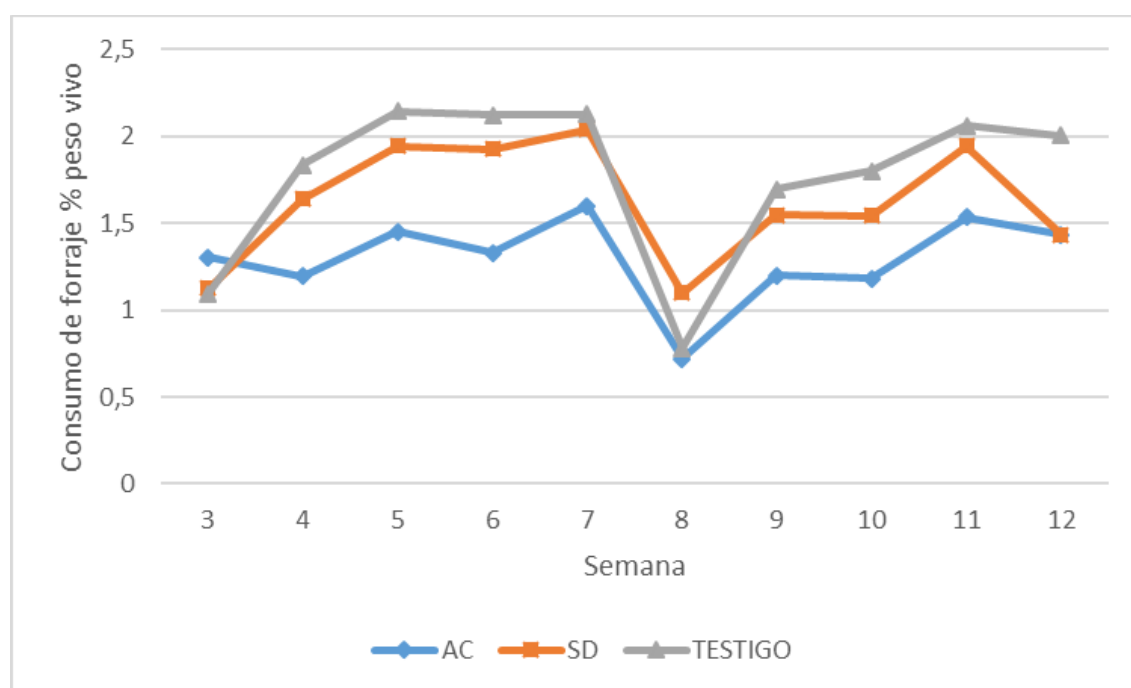
Cuando se trabaja a bajas asignaciones de forraje, el consumo queda establecido por los factores no nutricionales asociados con la estructura de la pastura (Baudracco et al., 2010). Trabajando a asignaciones de forraje de 2,5%, Invernizzi et al. (2007) obtuvieron consumos de materia seca de forraje de 1,78% del PV; Algorta et al. (2015) 2,24% del PV; y Acland et al. (2023) 1,4% del PV.

En cuanto al consumo de forraje (expresado como kg MS/animal.día) no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos.

El consumo de forraje varió significativamente en relación a las semanas del experimento. Como se ve en las Figuras 5 y 6 en la semana 8 se vio un claro descenso en el consumo, coincidiendo con el momento en el que las terneras reingresaron a la primera franja, con una menor disponibilidad inicial de forraje

Figura 5

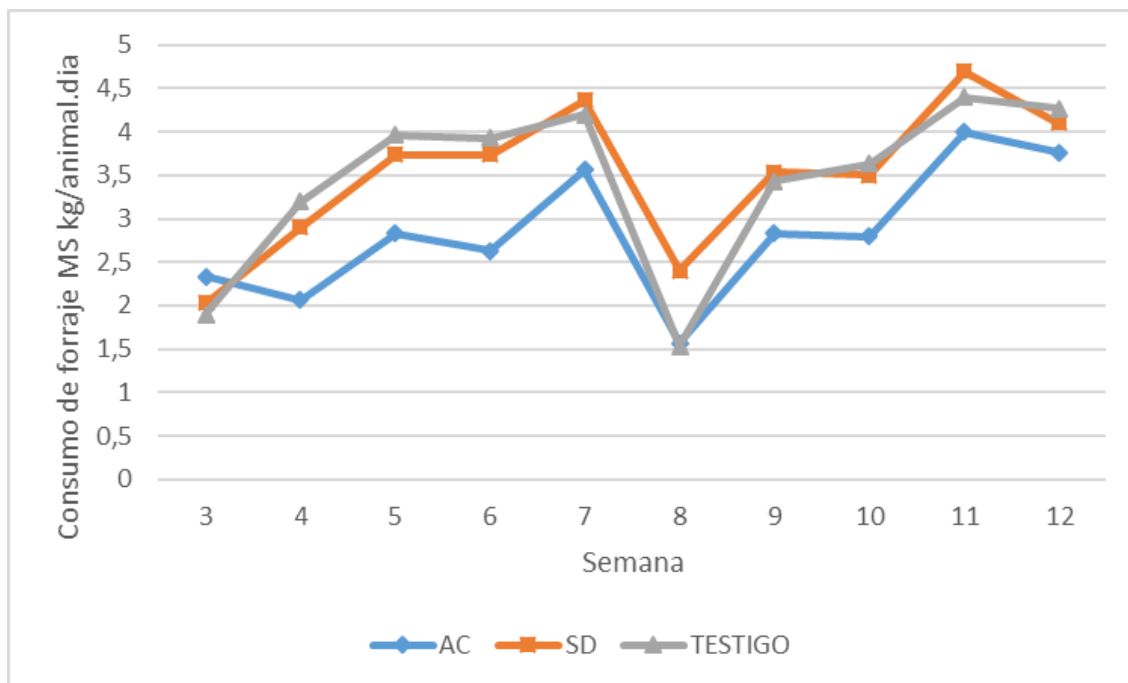
Evolución del consumo de forraje expresado en % del peso vivo



Nota. Consumo de forraje en % de peso vivo del testigo, suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

Figura 6

Evolución del consumo de forraje expresado como kg MS/animal.día



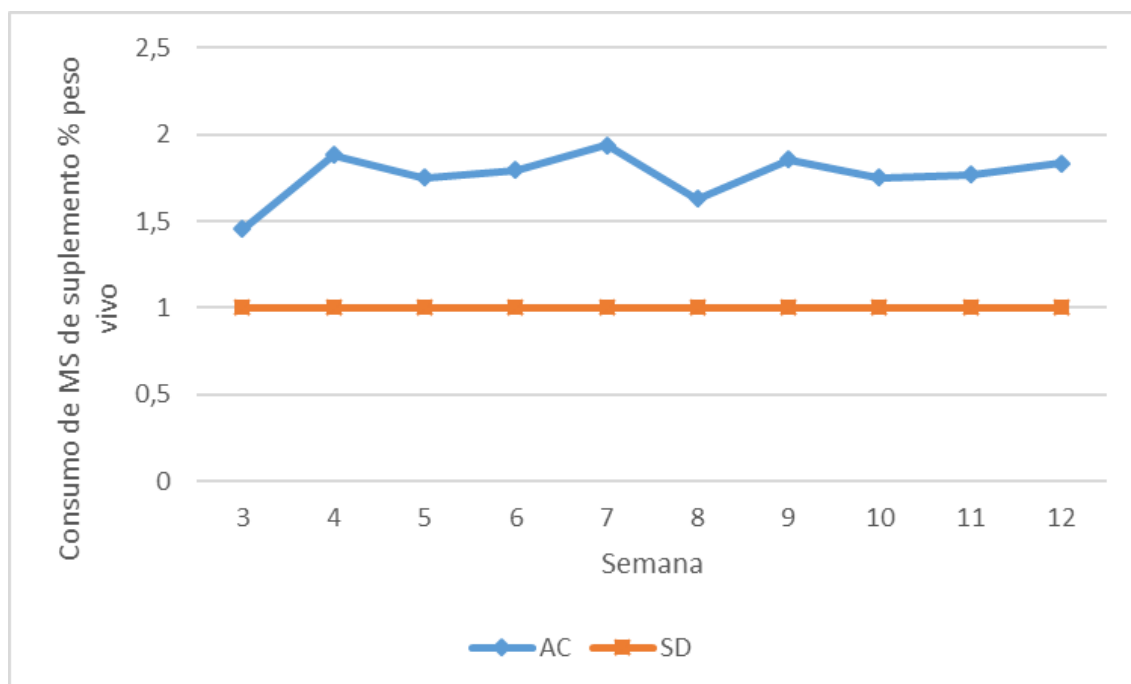
Nota. Consumo de forraje testigo, suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

4.4.2 Consumo de suplemento

En cuanto al CMSS (expresado cada 100 kg de peso vivo) también hubo un efecto significativo de tratamiento ($P=0,0004$). Mientras que el tratamiento de suplementación diaria ingirió el 1 % de PV, el cual era el máximo ofrecido, los animales con lupino *ad libitum* se alimentaron al 1,76 % del PV, siendo esta respuesta dependiente de la semana experimental. En la Figura 7 se muestra la evolución del lupino consumido en % de PV por ambos tratamientos. Mientras que en el tratamiento de suplementación diaria consumieron de forma constante el grano de lupino, en el tratamiento de AC se vieron menores consumos en la primera semana del experimento. Ello podría estar explicado a la falta de acostumbramiento con los comederos de autoconsumo; y la semana 8 en la cual hubo re ingreso a la primera franja. También existieron diferencias en el CMSS (expresado como kg MS/animal.día), habiendo mayor consumo en el tratamiento de autoconsumo. En la Figura 8 se muestra su evolución.

Figura 7

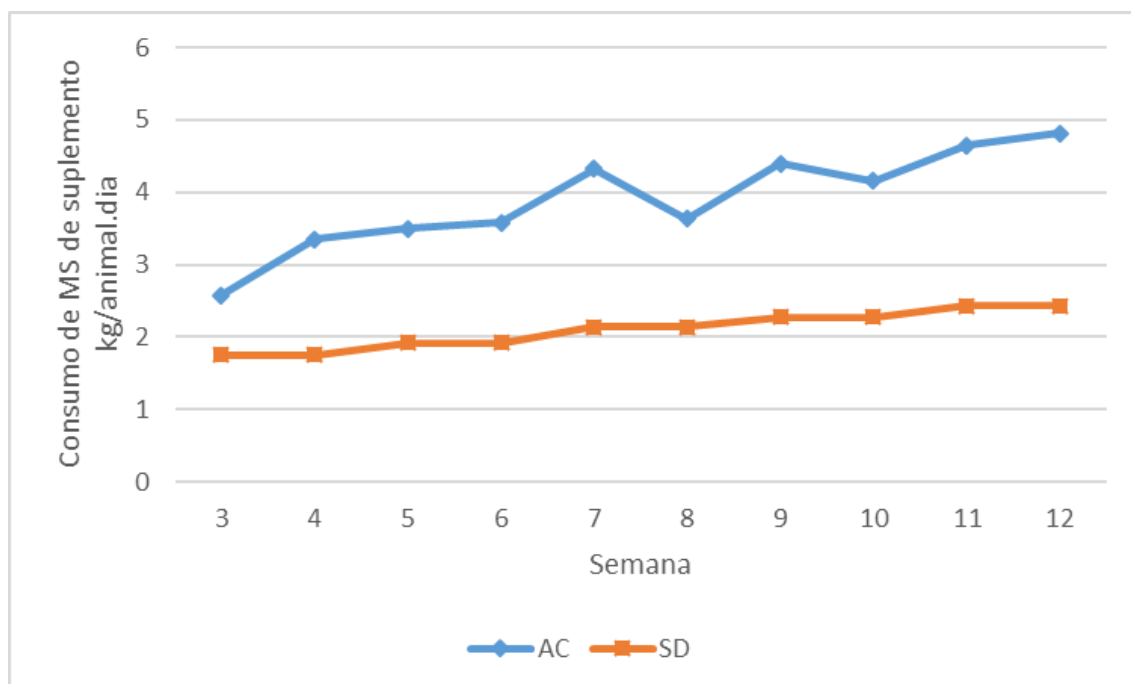
Evolución del consumo de suplemento expresado en % del peso vivo según forma de suministro



Nota. Consumo de MS de suplemento % PV suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

Figura 8

Evolución del consumo de suplemento expresado como kg MS/animal.día, según forma de suministro

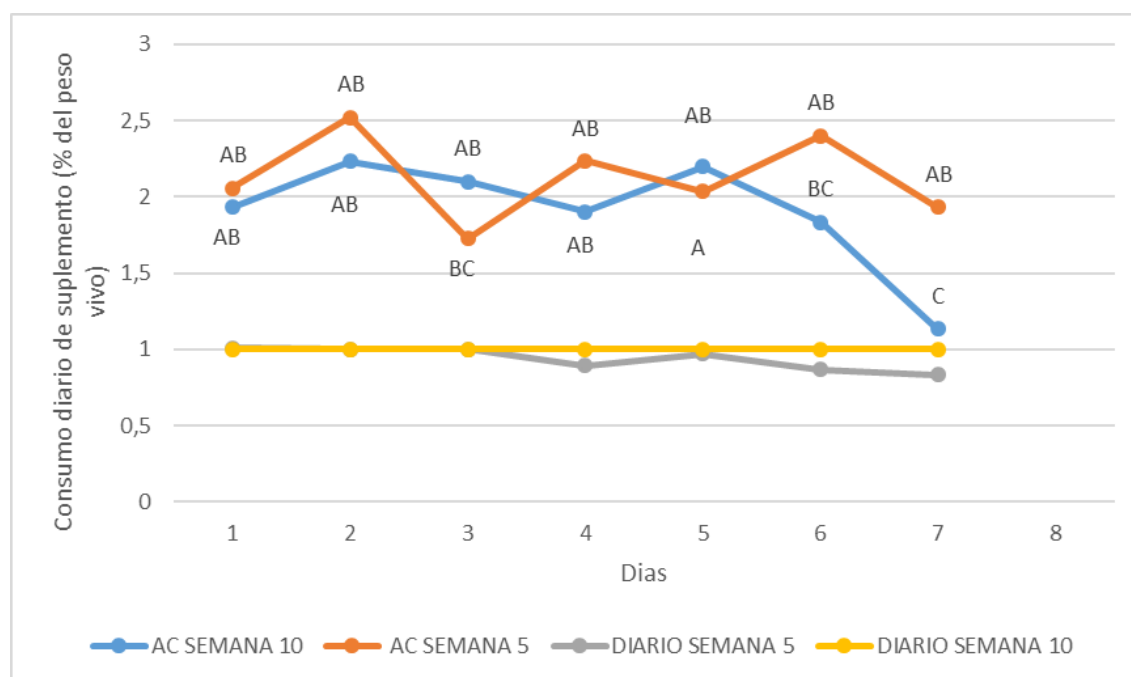


Nota. Consumo de MS de suplemento kg/animal.día suplementación diaria (SD) y autoconsumo (AC).

En la Figura 9 se muestra la evolución del consumo diario de suplemento en los tratamientos auto consumo y suministro diario para las semanas 5 y 10. Existió un efecto significativo entre los días dentro de la semana para los tratamientos ($P=0,0038$). En la semana 10 las terneras dejan de consumir suplemento sobre el final de la semana, en la semana 5 no se ve un patrón de consumo.

Figura 9

Efecto de forma de suministro sobre la variación entre días del consumo diario de suplemento



Nota. Consumo diario de suplemento % PV suplementación diaria semana 10 y semana 5 ; y autoconsumo semana 5 y semana 10.

4.4.3 Consumo total de materia seca

El CMST (expresado como kg MS/animal.día) también presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo que el autoconsumo obtuvo los consumos más altos (6,74a), seguido por el suministro diario (5,60b) y por último el testigo (3,45c). Por otro lado, el CMST (expresado cada 100 kg de peso vivo) presentó diferencias significativas entre tratamientos, siguiendo la misma tendencia que lo mencionado anteriormente.

El hecho de suplementar frente a no hacerlo también presentó efectos significativos en cuanto al CMST expresado tanto en kg MS/animal.día (6,17 vs. 3,45 kg MS/animal.día) como en % de PV (2,86 vs. 1,77 kg MS/ 100 kg de peso vivo, $P<0,05$).

Además la forma de suministro también arrojó diferencias significativas como se mencionó anteriormente, siendo el tratamiento de autoconsumo el de mayor CMST. En el caso del grano de lupino, no se encontraron antecedentes directos en Uruguay que reporten el uso de comederos de autoconsumo sin limitar el consumo sobre verdeos de invierno que permita realizar un análisis comparativo. Estos resultados muestran que es

posible implementar esta estrategia sin que se generen problemas de consumo excesivo ni selectividad, obteniéndose además un efecto positivo en el CMST.

En general, la suplementación con concentrados energéticos o proteicos puede aumentar el riesgo de trastornos digestivos, especialmente acidosis ruminal subaguda o aguda, si el consumo no está controlado (National Research Council, 2001; Owens et al., 1998).

Bargo et al. (2002) también advierten que, en condiciones de autoconsumo sin control, el suplemento puede desplazar gran parte del forraje de la dieta y provocar desbalances energéticos-proteicos si no se considera la composición de ambos componentes.

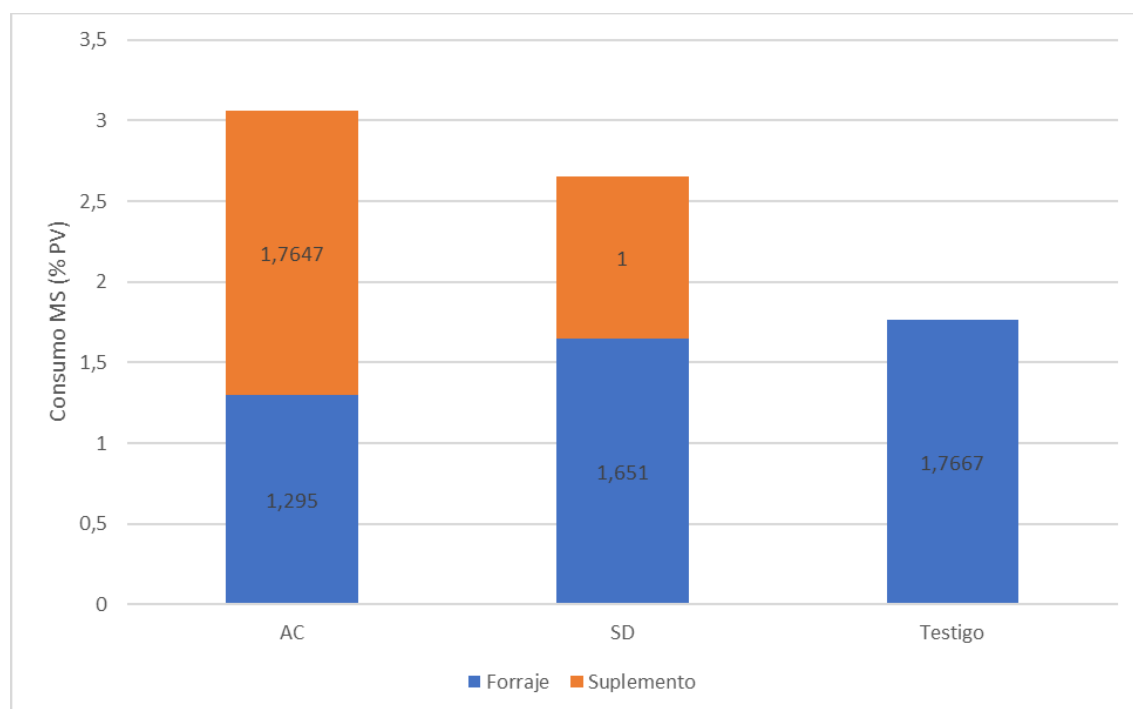
En el presente experimento las terneras del tratamiento autoconsumo registraron consumos totales de hasta 6,74 kg MS/animal.día (cerca al 3 % del PV), sin reportar signos clínicos de acidosis ni comportamientos atípicos en los animales, lo que sugiere que el grano de lupino, por su alta digestibilidad de la proteína y menor contenido de almidón comparado con los granos de cereales, como el maíz y la cebada, podría ser una alternativa más segura en esquemas de autoconsumo (FEDNA, 2019).

Siendo que el tratamiento testigo y suplementación diaria consumen un total del 1,77c y 2,65b % de su PV, y tomando en cuenta que el consumo potencial de las terneras debería ser aproximadamente del 3% de su PV, estas estarían consumiendo menor cantidad de materia seca total en relación a su PV, seguramente debido a las bajas asignaciones de forraje.

La composición de la dieta pasó de ser 100 % forraje para el testigo; a 62% forraje/ 38% lupino para tratamiento SD; y 42% forraje/ 58% lupino para el tratamiento AC.

Figura 10

Aporte relativo del consumo de forraje y suplemento al consumo de materia seca total (%PV)



Según Pigurina (1997), cuando el suplemento deprime el consumo de forraje, pero aumenta el consumo total, se da un efecto de adición con sustitución. Como se muestra en la Figura 10, esta situación se genera cuando se comparan los tratamientos autoconsumo vs el testigo. El tratamiento de suministro diario de lupino a razón del 1 % del PV, no difiere estadísticamente en el consumo de forraje con el tratamiento testigo, sin embargo, sí aumentó el consumo total de materia seca, dándose un efecto de adición. Esto puede darse debido a que cuando existe una baja cantidad de forraje, el animal no puede completar su capacidad de ingestión, en ese caso al suministrarle una pequeña cantidad de suplemento, los nutrientes de este se le suman a los que fueron provistos por la pastura (Vernet, 2016). Esto condice con Stritzler (s.f.) quien afirma que cuando la disponibilidad de forraje es restrictiva los animales reducen el consumo del mismo y ganancias de peso, por lo cual cuando se les suplementa se produce un efecto de adición.

4.4.4 Proteína cruda en muestras de *hand clipping* (%)

No se reportan efectos significativos en tratamientos en cuanto a la concentración de PC en las muestras de *hand clipping*, (Tabla 7). Sin embargo, se registró una tendencia a una menor concentración de PC en los tratamientos suplementados frente al testigo (12,68 vs. 15,02; $P=0,081$) (anexo A).

En situaciones de oferta restringida o cuando existe selección, los animales tienden a consumir las fracciones más digestibles y con mayor concentración de proteína del forraje. Sin embargo, al recibir suplementación proteica (como grano de lupino), disminuye la presión por seleccionar forraje de alta calidad, lo que puede llevar a una reducción en la proteína efectiva consumida desde el pasto. Esta regulación del comportamiento ingestivo ha sido documentada por Provenza et al. (2003), quienes sostienen que los rumiantes ajustan su consumo buscando un balance nutricional. En esa misma línea, Villalba y Provenza (1997) demostraron que los animales modifican sus preferencias por el forraje en función de la calidad del suplemento recibido y sus requerimientos fisiológicos.

Poppi y McLennan (1995) destacan que cuando se cubren los requerimientos proteicos mediante suplementos, los animales reducen su necesidad de obtener proteína desde el forraje.

4.5 COMPORTAMIENTO ANIMAL

El comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo puede presentar restricciones al consumo de forraje, afectados principalmente por características de la pastura como disponibilidad y altura (Forbes & Coleman, 1993). La interacción entre la pastura y el animal en pastoreo es un proceso dinámico, las características del material ingerido dependen de los atributos del forraje, además, el animal por medio del residuo que deja afectará la capacidad de rebrote de la pastura. Los animales varían su comportamiento ingestivo según el forraje disponible, modificando los tiempos de las actividades en pastoreo para cumplir con su requerimiento (Elizondo et al., 2003), de esta manera se adapta a los recursos disponibles para poder lograr el consumo de nutrientes necesarios en un amplio rango de situaciones (Cangiano & Gómez, 1985).

En el siguiente cuadro se presentan los datos sobre el comportamiento ingestivo de las terneras pastoreando raigrás Bill Max y suplementadas con grano de lupino, tanto bajo suplementación diaria como autoconsumo.

Tabla 8

Efecto de la suplementación y suministro en el comportamiento y tasa de bocado de terneras

	Tratamientos			Efectos (p-valor)					
	T	SD	AC	EE	Trat	Sem	D(S)	TxS	TxD(S)
Pastoreo	0,57a	0,45b	0,26c		< 0,0001	0,0039	< 0,0001	0,13	0,01
Rumia	0,21a	0,22a	0,20a		0,49	0,0048	<,0001	0,43	0,10
Descanso	0,20c	0,27b	0,43a		<,0001	0,71	0,0007	0,04	0,01
Comedero		0,05b	0,09a		0,0003	0,11	0,01	0,94	0,09
Tasa de bocado									
Mañana	34,69a	30,78b	28,19b		0,0004	0,0007	0,0002	0,04	0,05
Tarde	35,33a	32,24a	31,61a		0,08	0,11	<,0001	0,18	0,50

Nota. T= Testigo; S.D= Suplementación diaria; A.C= Autoconsumo; EE= Error estándar. Trat = Tratamiento; Sem = Semana; D(S) = día dentro de semana. a,b,c: letras distintas en la misma fila difieren significativamente (<0,05)

La suplementación redujo de forma significativa la actividad de pastoreo ($P < 0,0001$). El tratamiento testigo fue el que tuvo mayor actividad de pastoreo, seguida por el suministro diario, quedando en el último lugar el tratamiento de autoconsumo. Esto condice con lo explicado por Adams (1985) quien encontró que la suplementación con grano disminuye el tiempo de pastoreo, dado que los animales tienen un aporte extra de energía llegando a cubrir antes sus requerimientos.

La semana 10 presentó mayor tiempo de pastoreo (0,4502) que la semana 5 (0,3896). Además, hubo diferencias significativas en los días dentro de la semana ($P < 0,0001$), los animales pastoreaban durante más tiempo del día a conforme avanzaba la semana. Según Poppi et al. (1987) y Hodgson (1990), al disminuir la disponibilidad y altura del forraje generando menor peso de bocado, el animal lo compensa aumentando el tiempo de pastoreo, aunque estas posibilidades de compensación son limitadas (Chilibroste, 1998). El tratamiento por día dentro de la semana también tuvo diferencias significativas ($P=0,0100$).

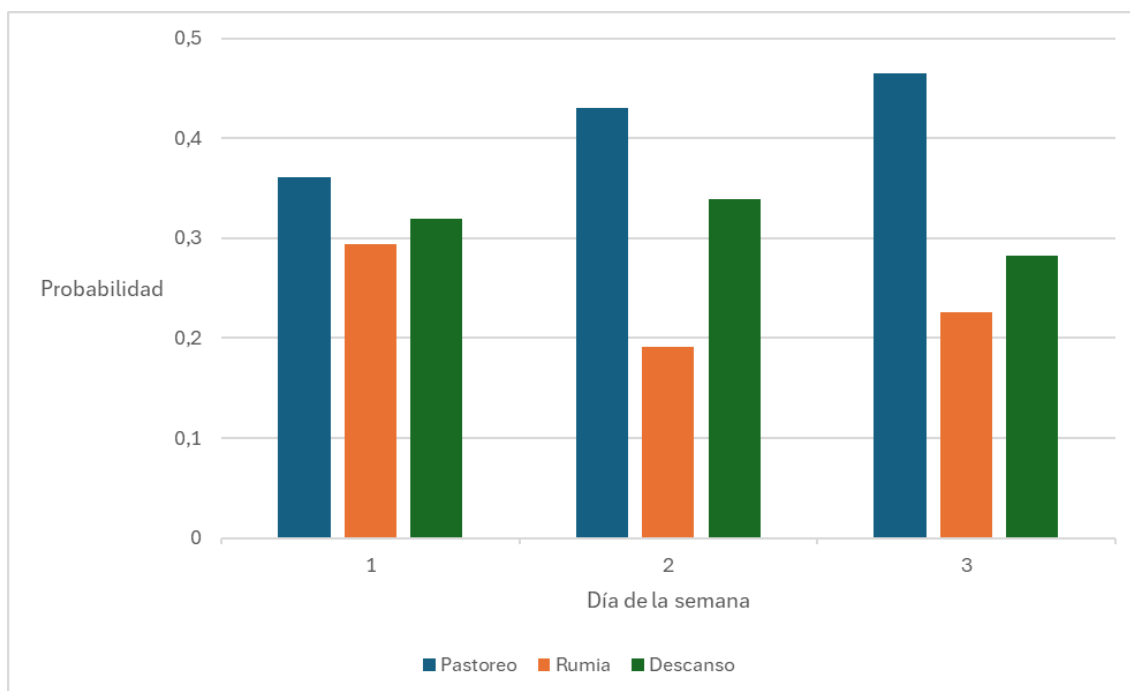
En cuanto a la actividad de rumia no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,4895$). Esto no condice con lo reportado por Berasain et al. (2002) donde la suplementación afectó significativamente el tiempo de rumia, siendo menor en el tratamiento testigo. A mayor calidad del alimento, menor es el tiempo de rumia (Pereyra & Leiras, 1991). Siguiendo con lo anterior, hubo diferencias significativas entre las semanas ($P=0,0048$) siendo que los animales tuvieron mayor actividad de rumia en la semana 5 (0,2306) que en la semana 10 (0,1875), esto puede ser explicado por la mayor disponibilidad y altura del forraje en la semana 5, aumentando los restos secos y el porcentaje de tallos, disminuyendo la calidad. También existieron diferencias significativas en los días dentro de la semana ($P<,0001$). El rumiado disminuyó al transcurrir la semana.

La actividad de descanso presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P<,0001$). Esto coincide con lo recabado por Berasain et al. (2002) y García et al. (2008), siendo esperable que el tiempo dedicado a la actividad de descanso sea mayor para los tratamientos suplementados, ya que los mismos sustituyen tiempo de pastoreo por tiempo de descanso.

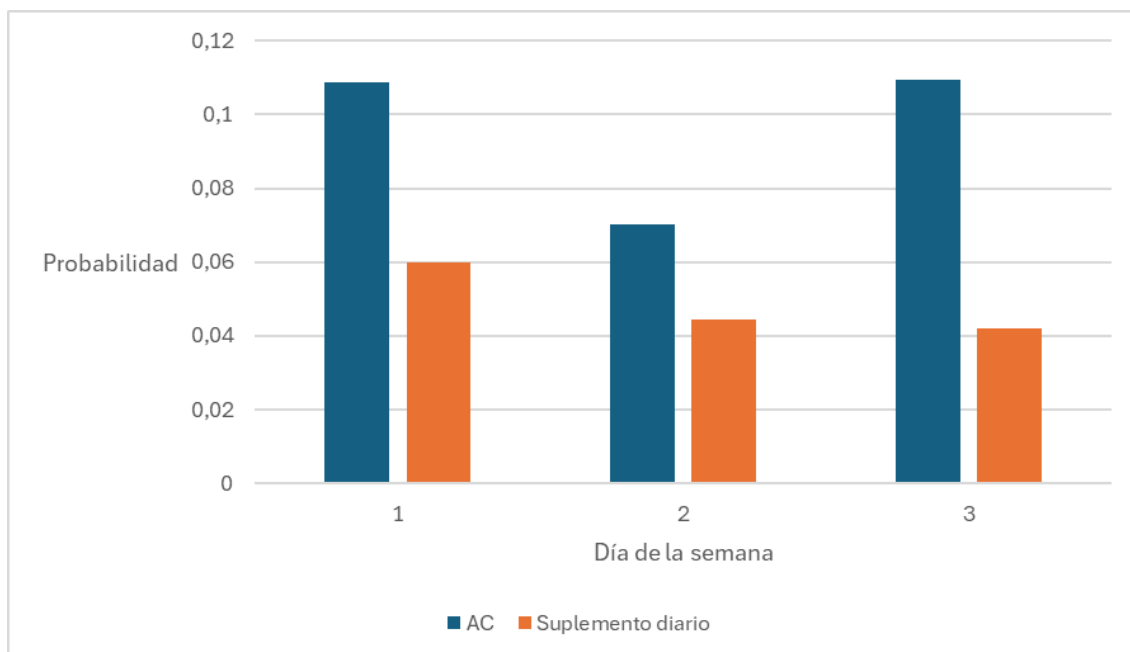
El acceso al comedero varió significativamente según el tratamiento ($P=0,0003$) siendo que los animales del tratamiento AC tuvieron mayor acceso al mismo ($P=0,094$) comparado con los del tratamiento de suministro diario ($P=0,048$); y los días dentro de la semana ($P=0,0080$). Los animales se alimentaron en el comedero en mayor medida al principio y fin de la semana, mientras que en la mitad de la semana tuvieron un menor acceso al mismo. Su evolución se ve reflejada en la Figura 12.

Figura 11

Evolución del pastoreo, rumia y descanso durante la permanencia en la parcela semanal

**Figura 12**

Evolución del acceso al comedero durante la permanencia en la parcela semanal de pastoreo



Nota. Acceso al comedero suplementación diaria y autoconsumo.

4.5.1 Tasa de bocado

La tasa de bocados por minuto se midió dos veces en la mañana y dos veces en la tarde, en dos animales por parcela.

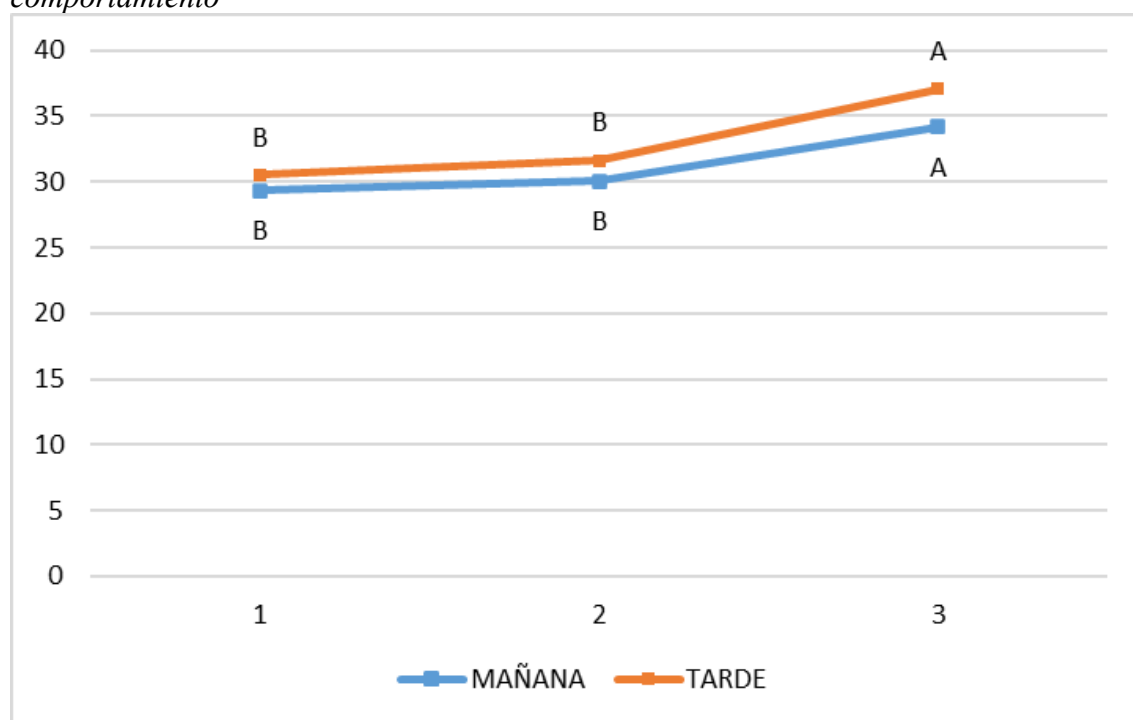
En la mañana hubo un efecto significativo en cuanto a los tratamientos ($P=0,0004$), siendo el testigo el tratamiento que se diferenció del resto, teniendo mayor tasa de bocado (34,6 boc/min). Los resultados mantienen cierta lógica dado que los testigos solo podían pastorear, mientras que a los animales de suplementación diaria se les brindaba el suplemento por la mañana, y los de autoconsumo tenían el grano de lupino a su disposición.

Por otro lado, como muestra la Figura 13, las terneras tuvieron en promedio mayor tasa de bocado por la tarde (33,03) que por la mañana (31,13). Estos resultados se mantienen en la misma línea que los obtenidos por Hodgson (1990) y Gregorini et al (2007), quienes manifiestan que cuando no se trabaja con franjas diarias, los pastoreos tienden a ser más intensivos en el atardecer, aumentando el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado. Además, la pastura en ese momento tiene mayor densidad energética y por lo tanto mayor valor nutritivo, siendo más largos e intensos los pastoreos (Chilibroste, 2002).

En ambos turnos la tasa de bocado tuvo efectos significativos entre los días de la semana ($P=0,0002$; $P<,0001$), existiendo mayores tasas de bocado sobre el final de la semana. Esto coincide con lo expresado por Chacón et al. (1978) quienes reportan que para compensar las reducciones del tamaño de bocado los animales tienden a incrementar la tasa de bocado. Galli et al. (1996) también expresaron que la tasa de bocado aumenta cuando disminuye la biomasa y altura de la pastura, variables que se dan sobre el final de la semana por el tiempo de permanencia de los animales en la parcela.

Figura 13

Evolución de tasa de bocado (bocado/minuto) durante el día en la semana de comportamiento



Nota. Tasa de bocado en la mañana y en la tarde.

4.6. DISCUSIÓN GENERAL

La suplementación con lupino tuvo un impacto significativo en la utilización del forraje. Las terneras suplementadas redujeron el consumo de materia seca del forraje respecto al grupo testigo, lo que se reflejó en una menor utilización de la pastura. Este efecto de sustitución fue más marcado en el tratamiento de autoconsumo que en la suplementación diaria, lo cual sugiere diferencias en la forma en que los animales regulan su comportamiento ingestivo en función del método de suministro.

En términos de consumo total de materia seca, la suplementación generó un efecto de adición, incrementando la ingesta respecto al grupo testigo. Las terneras en autoconsumo consumieron más suplemento que aquellas con suministro diario, modificando la composición de la dieta e impactando la relación suplemento/forraje. Este mayor consumo de nutrientes totales puede haber influido en la reducción de la motivación por pastorear y en una menor intensidad de búsqueda del forraje.

El comportamiento animal también se vio afectado por la suplementación. El tiempo de pastoreo disminuyó significativamente en los tratamientos suplementados, con una mayor reducción en autoconsumo. A su vez, el tiempo dedicado al descanso aumentó en los grupos suplementados, lo que indica un cambio en la distribución de las actividades diarias. Aunque la rumia no mostró diferencias significativas entre tratamientos, su variación a lo largo del experimento sugiere que el comportamiento ingestivo se ajustó dinámicamente a los cambios en la dieta.

La tasa de bocado fue mayor en el grupo testigo en comparación con los grupos suplementados, lo que refleja una mayor motivación por el forraje en ausencia de suplemento. Este indicador, junto con el tiempo de pastoreo, permite inferir que las terneras sin suplementación buscaron compensar la menor disponibilidad de nutrientes con un comportamiento de pastoreo más activo, lo cual concuerda con la hipótesis planteada.

El método de suministro del suplemento influyó en los patrones de consumo y comportamiento. En comparación con la suplementación diaria, el autoconsumo resultó en una mayor sustitución de forraje por suplemento, menor utilización del forraje y una modificación más marcada del comportamiento animal. La disponibilidad constante de grano puede haber permitido un consumo más distribuido a lo largo del día, afectando la estabilidad del consumo diario y reduciendo la necesidad de búsqueda activa de alimento.

En conjunto, estos resultados confirman que la suplementación con grano de lupino altera tanto el comportamiento ingestivo como el consumo de forraje, y que estas respuestas están mediadas por cambios en el consumo total de nutrientes y en el patrón de comportamiento de las terneras, tal como se propuso en la hipótesis.

5. CONCLUSIÓN

La suplementación con grano de lupino, tanto en forma diaria como en autoconsumo, modifica el comportamiento ingestivo y el consumo de forraje de terneras Hereford pastoreando raigrás con una oferta restringida. La magnitud de estos cambios varía en función del método de suministro, generando respuestas distintas en términos de comportamiento, consumo y utilización del recurso forrajero.

El suministro diario permite aumentar el consumo total de materia seca sin afectar el consumo de forraje, lo que indica un efecto de adición. En cambio, el autoconsumo provoca una mayor sustitución del forraje por suplemento, aunque también un incremento en el consumo total, configurando un efecto de adición con sustitución.

Desde el punto de vista del comportamiento animal, los tratamientos suplementados reducen el tiempo de pastoreo y aumentan el tiempo de descanso, siendo esta tendencia más marcada en el autoconsumo. La tasa de bocado, por su parte, es mayor en el grupo testigo, lo que refleja una mayor motivación por el forraje en ausencia de suplemento. Estas respuestas reflejan cambios en la composición de la dieta y en la forma en que las terneras ajustan su ingestión diaria según la disponibilidad del suplemento.

En conjunto, estos resultados confirman que la suplementación con grano de lupino no solo altera la cantidad de alimento consumido, sino también el modo en que las terneras lo incorporan y distribuyen su tiempo de actividad. Comprender estas respuestas permite optimizar el uso del forraje y ajustar el manejo del suplemento en sistemas de pastoreo con restricciones de oferta.

Además, se comprobó que la suplementación con grano de lupino es una herramienta efectiva para situaciones de baja disponibilidad de forraje, ya que incluso en condiciones de alto consumo no generó signos evidentes de trastornos metabólicos como la acidosis, lo cual refuerza su potencial como estrategia segura y eficiente en estos escenarios.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acland, M., Blanco, W., & Soca, D. (2023). *Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la respuesta productiva a la suplementación con grano de lupino en terneros Hereford pastoreando en raigrás Bill Max durante invierno* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Adams, D. C. (1985). Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behaviour of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall. *Journal of Animal Science*, 61(5), 1037-1042.
- 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* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Altamirano, A., Da Silva, H., Durán, A., Echevarría, A., Panario, D., & Puentes, R. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: Vol. 1. Clasificación de suelos*. MAP.
- Altuve, S., Bendersky, D., Méndez, D., & Davies, P. (2004). *Producción y calidad de forraje de raigrás anual*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/08-actualizacion_pasturas_invernales.pdf
- Arias, R., Mader, T., & Escobar, P. (2008). Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 40(1), 7-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2008000100002>
- Baldi, F., Mieres, J., & Banchemo, G. (2008). Suplementación en invernada intensiva: La suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Jornada de Producción Animal* (pp. 39-52). <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/529/1/112761150508131605.pdf>
- Banchemo, G., La Manna, A., Fernández, E., Tieri, M. P., Mieres, J., Perez, J., Uzuca, J. J., & Pérez, E. (2009). Pastoreo de verdeos de invierno y necesidades de consumo de agua en terneros posdestete. En G. Banchemo (Ed.), *Jornadas de Actualización Técnica de Producción animal: Tecnologías de Proceso* (pp. 35-37). INIA. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11878/1/SAD-609p35.pdf>
- Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances. *Journal of Dairy Science*, 85(7), 1777-1792. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74252-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74252-5)

- 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 periodo otoño-invernal* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Baudracco, J., Lopez-Villalobos, N., Holmes, C. W., & Macdonald, K. A. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53(2), 109-133. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/00288231003777665>
- Bavera, G. A., & Beguet, H. A. (2003). *Termorregulación corporal y ambientación*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/c/lima_y_ambientacion/04-termorregulacion_corporal_y_ambientacion.pdf
- Beirau, M., Iriarte, J., & Tucci, D. (2007). *Evaluación de diferentes alternativas de terminación-suplementación y engorde a corral sobre la performance animal y la calidad de canal y carne de novillos Hereford* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Berasain, S., Patrón, L., & Vidart, M. (2002). *Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Beretta, V., & Simeone, A. (2005). Suplementación y engorde a corral: Cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Jornada de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Suplementación y engorde a corral: Cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero* (pp. 8-26). UPIC.
- Beretta, V., & Simeone, A. (2008). Autoconsumo en la alimentación de terneros. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *10ª Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne: Una década de investigación para una ganadería más eficiente* (pp. 35-37). UPIC.
- Beretta, V., & Simeone, A. (2013). Consumo en el autoconsumo. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *15ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Simplificando la intensificación ganadera: El autoconsumo* (pp. 48-51). UPIC.
- Beretta, V., Simeone, A., Bergos, I., Errandonea, J., Garcia Pintos, J., Burjel, M. V., Casanova, D., & Zabalveytia, N. (2019). Aprendiendo a usar el DDGS en condiciones de pastoreo: Un suplemento que llegó para quedarse. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *21ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Un medio campo para ganar el partido de la rentabilidad* (pp. 44-53). UPIC.

- Beretta, V., Simeone, A., Barrios, J. P., Da Silva, J. I., & Larrauri, L. (2018). Avanzando en la recría de terneros a pasto: Buscando formas de utilizar los cultivos forrajeros anuales durante invierno en sistemas agrícola-ganaderos. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *20ª Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne: 20 años de investigación para una ganadería más rentable* (pp. 30-41). UPIC.
- Beretta, V., Simeone, A., Pancini, S., Cederés, M., García, E., Oneto, L., & Zabalveytia, N. (2016). Grano entero de avena: Una nueva opción como fuente de fibra en dietas de corral. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *18ª Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne: A pasto y a corral, dos caminos con un mismo destino: La rentabilidad* (pp. 36-45). UPIC.
- Beretta, V., Simeone, A., & Viera, G. (2010). Utilización de avena para pastoreo con terneras Hereford. *Agrociencia (Uruguay)*, 14(3), 201.
<https://doi.org/10.31285/AGRO.14.878>
- Bergós, A., & Errandonea, J. (2020). *Alternativas de suplementación en terneras de recría pastoreando verdes de invierno* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29124/1/Berg%C3%B3sCremonaAnaIn%C3%A9s.pdf>
- Blasina, M., Piñeyría, A., & Renau, M. (2010). *Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Borrajó, C. I., Barbera, P., Bendersky, D., Pizzio, R., Ramírez, M., Maidana, C., Zapata, P., Ramírez, R., & Fernández, J. R. (2011). *Verdeos de invierno en Corrientes: Manejo del pastoreo y producción de carne*. INTA.
<https://fcvinta.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/10/inta-verdeos-de-invierno-corrientes-parte-111.pdf>
- Butris, G., & Phillips, C. J. (1987). The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on the intake and feeding behaviour in cattle. *Grass and Forage Science*, 42(3), 259-264.
- Cangiano, C. A. (1996). *Consumo en pastoreo: Factores que afectan la facilidad de cosecha*. INTA.
- Cangiano, C. A., & Gómez, P. (1985). Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 5(9-10), 573-579.
- Cantou Mayol, A., Gallinal Ferrari, C., Echenique Fossati, M., & Muñoz Berretta, M. (2009). *Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes* [Trabajo final de grado], Universidad de la República.
- Carámbula, M. (1996). *Pasturas naturales mejoradas*. Hemisferio Sur.

- Carámbula, M. (2002). *Pasturas y forrajes: Vol. 1. Potenciales y alternativas para producir forraje*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2007). *Verdeos de invierno*. Hemisferio Sur.
- Carrau, J., Félix, E., & Pons, J. (2023). *Evaluación del grano de arroz con cáscara como suplemento para terneras Hereford pastoreando raigrás Bill Max durante invierno en sustitución del grano de sorgo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/view/209/147/4272>
- Carriquiry, J., García, R. N., & Pardiñas, P. (2002). *Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Castro, G., & Ferrés, J. (2021). *Suplementación invernal con fuentes energética-proteicas en régimen de autoconsumo a terneros de destete pastoreando campo natural sobre Basalto profundo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Cepeda, M., Scaiewicz, A., & Villagrán, J. (2005). *Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Chacón, E. A., Stobbs, T. H., & Dale, M. B. (1978). Influence of sward characteristic on grazing behaviour and growth of Hereford steers grazing tropical grass pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29(1), 89-102.
<https://doi.org/10.1071/AR9780089>
- Chilibroste, P. (1998). Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. En A. Meikle, M. Carriquiry & G. Bianchi (Eds.), *XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 1-7). CMVP.
https://www.researchgate.net/publication/281209792_Fuentes_comunes_de_error_en_la_alimentacion_del_ganado_lechero_I_Prediccion_del_consumo
- Chilibroste, P. (2002). Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. En M. Rodríguez & J. Gil (Eds.), *X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 90-96). CMVP.
- Cibils, R., Vaz Martins, D., & Risso, R. (1997). ¿Qué es suplementar? En D. Vaz Martins (Ed.), *Suplementación estratégica para el engorde de ganado* (pp. 7-9). INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2989/1/15630291007152242.pdf>
- Combellas, J., & Hodgson, J. (1979). Herbage intake and milk production by grazing dairy cows: The effects of variation in herbage mass and daily allowance in a short-term trial. *Grass and Forage Science*, 34(3), 209-214.

- Cooperativa Nacional de Productores de Leche. (2009). *Composición de los principales alimentos*. <https://es.scribd.com/document/306939252/CONAPROLE-Tabla-Composicion-Alimentos>
- Cozzolino, D. (1994). Valor nutritivo de alimentos utilizados en la suplementación. En G. Quintans & G. Pigurina (Coords.), *Bovinos para carne: Avances en suplementación de la recría e invernada intensiva* (pp. 3-1-3-5). INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/357/1/14445101212094954.pdf>
- ¿Cuál es la tasa de sustitución ideal de forrajes por concentrado? (2018, 1 de agosto). *Contexto Ganadero*. <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/cual-es-la-tasa-de-sustitucion-ideal-de-forrajes-por-concentrado>
- D'Ambrosio, B., Motta, M., & Pedetti, J. (2021). *Efecto de la suplementación invernal con grano de lupino sobre la performance de terneros Hereford pastoreando campo natural* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/40670/1/D%e2%80%99AmbrosioZeballosBruno.pdf>
- Di Marco, O. N. (1993). *Crecimiento y respuesta animal*. AAPA.
- Dumestre, J., & Rodríguez, N. (1995). *Efecto de niveles de suplementación con grano y frecuencia en el cambio de parcela de pastoreo en el comportamiento de novillos* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Elizalde, J. C. (2003). *Suplementación en condiciones de pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.pdf
- Elizalde, J. C., & Santini, F. J. (1992). *Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el período otoño-invierno*. INTA.
- Elizondo, L., Gil, A., & Rubio, 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* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Ephrem, N., Tegegne, F., Mekuriaw, Y., & Yeheyis, L. (2015). Nutrient intake, digestibility and growth performance of Washera lambs supplemented with graded levels of sweet blue lupin (*Lupinus angustifolius* L.) seed. *Small Ruminant Research*, 130, 101-107. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.019>
- 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* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Forbes, T. (1988). Researching the plant-animal interface: The investigation of the ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*, 66(9), 2369-2379.

- Forbes, T. D. A., & Coleman, S. W. (1993). Forage intake and ingestive behaviour of cattle grazing Old World bluestems. *Agronomy Journal*, 85(4), 808-816. <https://doi.org/10.2134/agronj1993.00021962008500040006x>
- Freer, M., & Dove, H. (1984). Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed placed in nylon bags. *Animal Feed Science and Technology*, 11(2), 87-101. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(84\)90014-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(84)90014-2)
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (2019). *Tablas FEDNA 2019* (4ª ed.). <https://fundacionfedna.org/ingredientes-para-piensos>
- Galli, J. R., Cangiano, C. A., & Fernández, H. H. (1996). *Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf
- García, A., & Wright, C. (2007). *Efectos del medio ambiente sobre los requerimientos nutricionales del ganado en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/19-ambiente_pastoreo.pdf
- García, G., García, L., & López, M. (2008). *Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de raigrás perenne bajo cuatro presiones de pastoreo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- 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(1), 41-46.
- Gregorini, P., Eirin, M., Wade, M. H., Refi, R., Ursino, M., Ansin, O. E., Masino, C., Agnelli, L., Wakita, K., & Gunter, S. A. (2007). The effects of a morning fasting on the evening grazing behavior and performance of strip-grazed beef heifers. *The Professional Animal Scientist*, 23(6), 642-648. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31035-4](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31035-4)
- Guillaume, B., Otterby, D. E., Linn, J. G., Stern, M. D., & Johnson, D. G. (1987). Comparison of sweet white lupin seeds with soybean meal as a protein supplement for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 70(11), 2339-2348. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80294-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80294-1)
- Haydock, K. P., & Shaw, N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15(76), 663-670. <https://doi.org/10.1071/EA9750663>
- Hodgson, J. (1981). Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*, 36(1), 49-57. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1981.tb01538.x>
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: Science into practice*. Wiley.

- Illius, A. W., & Gordon, I. J. (1990). Constraints on diet selection and foraging behaviour in mammalian herbivores. En R. N. Hughes (Ed.), *Behavioural mechanisms of food selection* (pp. 369-393). Springer.
- Instituto Nacional de Semillas & Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (2009). *Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: Anuales, bianuales y perennes: Período 2008*.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11028/1/Eval-Cult-Forrajeras-2008.pdf>
- Instituto Nacional de Semillas & Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (2010). *Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: Anuales, bianuales y perennes: Período 2009*.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11027/1/Eval-Cult-Forrajeras-2009.pdf>
- 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* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Jamieson, W. S., & Hodgson, J. (1979). The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*, 34(4), 261-271.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01478.x>
- Judd, T. G., Thomson, N. A., & Barnes, M. L. (1994). The effect of block and paddock grazing in winter on cow behavior, cow performance and herbage accumulation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 54, 91-94. <https://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1994/ab94023.pdf>
- 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(1), 91-102.
- Lange, A. (1980). *Suplementación de pasturas para la producción de carnes* (2ª ed.). AACREA.
- Leaños, L. (2008). *Influencia climática sobre la producción bovina* [Trabajo final de grado]. Universidad de Sucre.
- Leaver, J. D. (1985). Milk production from grazed temperate grasslands. *Journal of Dairy Research*, 52(2), 313-344.
- Legorburu Cuevasanta, G., & Victorica Zorrilla de San Martín, M. (2019). *Efecto de la suplementación con bloques energético-proteicos y granos de destilería sobre la performance de terneras crucea pastoreando campo natural en invierno* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.

- Luzardo, S., Montossi, F., & Lagomarsino, X. (2012). Uso de la suplementación en recrias sobre campo natural. *Revista INIA*, (28), 8-12.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4839/1/revista-INIA-28.pdf>
- Mac Loughlin, R. J. (2005). *Suplementación en bovinos: Variación en los consumos individuales*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/41-suplementacion_variacion_consumos.pdf
- Maschio, F., Soria, S., & Stáble, F. (2020). *Producción animal sobre una pastura de raigrás (Lolium multiflorum c. Bill max) pastoreada por novillos bajo diferentes ofertas de forraje* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Méndez, D., & Davies, P. (2001). El otoño y las bajas ganancias de peso. *Revista CREA*, (246), 54-59.
- Méndez, D., & Davies, P. (2004). *Herramientas para mejorar las ganancias de peso*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/39-herramientas_mejorar_ganancias_de_peso.pdf
- Mera, M. (2016). Especies de lupino y su utilización. En A. Meza & M. Mera (Eds.), *Lupino dulce y amargo: Producción en Chile* (pp. 7-26). INIA.
<https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/756c3110-4cfd-4f58-bad5-0a59d334fcae/content>
- Mieres, J., Assandri, L., & Cúneo, M. (2004). Tablas de valor nutritivo de alimentos. En J. M. Mieres (Ed.), *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 13-68). INIA.
- Moate, P. J., Dalley, D. E., Roche, J. R., & Grainger, C. (1999). Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39(8), 923-931. <https://doi.org/10.1071/EA99022>
- Montossi, F., Risso, D., & Pigurina, J. (1996). Consideraciones sobre utilización de pasturas. En D. F. Risso, E. J. Berretta, & A. Morón (Eds.), *Producción y manejo de pasturas* (pp. 93-105). INIA.
- Moore, J. E. (1994). Forage quality indices: Development and application. En G. C. Fahey (Ed.), *Forage quality, evaluation and utilization* (pp. 967-998). ASA; CSSA; SSSA.
- Morcombe, P. W., & Allen, J. G. (1993). Improving production from September-born Merino lambs with a lupin grain supplement and phomopsis-resistant lupin stubbles. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 33(6), 713-719.
<https://doi.org/10.1071/ea9930713>

- Mott, G. O. (1960). Grazing pressure and the measurement of pasture production. En C. L. Sidmore (Ed.), *Proceedings of the Eighth International Grassland Congress* (pp. 606-611). Alden Press.
- Nabinger, C., & Carvalho, P. C. F. (2009). Ecophysiology of pastoral systems: Applications for sustainability. *Agrociencia (Uruguay)*, 13(3), 18-27.
- National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle* (7th rev. ed.). National Academies Press.
- Obeidat, B. S., Kridli, R. T., Ata, M., Mahmoud, K. Z., & Bartlewski, P. M. (2021). Nutrient intake, in vivo digestibility, growth performance and carcass quality of growing lambs fed concentrate diets containing sweet lupin grain (*Lupinus angustifolius*). *Small Ruminant Research*, 204, Artículo e106510.
<https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106510>
- Owens, F. N., Secrist, D. S., Hill, W. J., & Gill, D. R. (1998). Acidosis in cattle: A review. *Journal of Animal Science*, 76(1), 275-286.
<https://doi.org/10.2527/1998.761275x>
- Pereyra, H., & Leiras, M. A. (1991). *Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/04-comportamiento_bovino_de_alimentacion_rumia_y_bebida.pdf
- Pigurina, G. (1997). Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. En M. Carámbula, D. Vaz Martins, & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva* (pp. 195-200). INIA.
- Pigurina, G., Brito, G., Pittaluga, O., Scaglia, G., Risso, D., & Berretta, E. J. (1997). Suplementación de la recría en vacunos. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna* (pp. I-V1–IV-6).
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2250/1/14432160309145515.pdf>
- Pigurina, G., & Methol, M. (2004). Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. En J. M. Mieres (Ed.), *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 1-9). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2887/1/111219240807141556.pdf>
- Poppi, D. P., Hughes, T. P., & L'Huillier, P. J. (1987). Intake of pasture by grazing ruminants. En A. Nicols (Ed.), *Feeding livestock on pasture* (pp. 55-64). New Zealand Society of Animal Production.

- Poppi, D. P., & McLennan, S. R. (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of Animal Science*, 73(1), 278-290.
<https://doi.org/10.2527/1995.731278x>
- Pordomingo, A. J. (1993). *Alimentación práctica de bovinos en pastoreo*. INTA.
- Pordomingo, A. J. (2003). *Suplementación con granos a bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf
- Provenza, F. D., Villalba, J. J., & Bryant, J. P. (2003). Foraging by herbivores: Linking the biochemical diversity of plants to herbivore culture and landscape diversity. En J. A. Bissonette & I. Storch (Eds.), *Landscape ecology and resource management: Linking theory with practice* (pp. 387-421). Island Press.
- Quintans, G. (2002). Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Seminario de Actualización Técnica sobre la Cría y Recría Ovina y Vacuna* (pp. 47-55).
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11619/1/sad288p47-55.pdf>
- Quintans, G., Vaz Martins, D., & Carriquiry, E. (1993). Efecto de la suplementación invernol sobre el comportamiento de terneras. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Campo natural: Estrategia invernol: Manejo y suplementación* (pp. 35-53).
- Rearte, D. H., & Santini, F. J. (1989). Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*, 9, 93-106.
- Reinoso Ortiz, V., & Soto Silva, C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado: II. Pastoreo rotativo y en franjas. *Veterinaria (Montevideo)*, 41(161-162), 15-24.
- Risso, D. F., Ahunchain, M., Cibils, R., & Zarza, A. (1991). Suplementación en invernadas del litoral. En E. Restaino & E. Indarte (Eds.), *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva* (pp. 51-65). INIA.
- Rohweder, D. A., Barnes, R. F., & Jorgensen, N. (1978). Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47(3), 747-759.
- Rojas, C., Catrileo, A., & Grez, T. (2011). Evaluación productiva y económica del uso de grano entero de avena (*Avena sativa* L.) y lupino australiano (*Lupinus angustifolius* L.) en raciones de engorda invernol de vaquillas. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 27(1), 41-48.
<https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/6254>
- Rosso, A. (2004). Una estrategia para pulsar el negocio: Suplementación estival. *Revista del Plan Agropecuario*, (112), 21-25.
https://planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R112/R112_21.pdf
- Rovira, J. (2008). *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Hemisferio Sur.

- Rovira, P. (2005). Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobre año sobre praderas durante la primavera. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Jornada Anual de Producción Animal: Resultados experimentales* (pp. 23-32).
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/449/1/14445180308140411.pdf>
- Rovira, P., & Velazco, J. (2012). Cuantificación de variables climáticas y de respuesta animal asociadas al estrés calórico durante el verano. En P. Rovira (Ed.), *Uso de la sombra en la recría de novillos en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay* (pp. 25-30). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7519/1/St-202-p.25-30.pdf>
- Rovira, P., Velazco, J., & Bonilla, O. (2009). Efecto de la estrategia de suplementación (Autoconsumo vs. Suplementación infrecuente) y el nivel de sal en el suplemento sobre el desempeño productivo de novillos en terminación durante el verano. En E. Deambrosi, F. Montossi, H. Saravia, P. Blanco, & W. Ayala (Eds.), *10 años de la unidad de producción arroz-ganadería* (pp. 99-105). INIA.
https://www.researchgate.net/profile/Jose-Terra/publication/264158362_Impacto_de_la_Intensidad_de_Laboreo_en_los_rendimientos_de_arroz_de_la_Unidad_de_produccion_Arroz-Ganaderia_durante_tres_zafra_2007-2008-2009/links/53d012980cf2fd75bc5c9a92/Impacto-de-la-Intensidad-de-Laboreo-en-los-rendimientos-de-arroz-de-la-Unidad-de-produccion-Arroz-Ganaderia-durante-tres-zafra-2007-2008-2009.pdf
- Rowe, J. B., Brown, G., Ralph, I. G., Ferguson, J., & Wallace, J. F. (1989). Supplementary feeding of young Merino sheep, grazing wheat stubble, with different amounts of lupin, oat and barley grain. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 29(1), 29-35. <https://doi.org/10.1071/EA9890029>
- Rowe, J. B., & Ferguson, J. (1986). Lupin grain as a supplement to sheep grazing cereal stubble. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, 16, 343-346.
- Russell, J. B., & Rychlik, J. L. (2001). Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, 292(5519), 1119-1122. <https://doi.org/10.1126/science.1058830>
- Simeone, A. (2000). Producción intensiva de carne (II). *Revista FUCREA*, (205), 16-19.
- Simeone, A., & Beretta, V. (2004). Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos: ¿Es buen negocio suplementar al ganado? En Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Eds.), *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de carne: Manejo nutricional en ganado de carne* (pp. 10-17). UPIC.
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2004.pdf>
- Simeone, A., & Beretta, V. (2021). Caracterización del grano de lupino como alimento para el ganado de carne. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *22ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Nuevos datos para una ganadería más eficiente* (pp. 28-33). UPIC.

- Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., & Baldi, F. (2003). Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. En J. L. Corbett (Ed.), *Recent advances in animal nutrition in Australia* (p. 14A). University of New England.
- Simeone, A., Beretta, V., Rowe, J., Nolan, J., & Elizalde, J. C. (2002). Getting cattle to grow faster on lush autumn pastures. *Animal Production in Australia*, 24, 213-216.
- Soca, P., González, H., & Manterola, H. (2001). Estrategia de pastoreo en vacas lecheras. *Avances en Producción Animal*, 26(1-2), 15-30.
<https://agronomia.uchile.cl/dam/jcr:c5de075a-7566-4d66-aad0-3370788c6af1/VOL.26.pdf>
- Standing Committee on Agriculture and Resource Management. (1990). *Feeding standards for Australian livestock: Ruminants*. CSIRO.
- Stockdale, C. R. (1999). Effects of cereal grain, lupins-cereal grain or hay supplements on the intake and performance of grazing dairy cows. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39(7), 811-817. <https://doi.org/10.1071/EA99073>
- Stritzler, N. P. (s.f.). *Suplementación de rodeos de cría e invernada en pastoreo en la región del caldenal*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf
- Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., Naranjo, J. F., & Cuartas, C. A. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 473-487.
- Ustarroz, E., & De León, M. (1999). *Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada*. Sitio Argentino de Producción Animal
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf
- Vaz Martins, D. (1997). Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. En D. Vaz Martins (Ed.), *Suplementación estratégica para el engorde de ganado* (pp. 17-22). INIA.
- Vérité, R., Journet, M., Fléchet, J., Lefaivre, R., Marquis, B., & Ollier, A (1970). Influence de la teneur en eau et de la déshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Annales de Zootechnie*, 19(3), 255-268.
- Vernet, E. (2016). *Manual de consulta agropecuario*. Vernet.
- Villalba, J. J., & Provenza, F. D. (1997). Preference for flavored wheat straw by lambs conditioned with intraruminal infusions of acetate and propionate. *Journal of Animal Science*, 75(11), 2905-2914. <https://doi.org/10.2527/1997.75112905x>
- Wales, W. J., Doyle, P. T., & Dellow, D. W. (1998). Dry matter intake and nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(5), 451-460.

- Zabalveytia, N., Simeone, A., Beretta, V., Burjel, V., Pancini, S., Calone, D., & Martínez, J. P. (2024). ¿Cuánto pasto producen nuestros pastos?: Una nueva etapa en la cuantificación de la producción de forraje del proyecto “Cuatro Estaciones en la UPIC”, con énfasis en la recría. En A. Simeone y V. Beretta (Ed.), *25ª Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: UPIC: 25 jornadas de propuestas tecnológicas: Para una ganadería más rentable* (pp. 63-71). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2024.pdf>
- Zanoniani, R. A., Ducamp, F., & Bruni, M. A. (2003). *Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/66-verdeos.pdf

7. ANEXOS

Anexo A

Contrastes ortogonales de Proteína Cruda en muestras de hand clipping

Parámetro	Estimador	Error estándar	Valor t	Pr > t
Supl vs testigo	-2.34333333	1.00762372	-2.33	0.0806
Diario vs AC	1.56666667	1.16350365	1.35	0.2494