

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**SUPLEMENTACIÓN CON GRANO DE ARROZ CON CÁSCARA EN
RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO A TERNEROS PASTOREANDO RAIGRÁS:
EFECTO SOBRE EL CONSUMO, LA SELECCIÓN, Y EL
COMPORTAMIENTO**

por

Maicol Jonatan RODRÍGUEZ VENTURELLI
Emiliano Ezequiel VIDAL MAZZA

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

PAYSANDÚ
URUGUAY
2025

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia

“Creative Commons Reconocimiento – **No Comercial** – **Sin Obra Derivada**”.



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra.) Virginia Beretta

Tribunal:

Ing. Agr. (Dr.) Alvaro Simeone

Ing. Agr. (Dra.) Stefanía Pancini

DMV (Mag.) Juan Franco

Fecha:

3 de febrero de 2026

Estudiante:

Maicol Jonatan Rodríguez Venturelli

Emiliano Ezequiel Vidal Mazza

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y amigos por el apoyo recibido durante toda la carrera.

A los tutores de tesis Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone, por el apoyo que recibimos, el aprendizaje que nos brindaron y la orientación para realizar este trabajo.

Al personal de campo de la EEMAC por la colaboración en el manejo de los animales y materiales de trabajo, a la Ing. Agr. Natalia Zabalveytia por su continua disposición.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	7
RESUMEN.....	8
SUMMARY	9
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivos específicos.....	12
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 La problemática de la recría en sistemas ganaderos	13
2.2 Utilización de los verdeos de invierno.....	13
2.2.1 Calidad y valor nutricional de los verdeos	14
2.2.2 Producción de forraje y performance animal.....	15
2.2.3 Limitantes de los verdeos	16
2.3 Consumo en pastoreo y comportamiento ingestivo	17
2.4 Suplementación.....	18
2.4.1 Suplementación en autoconsumo	19
2.4.2 Respuesta a la suplementación	20
2.5 El grano de arroz con cáscara como suplemento energético.....	21
2.5.1 Composición química y características nutricionales del GACC.....	21
2.5.2 Antecedentes del uso de GACC en la alimentación animal.....	24
2.6 Hipótesis	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Localización	26
3.2 Suelo.....	26
3.3 Pastura y suplemento.....	26
3.3.1 Pastura	26
3.3.2 Suplemento.....	26

3.4 Animales y tratamientos	27
3.5 Procedimiento experimental	28
3.5.1 Manejo del pastoreo	28
3.5.2 Manejo de la suplementación.....	28
3.6 Registro, mediciones y muestreos.....	29
3.6.1 Determinaciones en la pastura.....	29
3.6.2 Determinaciones realizadas en el animal	30
3.7 Variables calculadas.....	30
3.8 Clima.....	31
3.9 Análisis químicos.....	31
3.10 Análisis estadístico	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1 Características de la pastura	34
4.2 Calidad de la pastura.....	37
4.3 Consumo de forraje y suplemento	40
4.4 Comportamiento animal	44
4.5 Discusión general.....	48
5. CONCLUSIÓN	50
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
7. ANEXOS.....	63

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla n.

Tabla 1 <i>Composición química del forraje de avena y raigrás en distintas épocas del año</i>	15
Tabla 2 <i>Composición química del grano de arroz con cáscara</i>	22
Tabla 3 <i>Composición química del GACC (grano de arroz con cáscara)</i>	27
Tabla 4 <i>Precipitaciones mensuales y temperaturas medias del período experimental comparadas con el promedio histórico (1991–2020)</i>	31
Tabla 5 <i>Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre biomasa, altura, restos secos y utilización</i>	34
Tabla 6 <i>Efecto de tratamientos y períodos sobre la composición química y nutricional del forraje ofrecido</i>	38
Tabla 7 <i>Concentración de proteína cruda en el forraje ofrecido y consumido</i>	40
Tabla 8 <i>Efecto de la suplementación y método de suministro sobre consumo de forraje, suplemento y total</i>	40
Tabla 9 <i>Impacto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo de los animales</i>	44

Figura n.

Figura 1 <i>Morfología del grano de arroz</i>	21
Figura 2 <i>Evolución semanal de la biomasa y altura de forraje disponible pre pastoreo por tratamiento</i>	36
Figura 3 <i>Evolución semanal de la biomasa y altura de forraje post pastoreo por tratamiento</i>	37
Figura 4 <i>Proporción del consumo de forraje y suplemento en kg/animal.día</i>	42
Figura 5 <i>Evolución diaria del consumo de suplemento en suplementación diaria y autoconsumo</i>	43
Figura 6 <i>Probabilidad de ocurrencia de la actividad de pastoreo, rumia, descanso y acceso al comedero</i>	45
Figura 7 <i>Probabilidad de ocurrencia de pastoreo, rumia, descanso y acceso al comedero por tratamiento</i>	46
Figura 8 <i>Números de bocados por minuto, durante los días de semana por tratamiento</i>	46
Figura 9 <i>Números de bocados por minuto, durante los días de semana</i>	47
Figura 10 <i>Tasa de defoliación promedio de la pastura en la semana de ocupación</i>	47

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con grano de arroz con cáscara (GACC) y su método de suministro sobre el consumo y el comportamiento de terneros Hereford con una edad de 9 meses y un peso de 170 kg $\pm$ 20 kg pastoreando raigrás. El experimento fue realizado en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) de la EEMAC, Paysandú, Uruguay, utilizando 36 terneros distribuidos en tres tratamientos: sin suplementación (Testigo), suplementación diaria a razón de 1,0% del peso vivo (SD) y suplementación en autoconsumo *ad libitum* (AC) y todos con una asignación de forraje del 2,5 % del PV. El uso de suplemento redujo significativamente el consumo de forraje un 18,5% comparando suplementados vs testigo ($P < 0,05$), siendo esta caída mayor en AC (33,34%). Con respecto a la selección de forraje, los animales suplementados *ad libitum* lograron consumir forraje con mayor contenido de proteína cruda que el originalmente ofrecido. En cuanto al comportamiento animal, el testigo presentó mayor probabilidad de pastoreo (50% $P < 0,01$) respecto a los demás tratamientos. Dentro de estos últimos, los animales en SD pastorearon más tiempo que los AC (35% $P < 0,01$). No se observaron diferencias significativas en la actividad de rumia entre formas de suministro, aunque en los suplementados el tiempo fue mayor que en el testigo. La biomasa remanente fue 56,8% mayor en los tratamientos suplementados, lo que indica una menor utilización del forraje. Esta diferencia fue especialmente marcada en AC, donde se estimó una utilización del 38,3%. En comparación, el tratamiento SD presentó una utilización del 52,1%, mientras que el tratamiento testigo alcanzó el 62,9%. En conclusión, la suplementación con GACC, en especial bajo la modalidad *ad libitum*, redujo el consumo de forraje, y el tiempo de pastoreo, además de aumentar la selectividad sobre la pastura. Esto se tradujo en un mayor consumo de suplemento, una mayor sustitución de forraje, y menor eficiencia en la utilización del mismo.

Palabras clave: suplementación, grano de arroz con cáscara, comedero de autoconsumo

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation with whole rice grain with husk (WRGH) and its method of delivery on intake and behavior of Hereford calves aged 9 months and weighing $170 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$ grazing ryegrass. The experiment was conducted at the Intensive Beef Production Unit (UPIC) of EEMAC in Paysandú, Uruguay, using 36 calves allocated to three treatments: no supplementation (Control), daily supplementation at 1.0% of body weight (DS), and ad libitum self-feeding supplementation (SF), all with a forage allowance of 2.5% of body weight. Supplement use significantly reduced forage intake by 18.5% when comparing supplemented animals with the control ($P < 0.05$), with a greater reduction observed in SF (33.34%). Regarding forage selection, calves supplemented ad libitum consumed forage with a higher crude protein content than that originally offered. In terms of animal behavior, the control group showed a higher probability of grazing (50%, $P < 0.01$) compared with the other treatments. Among supplemented animals, those in DS spent more time grazing than SF (35%, $P < 0.01$). No significant differences were observed in rumination activity between supplementation methods, although rumination time was greater in supplemented animals than in the control. Residual biomass was 56.8% higher in supplemented treatments, indicating lower forage utilization. This difference was especially marked in SF, where forage utilization was estimated at 38.3%. In comparison, the DS treatment showed a utilization of 52.1%, while the control reached 62.9%. In conclusion, supplementation with WRGH particularly under ad libitum conditions reduced forage intake and grazing time, while increasing pasture selectivity. This resulted in greater supplement intake, higher forage substitution, and lower efficiency of forage utilization.

Keywords: supplementation, rice grain with husk, self-feeding trough

1. INTRODUCCIÓN

Según el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, s.f.), los periodos más críticos en la recría de terneros son el primer y segundo invierno de vida, dado que las condiciones climáticas y la disponibilidad y calidad de las pasturas del campo natural pueden tener efectos difíciles de revertir. Quintans y Pigurina (1994, como se cita en Esteves Núñez et al., 2013), reportan que, durante el invierno, las categorías de animales que pastorean en campos naturales pueden perder hasta el 20% de su peso vivo.

Las pasturas de invierno se caracterizan por aportar grandes cantidades de forraje en otoño e invierno, momentos en los que el limitado crecimiento de las pasturas naturales y las bajas temperaturas reducen la oferta de forraje (Zanoniani & Noëll, 2002). La implantación de un verdeo de invierno, como raigrás o avena, permite disponer de forraje en cantidad y calidad (Altuve et al., 2004; Borrajo et al., 2011).

Sin embargo, estos verdeos presentan una baja relación energía/proteína en los primeros pastoreos, junto con un contenido muy reducido de materia seca, lo que puede disminuir el consumo total de materia seca (Vaz Martins & Messa, 2007). Este efecto puede corregirse mediante el uso de suplementos energéticos, que permiten balancear la relación energía/proteína y estimulan el consumo de materia seca total. El incremento en el consumo de materia seca se debe tanto a la sustitución parcial del forraje por el suplemento como a un efecto aditivo de este último. Además, la suplementación puede modificar el comportamiento animal, reduciendo el tiempo de pastoreo e incrementando las actividades de rumia y descanso.

Entre los suplementos energéticos más utilizados en la alimentación del ganado se encuentran el grano de maíz y sorgo. Sin embargo, en situaciones de precios desfavorables o en situaciones climáticas adversas para la industria arroceras, ha surgido interés en evaluar la viabilidad del grano de arroz con cáscara (GACC) como alternativa de suplementación del ganado bovino. La información disponible sobre su uso en este contexto es limitada, dado que su principal destino es el consumo humano.

El GACC se caracteriza por un bajo contenido de proteína cruda (Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement [INRAE] et al., s.f.) y, a diferencia del sorgo y el maíz, presenta un elevado contenido de fibra detergente neutra (FDN), asociado a la cáscara (De Blas et al., 2019; Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal [FEDNA], s.f.b). En esquemas de suplementación, el

consumo como el comportamiento animal varían según la modalidad de suministro (Canén Caubarrere et al., 2016).

Felix Alfonso et al. (2023) evaluaron el GACC como sustituto del grano de sorgo en raciones de recría para vacunos en confinamiento. Concluyeron que esta sustitución no alteró la FDN en la dieta, manteniendo el mismo consumo en ambos tratamientos. Sin embargo, la inclusión de cáscara de arroz incrementó casi un 30% el contenido de cenizas, un 12% el de FDA y redujo en 20% los carbohidratos no fibrosos. El extracto etéreo aumentó un 36%, sin afectar los valores de energía bruta de las raciones. Estos cambios químicos podrían explicar la disminución de la digestibilidad aparente in vivo con mayor participación de GACC, debido a la baja calidad de la cáscara. No se observaron diferencias significativas en la ganancia media diaria de peso vivo ni en la eficiencia de conversión.

Según Rovira y Velazco (2012), la tecnología de suplementación en autoconsumo se basa en permitir que los animales accedan libremente a un comedero especialmente diseñado para ofrecer alimento según su demanda. Su principal ventaja radica en la eficiencia operativa, ya que elimina la necesidad de suplementar manualmente a diario, reduciendo tiempo y mano de obra. Quintans et al. (2013), señalan que el sistema de autoconsumo reduce la ingesta de forraje, incrementa el consumo de suplemento y prolonga el tiempo de descanso.

Las interacciones entre planta, animal y suplemento podrían verse afectadas por las características del verdeo de invierno como por la naturaleza del suplemento utilizado (Mieres, 1997). En los verdeos, la alta calidad proteica y el bajo contenido de materia seca generan desbalances en la relación energía/proteína disponible en el rumen, condiciona tanto el comportamiento ingestivo como la eficiencia de utilización (Elizalde, 2003).

La suplementación energética reduce la presión de pastoreo sobre el verdeo, favoreciendo la persistencia y tasa de rebrote, especialmente en periodos de limitado crecimiento (Mieres, 1997). La respuesta depende del tipo de suplemento: el GACC puede limitar la tasa de pasaje y la digestibilidad debido a su elevado contenido de FDN y su menor aporte de carbohidratos no fibrosos, afectando el llenado ruminal y reduciendo el consumo total de materia seca (Kendall et al., 2009). Cambios en la palatabilidad y en la velocidad de consumo también podrían modificar el patrón de uso del pasto, alterando el equilibrio entre consumo de forraje y suplemento (Tedeschi et al., 2019).

La modalidad de suministro con acceso permanente al suplemento suele incrementar su ingesta y disminuir el tiempo de pastoreo, lo que incide directamente en la interacción planta–animal, reduciendo la presión sobre el verdeo y ajustando el comportamiento ingestivo y de descanso (Canén Caubarrere et al., 2016). En consecuencia, las respuestas productivas y la eficiencia del sistema dependen de la interacción simultánea entre la calidad del forraje, las características fisicoquímicas del suplemento y la forma en que éste es ofrecido (Canén Caubarrere et al., 2016).

1.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación con grano de arroz con cáscara (GACC) y su método de suministro (diariamente o en autoconsumo) sobre el consumo de alimento y comportamiento en terneros pastoreando raigrás diploide con oferta de forraje restringida.

1.2 Objetivos específicos

- Estimar el consumo de forraje y suplemento.
- Caracterizar el patrón diario de consumo forraje y suplemento durante la permanencia en la parcela de pastoreo.
- Caracterizar el comportamiento ingestivo asociado a la suplementación y método de suministro del GACC en pastoreo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 La problemática de la recría en sistemas ganaderos

La recría se define como la fase de desarrollo del animal que abarca desde el destete hasta el período de entore en hembras o su ingreso a la invernada en machos. En esta etapa, el animal muestra una eficiencia óptima en la conversión de alimento en tejido muscular, beneficiándose aún más cuando se le proporciona forraje de mayor calidad (Brito et al., 2005).

Según INIA (s.f.) el primer objetivo es lograr ganancias de peso que no sean inferiores a los 150-200 gramos por día durante el período invernal. Esto se busca a partir de destetes de 140-150 kg a los 6 meses de edad, con el propósito de asegurar una buena recuperación en la primavera. Los periodos más críticos en la recría son el primer y segundo invierno, dado que las condiciones climáticas y la disponibilidad y calidad de las pasturas del campo natural pueden tener efectos difíciles de revertir. Estos factores impactan significativamente en el comportamiento reproductivo y productivo de los animales a lo largo de toda su vida.

Durante el invierno, las categorías de animales que pastorean en campos naturales pueden experimentar una pérdida de peso que puede llegar hasta los 20% de su peso vivo (Quintans & Pigurina, 1994, como se cita en Esteves Núñez et al., 2013).

2.2 Utilización de los verdeos de invierno

Los verdeos de invierno son gramíneas anuales las cuales presentan muy buena producción de forraje y de buena calidad en un intervalo corto de tiempo.

Se caracterizan por aportar grandes cantidades de forraje en otoño e invierno, donde el limitado crecimiento de las pasturas y las bajas temperaturas determinan una baja oferta de forraje en las pasturas naturales (Zanoniani & Noëll, 2002).

Dada las bajas temperaturas y la ocurrencia de heladas, la utilización de verdeos de invierno constituye una de las principales herramientas para enfrentar la baja oferta de forraje entre mayo y septiembre (Carámbula, 1977).

Según Beretta et al. (2018), los verdeos cumplen un rol muy importante como componentes de las rotaciones forrajeras en los sistemas intensivos de recría y engorde con base pastoril, reduciendo el tiempo en el cual el suelo permanece desnudo, disminuyendo el riesgo de erosión, haciendo que el sistema sea más sustentable.

Según Rovira (1973), los más utilizados son la avena y el raigrás. La producción de forraje desde mediados de otoño hasta primavera varía entre 5000 y 7000 kg de MS/ha, con una digestibilidad de 75% aproximadamente.

2.2.1 Calidad y valor nutricional de los verdeos

La calidad de los forrajes empleados en nuestros sistemas de producción se encuentra influida por diversos factores, tales como la especie, el potencial genético, el estado de madurez, las técnicas de cultivo, las condiciones ambientales y el manejo correspondiente (Zanoniani et al., 2003).

La ganancia de peso resultará de la interacción entre el consumo realizado por el animal, la digestibilidad y la eficiencia de conversión de los nutrientes absorbidos (Raymond, 1969). Coleman y Moore (2003) añaden que la definición de este valor también dependerá de la composición de proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales presentes en el alimento, así como la disponibilidad de nutrientes y energía.

Se observa una notable variabilidad entre estaciones para los diferentes estimadores del valor nutricional, a la cual se suma la variación intrínseca dentro de cada estación del año (Banchero et al., 2011). En el tabla 1 (próxima hoja) se presenta información nutricional para avena y raigrás para las tres estaciones de otoño, invierno y primavera.

La calidad también presenta fluctuaciones significativas a lo largo del día, atribuibles a la pérdida de humedad y al aumento de la concentración de fotoasimilados (Delagarde et al., 2000).

Zanoniani et al. (2003) sostienen que el desarrollo del cultivo ejerce un impacto significativo en la composición química y los componentes del valor nutritivo. A medida que avanza el estado de madurez, se observa un aumento en el rendimiento, aunque este incremento se acompaña de una disminución en la digestibilidad y el consumo. Además, se evidencian variaciones sustanciales en la composición química, así como en los componentes de rendimiento hojas y tallos.

Se destaca que el contenido de fibra y lignina experimenta un incremento conforme se requiere una mayor cantidad de estructuras de sostén para el cultivo. Por otro lado, los carbohidratos solubles muestran un comportamiento diferente, incrementando a medida que avanza la estación de crecimiento y cuando llegan a su máximo, disminuye.

Tabla 1*Composición química del forraje de avena y raigrás en distintas épocas del año*

Avena		Otoño	Invierno	Primavera
Materia Seca (%)	Promedio	14,2	19,2	34,6
	Máximo	15	27,2	50,2
	Mínimo	13,4	14,8	18,6
Proteína cruda (%)	Promedio	16,3	17,8	13,7
	Máximo	28,3	30,8	25,1
	Mínimo	8,25	6,9	7,1
Energía metabolizable (MCal/kg de MS)	Promedio	2,51	2,58	2,37
	Máximo	2,89	2,91	2,82
	Mínimo	2	1,87	2,18
Raigrás				
Materia seca (%)	Promedio	20,5	15	
	Máximo	22	16	
	Mínimo	19	14	
Proteína cruda (%)	Promedio	18,1	26,1	16,8
	Máximo	19,2	38,9	25,7
	Mínimo	16,5	15,5	8,47
Energía metabolizable (MCal/kg de MS)	Promedio	2,63	2,78	2,91
	Máximo	2,71	3,37	3,23
	Mínimo	2,51	1,83	2,35

Nota. Elaborado a partir de Mieres (2004, como se cita en Banchemo et al., 2011).

2.2.2 Producción de forraje y performance animal

Para mejorar la oferta de pasto en otoño-invierno, lo más recomendable es la implantación de un verdeo de invierno como puede ser raigrás o avena, ambos brindan forraje en cantidad y calidad (Borrajo et al., 2011).

Según Rovira et al. (2014), el pastoreo de raigrás como puente verde, con terneros y corderos es una opción muy rentable y diversificadora en sistemas ganaderos-agrícolas. Se obtiene una alta producción de kg de carne por superficie en un corto periodo de tiempo.

El raigrás es una gramínea muy rústica, tiene buen comportamiento sanitario y con gran resistencia al pastoreo, además presenta buena producción de forraje y de calidad, y un rebrote rápido (Perrachón, 2010, como se cita en Maschio Molinari et al., 2020).

Según ensayos en Argentina la curva de producción de raigrás sembrado en distintos ambientes dio como resultado una producción promedio en otoño de 1301 kg/MS/ha, en invierno de 3301 kg/MS/ha y en primavera de 3745 kg/MS/ha. El total de la producción fue 7526 kg/MS/ha (Méndez et al., 2016).

Borrajó et al. (2011) evaluaron las ganancias diarias de terneras de recría bajo tres niveles diferente de carga animal 3, 4,2 y 5,5 animales por hectárea, equivalente a 556, 705 y 935 kg PV/ha, respectivamente. Las ganancias diarias por animal fueron de 0,928, 0,877 y 0,791 kg. A pesar de la disminución en la ganancia individual con el aumento de la carga, la producción total de carne por hectárea aumentó, alcanzando 285, 374 y 440 kg/ha respectivamente.

Según Zabalveytia et al. (2021), estudios realizados en el invierno 2020 donde se analizó la performance de terneras de 190 kg pastoreando raigrás con asignación de forraje de 5% (5 kg de MS/ 100 kg de PV), presentaron una ganancia promedio de 0,500 kg/día. Cuando se analizó la performance en raigrás Bill Max, con asignación de forraje más restringida (2,5%) obtuvieron ganancias promedio de 0,450 kg/día, la misma es superior a la registrada a nivel nacional en la UPIC que es de 0,250 kg/día.

Los mismos autores estudiaron la performance de novillos de 250 kg pastoreando raigrás Bill Max al 2,5% de asignación de forraje durante 126 días, los resultados arrojaron ganancias diarias mayores a 1 kg/día.

2.2.3 Limitantes de los verdeos

Según Flores y Bendersky (2010), los verdeos de invierno tienen limitaciones como ganancias de peso más bajas de lo esperado en el primer pastoreo y una producción de forraje variable. Las características nutricionales problemáticas incluyen alto contenido de agua, alta concentración de proteína bruta en forma soluble, y bajo contenido de carbohidratos solubles. Estos afectan la digestión y fisiología, repercutiendo en la eficiencia de uso del N y síntesis de proteína microbiana,

reduciendo el consumo de materia seca resultando en una menor ganancia de peso y posibles síntomas como diarrea en los animales (Vaz Martins & Messa, 2007). Simeone et al. (2008) afirma que existen antecedentes que el desequilibrio en la relación energía/proteína en el rumen podría ser causante principal de la baja performance animal. Se especula que la escasez de carbohidratos fácilmente fermentables en los verdeos, en comparación con su alto contenido de proteína cruda de alta degradabilidad, resulta en un uso ineficiente de esta última. Esto lleva a una menor síntesis de proteína microbiana y un aumento en el costo energético de mantenimiento.

2.3 Consumo en pastoreo y comportamiento ingestivo

La capacidad de consumo está influenciada por la edad del animal; los adultos tienden a consumir más alimento por unidad de peso vivo que los animales jóvenes (National Research Council [NRC], 1996). Además, el porcentaje de grasa corporal también parece afectar al consumo. A medida que el animal crece, el tejido adiposo ejerce cierto efecto de retroalimentación en el control de la ingesta (NRC, 1987, como se cita en NRC, 1996).

Según Waldo (1986), la productividad de un animal con una dieta específica depende en un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir.

La cantidad de materia seca y nutrientes que puede consumir un bovino a pastoreo está influenciado por diversos factores, entre los cuales se incluyen la disponibilidad, la digestibilidad, la distribución y el contenido de materia seca (Lanuza, 1984).

Los animales generalmente siguen un patrón de pastoreo que incluye entre tres y cinco períodos de actividad a lo largo del día, registrándose picos principales al amanecer y al atardecer. El pico vespertino suele ser más prolongado e intenso. Habitualmente, a cada período de pastoreo le sigue uno de rumia, siendo esta última actividad más frecuente durante la noche (Chilibroste, 2002).

Existe una relación curvilínea entre la disponibilidad de forraje, el consumo y el comportamiento animal: a medida que aumenta la disponibilidad, también lo hacen estos parámetros, aunque con incrementos cada vez menores hasta alcanzar un máximo. Este punto óptimo suele observarse cuando la disponibilidad de forraje es entre tres y cuatro veces el volumen efectivamente consumido, siendo esta relación menos marcada cuando se trata de forraje verde (Hodgson, 1984).

La disponibilidad de forraje influye directamente en el comportamiento animal, tanto de forma cuantitativa —al afectar el volumen de consumo— como cualitativa, al

determinar el grado de selectividad con que los animales pueden componer su dieta (Millot et al., 1987). De acuerdo con estos autores, los rumiantes tienden a seleccionar hojas en lugar de tallos, y prefieren material verde frente al seco. Su elección dietética se orienta hacia componentes con mayor contenido de energía, fósforo y nitrógeno, y menor proporción de fibra (Millot et al., 1987).

La selectividad está directamente relacionada con la disponibilidad de forraje e inversamente con la presión de pastoreo (Lombardo, 2012). A mayor presión de pastoreo, disminuyen tanto el consumo como la calidad de la dieta, debido a una limitación en la capacidad de selección (Carámbula, 1996).

Cuando la disponibilidad de forraje es baja, la cantidad ingerida por bocado se reduce. Aunque los animales tienden a aumentar el tiempo dedicado al pastoreo, este incremento puede no ser suficiente para mantener el consumo necesario, lo que finalmente puede llevar al cese del pastoreo (Carámbula, 1996).

Hodgson et al. (1977), observó que el consumo de novillos en una pastura de raigrás perenne se veía afectado negativamente cuando la cantidad cortada al ras del suelo caía por debajo de los 2000 kg de materia seca por hectárea.

La ingesta de forraje con un alto contenido de agua conduce a una reducción en la digestibilidad, ya que el alimento atraviesa el rumen hacia el intestino a un ritmo acelerado (Merchen, 1993). El contenido de agua de un raigrás oscila entre 70 a 85% de agua (FEDNA, s.f.a).

El consumo voluntario de materia seca muestra una correlación positiva significativa ($r= 0.89$) con el contenido de materia seca del forraje (John & Ulyatt, 1987), pasturas con un bajo contenido de materia seca disminuyen el consumo de forraje a una tasa de un kilogramo de materia seca por cada reducción del 4% en el contenido de materia seca por debajo del 18% (Vérité & Journet, 1970).

2.4 Suplementación

Según Pigurina (1991), el término suplementación implica proporcionar alimentos extra a los animales en pastoreo cuando la disponibilidad es baja o la dieta no está equilibrada. Los objetivos principales de su implementación son: aumentar el nivel de producción individual, optimizar la eficiencia en la utilización del alimento base, incrementar la capacidad de carga del sistema, prevenir enfermedades nutricionales y convertir residuos de cosecha en productos animales (Pasinato & Sevilla, 2002).

Estos mismos autores describen los dos factores básicos a considerar en su aplicación son: los requerimientos de los animales y las características nutricionales de la dieta.

Los requerimientos de los animales varían según su edad, y dentro de su misma edad, dichos requerimientos también varían según su nivel productivo. Por consiguiente, las estrategias de suplementación deben adaptarse a las particularidades de los animales en cuestión, incluso si consumen la misma dieta base. El segundo aspecto a considerar son las características nutricionales de la dieta base. La estrategia de suplementación variará en función de las características de la pastura, las cuales pueden cambiar según la época del año en que se aplique la suplementación.

Determinado los requerimientos de los animales y las características de la dieta base, podemos elegir el suplemento más adecuado para suministrar. Estos suplementos pueden clasificarse en categorías tales como voluminosos, proteicos y energéticos.

2.4.1 Suplementación en autoconsumo

Según Rovira y Velazco (2012) la tecnología de suplementación en autoconsumo se basa en permitir que los animales accedan libremente a un comedero especialmente diseñado para proporcionar alimento según su demanda. La principal ventaja de esta tecnología es su eficiencia operativa al eliminar la necesidad de suplementar manualmente cada día, lo que ahorra tiempo y mano de obra. Según Beretta y Simeone (2013), el cambio a comederos de autoconsumo en lugar del suministro diario de suplementos no impacta en el rendimiento individual ni en la eficiencia de conversión del grano.

Una desventaja con respecto a la suplementación diaria es que incrementa el consumo por encima del 2,6% sin un limitador de consumo, y hasta 1,5% con este control. Además, este exceso de consumo puede dar lugar a la aparición de acidosis (Rovira & Velazco, 2012). Por otro lado, el agregado de sal en una proporción del 10% del concentrado es efectiva para regular el consumo, manteniendo el consumo de concentrado en un rango entre el 1,2%-1,3% del peso vivo (Beretta & Simeone, 2013).

Una medida para prevenir la acidosis es añadir fibra corta al suplemento, como la cáscara de arroz (Rovira & Echeverría, 2014). Se recomienda agregarla en un rango del 4 al 8% (Rovira & Velazco, 2012), lo que garantiza un ambiente ruminal estable, incluso en condiciones de alta ingesta, especialmente cuando no se utiliza un limitador de consumo. Además, esta práctica ayuda a evitar los efectos adversos de un exceso de sal en el animal (Rovira & Echeverría, 2014), que incluyen un aumento en los requerimientos energéticos de mantenimiento debido al metabolismo y excreción de la sal (Rovira & Velazco, 2012).

2.4.2 Respuesta a la suplementación

Según Simeone y Beretta (2005) la respuesta a la suplementación se refiere a la diferencia en el aumento de peso entre los animales que recibieron suplementos y aquellos que no los recibieron, pero que fueron alimentados con la misma cantidad de forraje asignado.

De acuerdo con Baldi et al. (2010), la respuesta a la suplementación depende de la pastura, el suplemento, el animal y el manejo realizado. En la pastura, la oferta de forraje tiene gran importancia en el momento de determinar la respuesta a la suplementación. A mayor oferta de forraje, la respuesta disminuye debido a una mayor tasa de sustitución del forraje por el concentrado. Pasa lo mismo si el forraje presenta alta calidad, una solución es restringir la cantidad de forraje ofrecida de manera de disminuir la tasa de sustitución y lograr una buena respuesta al uso de suplementos.

La suplementación también tiene un impacto considerable en los parámetros de la pastura, resultando en un aumento notable tanto en la cantidad de forraje disponible como en la altura del remanente. Esto sugiere un efecto de sustitución del forraje por el suplemento, como se señala en un estudio de Lagomarsino y Montossi (2017). Además, otros efectos que podrían manifestarse son la adición pura y la combinación de adición con sustitución (Flores & Bendersky, 2010).

Según Kellaway y Porta (1993, como se cita en Bargo et al., 2002), la tasa de sustitución se define como la disminución en el consumo de forraje que ocurre al aumentar el consumo de suplemento. Este fenómeno puede variar según factores como la calidad y la digestibilidad de la pastura, el nivel de suplementación y otros aspectos propios del animal.

La adición ocurre cuando el consumo de suplemento se añade o suma al consumo actual del animal. Este fenómeno se presenta en situaciones donde la cantidad de nutrientes provenientes de la pastura es limitada, ya sea debido a su escasez, limitado acceso, baja digestibilidad, falta de apetencia, entre otros factores.

La combinación de adición y sustitución ocurre cuando se unen los efectos previamente mencionados, siendo esta la situación más común. En este escenario, se observa tanto una sustitución de forraje por suplemento como una mejora en el performance animal (Lange, 1980, como se cita en Álvarez Thevenet et al., 2020).

Según Vaz Martins (1997), la calidad de la pastura desempeña un papel crucial en la respuesta a la suplementación. En pasturas de alta calidad, las ganancias aumentan hasta niveles de suplementación del 0,5% del peso vivo y se mantienen prácticamente

constantes al incrementar el consumo de grano al 1%, debido al efecto de sustitución (Vaz Martins, 1997). Por otro lado, este mismo autor indica que la respuesta en pasturas de baja calidad muestra adición en todos sus niveles, y que la tasa de sustitución varía según la calidad del forraje, siendo su efecto más notable con el aumento en la digestibilidad. Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad oscilan entre 0,5 y 1 kg de forraje por cada kg de suplemento consumido (Tayler & Wilkinson, 1972).

2.5 El grano de arroz con cáscara como suplemento energético

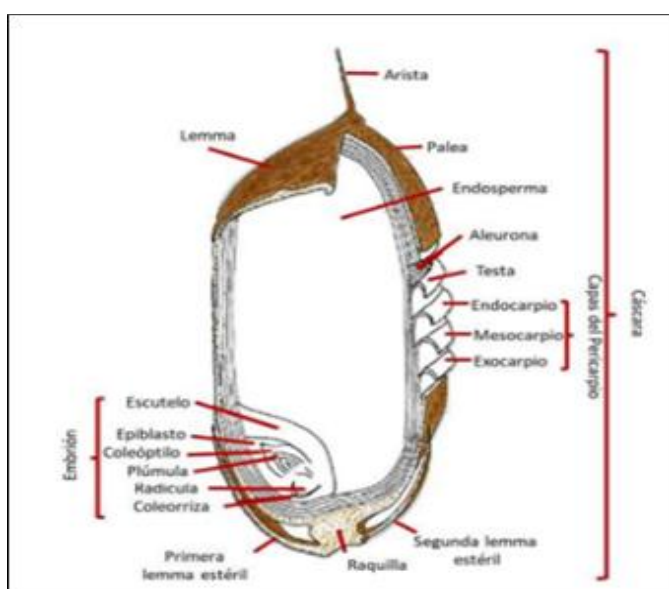
2.5.1 Composición química y características nutricionales del GACC

Según Juliano (1992), el grano de arroz es una estructura compleja (Figura 1) formada por una capa protectora exterior llamada cáscara (lemma y la palea) y la cariopsis. Siguiendo en línea con dicho autor, el arroz integral está compuesto de una capa exterior (pericarpio) que cubre la semilla, además contiene el nucellus que cubre el embrión y el endospermo. Según el autor, el endospermo está constituido por una capa ubicada bajo la aleurona (subaleurona) y el almidón o endosperma interno, y el embrión está formado por el escutelo, la plúmula, la radícula y el epiblasto.

Además de estas estructuras, existen otras que están asociadas al grano como son las lemmas estériles, ubicadas en la base del grano y la raquilla situada en el extremo opuesto de la arista que constituye una prolongación de la lemma (Juliano, 1992).

Figura 1

Morfología del grano de arroz



Nota. Tomado de Juliano (1992).

La cáscara constituye en promedio el 20 % del peso del grano (16-28%). Los componentes del arroz integral (sin cáscara) en % según su peso, el pericarpio (1 y 2%), la aleurona, nucelo y cubierta de la semilla entre (4 y 6 %), el embrión (1 %), escutelo (2 %) y el endosperma representa el 90% y 91% (Juliano, 1992).

Juliano (1992) indica que la aleurona puede estar formada por una a cinco capas, siendo más gruesa en la periferia del grano que en su parte ventral, además según tamaño de los granos, los cortos más que los largos. La aleurona y las células del embrión son valiosas en contenido de proteínas, fitatos y lípidos. Dicho autor también señala que las células del endosperma son cubiertas por una membrana delgada que contiene los amiloplastos, estructuras donde se alojan los gránulos de almidón. La capa de células ubicada bajo la aleurona (subaleurona) es rica en proteínas y lípidos, y contiene amiloplastos y gránulos de almidón más pequeños que las células del interior del endosperma (Juliano, 1992). Finalmente, los gránulos de almidón tienen una forma de poliedro de un tamaño de entre 3 y 9 μm , mientras que las proteínas, principalmente redondas, alcanzan dimensiones que varían entre 0,5 y 4,0 μm , siendo las proteínas de la subaleurona las de menor tamaño (Juliano, 1992).

Comparando el grano de arroz con cáscara vs el grano de arroz sin cáscara, hay resultados donde el arroz con cáscara presenta menor energía y menor contenido de proteína cruda, debido a un efecto dilución por un mayor contenido de fibra cruda (Paredes et al., 2021).

En la tabla 2 se presenta información detallada sobre la composición química y evaluación nutricional del GACC de las tablas desarrolladas por (INRAE et al., s.f.).

Tabla 2

Composición química del grano de arroz con cáscara

Arroz Paddy		
Parámetro	En base seca	Unidad
Materia Seca	88	%
Proteína Cruda	8,5	%
Fibra Cruda	11	%
NDF (Fibra detergente neutra)	26,4	%
ADF (Fibra detergente ácida)	13,5	%

Arroz Paddy		
Parámetro	En base seca	Unidad
Paredes celulares insolubles en agua	25,5	%
Almidón	64,3	%
Almidón método enzimático	62,7	%
Azúcares totales	1,2	%
Energía Bruta (kcal)	4240	kcal / kg
PDIA INRAE 2018 (PNDR)	20	g / kg
PDI INRAE 2018 (PM)	66	g / kg
PDR INRAE	46	g / kg
Unidad de llenado para rumiantes	0,313	por kg
Energía metabolizable para rumiantes (kcal)	2400	kcal / kg
Energía neta para producción de carne (kcal)	1430	kcal / kg
Digestibilidad de la MO en rumiantes	70,4	%
Digestibilidad energética en rumiantes	66,8	%
Degradabilidad de N en rumiantes	69	%
Degradabilidad del almidón en rumiantes	68	%
Degradabilidad de la MS en rumiantes INRAE 2018	57	%
Ácidos grasos totales	2,2	%
Digestibilidad NDF	57	%
Digestibilidad Ácidos grasos totales	69,8	%

Nota. Adaptado de INRAE et al. (s.f.).

2.5.2 Antecedentes del uso de GACC en la alimentación animal

Weaver y Moffett (1937) evaluaron la palatabilidad y el valor alimenticio del grano de arroz con cáscara molida, comparándolo con el grano de maíz en una ración de engorde para novillos. Aunque el consumo de GACC fue mayor que el de maíz, la ganancia de peso de los animales alimentados con maíz fue de 0,95 Kg/d y los alimentados con GACC 0,81 Kg/d siendo un 15% superior la ganancia diaria del maíz. Los novillos alimentados con GACC presentaron una peor eficiencia de conversión alimenticia esta fue 8,5:1 para el maíz y 10:1 para el GACC, haciendo que este último necesite un 23% más de ración por kilogramo de peso ganado. El valor del GACC molido fue estimado en un 76% del valor del maíz.

Carrau de Loy et al. (2023), evaluaron la suplementación con GACC frente a la suplementación con sorgo en novillos pastoreando sobre raigrás. Concluyeron que la ganancia media diaria fue significativamente mayor con sorgo (312 g/d) en comparación con GACC (266 g/d). Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el peso final de los animales entre ambos tratamientos, con los animales suplementados con sorgo alcanzado 175 kg y los suplementados con GACC alcanzando 169 kg.

En el mismo año, Felix Alfonso et al. (2023) evaluaron el GACC como sustituto del grano de sorgo en raciones de recría para vacunos en confinamiento. Concluyeron que esta sustitución no alteró la FDN en la dieta, manteniendo el mismo consumo en ambos tratamientos. Sin embargo, la inclusión del GACC incrementó en casi 30% el contenido de cenizas, 12% el de FDA y redujo en 20% los CHO no fibrosos. El extracto etéreo aumentó un 36%, sin impactar los valores de EB de las RTMs. Estos cambios químicos podrían explicar la disminución de la digestibilidad aparente in vivo con mayor participación de GACC, debido a la baja calidad de la cáscara de arroz. No se observaron cambios significativos en la GMD de peso vivo ni en la EC para el GACC.

En conclusión, aunque existen algunos antecedentes sobre el uso del GACC como suplemento para ganado vacuno, los estudios disponibles son limitados, dado que el grano de arroz tiene como principal destino el consumo humano, a diferencia de granos tradicionales como el maíz y el sorgo.

2.6 Hipótesis

La suplementación con GACC disminuye el consumo de forraje respecto al testigo sin suplementación, pero incrementa el consumo total de materia seca. Sin embargo, esta

respuesta variara dependiendo del método de suministro del suplemento, esperándose menor CMSF y mayor CMST para el método de AC respecto a la oferta diaria.

Estos cambios serían el resultado de cambios en el consumo total de nutrientes, en la sustitución o adición de forraje con el suplemento y en el comportamiento ingestivo del animal. Las modificaciones en el comportamiento ingestivo pueden afectar la estabilidad del consumo diario, las características de la dieta consumida y su utilización por parte del animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El experimento tuvo lugar en la Unidad de Producción Intensiva de Carne de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (EEMAC, Facultad de Agronomía) desde el 3 de julio hasta el 18 de septiembre de 2023. Dicha unidad se ubica en el kilómetro 363 de la Ruta Nacional N°3, en el departamento de Paysandú.

3.2 Suelo

El experimento se llevó a cabo en el potrero 2 de la UPIC. Los suelos del área se encuentran sobre la formación Fray Bentos, unidad San Manuel, donde predominan los suelos Brunosoles eutricos típicos (háplicos). Asociados a Brunosoles eutricos lúvicos y Solonetz solodizado melánicos según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976).

3.3 Pastura y suplemento

3.3.1 Pastura

La pastura utilizada para llevar a cabo el experimento fue un Raigrás (*Lolium multiflorum*) cultivar Jack (diploide italiano) de la empresa Gentos. Esta pastura se sembró el 22 de abril de 2023 con una densidad de siembra de 25 Kg/ha. En cuanto al manejo, se llevó a cabo una fertilización inicial con 100 kg/ha de (18-46-0) y se realizó una re fertilización luego del primer pastoreo. Para el control de malezas se aplicó glifosato y 2,4D amina.

3.3.2 Suplemento

El suplemento utilizado fue grano de arroz con cáscara quebrado suministrado por la ACA (Asociación Cultivadores de Arroz). En la tabla 3 se presenta la composición química y nutricional del suplemento.

Tabla 3*Composición química del GACC (grano de arroz con cáscara)*

MS%	C%	CI%	PC%	aFDNmo%	FDAmo%	EE%	EB Mcal/KgMS
89,67	6,37	5,11	8,19	27,77	13,50	0,70	4,25

Nota. Los resultados están expresados en base seca. MS: materia seca, C: cenizas, CI: cenizas insolubles, PC: proteína cruda, aFDNmo: fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas, FDAmo: fibra detergente ácido corregida por cenizas, EE: extracto al éter, EB: energía bruta.

3.4 Animales y tratamientos

Se utilizaron 36 terneros Hereford provenientes del rodeo experimental de la EEMAC. Estos animales nacieron en la primavera de 2022 y presentaban un peso promedio al inicio del experimento de $175 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$. Fueron bloqueados por peso vivo al inicio del periodo pre experimental (livianos, medios y pesados), para posteriormente ser sorteados dentro de bloque a uno de los tres tratamientos a evaluar:

- 1) Pastoreo de raigrás sin suplementación (testigo).
- 2) Pastoreo de raigrás más suplementación diaria con GACC quebrado a razón de 1 kg de MS/100 kg de peso vivo (SD)
- 3) Pastoreo de raigrás más suplementación con GACC quebrado en comederos de autoconsumo con oferta de grano *ad libitum* (AC)

Cada tratamiento presentó tres repeticiones ($n=3$), donde cada repetición incluía 4 terneros pastoreando una parcela independiente, un total de 9 parcelas. Se manejaron los tres tratamientos con una asignación de forraje del 2,5% del peso vivo. La suplementación diaria se realizó, por las mañanas en comederos ubicados en la parcela de pastoreo, cada parcela de dicho tratamiento tenía un comedero de un 1 m de largo por 0,68 m de ancho. En el tratamiento AC el nivel de suplementación fue *ad libitum*, ofrecido el GACC en comederos de autoconsumo los cuales eran recargados cada 7 días.

3.5 Procedimiento experimental

El periodo experimental fue precedido por una fase pre experimental de 16 días, desde el 21 de junio hasta el 6 de julio. Durante este periodo, el suplemento a suministrar se incorporó gradualmente en la dieta de los animales. Durante los primeros 7 días los 36 animales permanecieron encerrados en un piquete y se les suministró 7,5 kg/cab de henilaje (esta cantidad constante durante los 7 días). En el caso del GACC, se proporcionó 0,50 kg/cab en el primer día, aumentando en 0,20 kg/cab el segundo día, y desde el tercer día hasta el quinto, se incrementó 0,50 kg/cab. En los días 6 y 7 se le suministró 2,25 kg/cab de GACC.

Posteriormente, tras esta semana inicial, se dividieron en 3 parcelas, manteniendo separados los 3 tratamientos, pero no se realizaron subdivisiones para las 3 repeticiones. El tratamiento 1 pasó a consumir exclusivamente raigrás Jack. Los tratamientos SD y AC recibieron una suplementación al 1% del peso vivo durante los primeros 10 días. Transcurrido ese periodo, la suplementación en el tratamiento AC se ofreció paulatinamente *ad libitum*.

3.5.1 Manejo del pastoreo

El pastoreo se manejó mediante franjas semanales, donde los animales ingresaban a las parcelas los jueves por la tarde de cada semana. Cada parcela tuvo un ancho constante de 28 metros, ajustándose la longitud según la asignación de forraje, el peso vivo de los animales en cada parcela (corregidos cada 14 días), y la disponibilidad de materia seca de raigrás. Posteriormente se llevó a cabo un segundo pastoreo en las parcelas. El agua se encontraba fuera de las parcelas y cada mañana se sacaban los animales de una parcela a la vez para proporcionarles agua.

3.5.2 Manejo de la suplementación

La suplementación de los animales del tratamiento SD se realizó diariamente en comederos ubicados dentro de cada parcela asignada al tratamiento, a razón del 1% del peso vivo (PV) de cada animal. El suplemento era pesado y distribuido cada mañana en horas tempranas. En caso de observarse rechazo, este se recolectaba y pesaba, sin ser reincorporado al comedero.

En el tratamiento AC, el procedimiento fue similar en cuanto al manejo y monitoreo, pero la suplementación se implementó de forma semanal. A cada parcela se le ofrecía una cantidad de suplemento equivalente al 2% de su PV, multiplicado por siete, correspondiente al total semanal. Esta cantidad se entregaba en una única

distribución, con un control diario para asegurar su disponibilidad continua y evitar faltantes. Al finalizar la semana, el suplemento rechazado en cada parcela se recolectaba y secaba en estufa para determinar su contenido de materia seca.

3.6 Registro, mediciones y muestreos

3.6.1 Determinaciones en la pastura

Cada semana, se llevó a cabo la medición de la altura y biomasa de forraje en la etapa previa al pastoreo, con el fin de realizar ajustes en la oferta de forraje. Estas mediciones se realizaron utilizando la técnica de doble muestreo (Haydock & Shaw, 1975).

Se establecieron visualmente tres escalas de altura y densidad del forraje (alta, media y baja), identificadas por apreciación visual. Semanalmente, se recolectaron dos muestras de cada escala. En el proceso de muestreo, se utilizó un cuadro de 30x30 cm para medir la altura de la pastura en cinco puntos a lo largo de la diagonal. Se registró el punto de contacto más elevado, y sobre las muestras de las escalas, se registró por apreciación visual la proporción de restos secos y suelo desnudo. Las muestras fueron cortadas al nivel del suelo, pesadas en fresco y posteriormente secadas en estufas durante 48 horas hasta alcanzar un peso seco constante. El mismo procedimiento fue realizado para la medición del forraje residual una vez que los animales se cambiaban a una nueva franja.

A partir de los pesos fresco y seco, se determinó la cantidad de kilogramos de materia seca (MS) por hectárea para cada escala, así como el porcentaje de MS en la pastura. Cada parcela fue muestreada en 30 puntos, asignándole el valor correspondiente a la escala. La biomasa total por hectárea (kg MS/ha) se determinó considerando la frecuencia de muestreo y la disponibilidad de MS para cada escala.

Se calculó la utilización de forraje (UF) semanalmente mediante la fórmula $UF (\%) = \frac{\text{Biomasa de Forraje desaparecida}}{\text{Biomasa ofrecida}} \times 100$, y el consumo de materia seca de forraje se estimó utilizando el método agronómico (forraje desaparecido) como $CMS (\text{kg}/100 \text{ kg peso vivo}) = OF \times UF$. En las semanas pares, se recolectó una muestra del forraje consumido en cada parcela de pastoreo utilizando la técnica de *hand-clipping* (Coates & Penning, 2000). Para ello, se tomó una muestra en un área adyacente a cada parcela, simulando el remanente dejado en la franja de pastoreo.

Durante las semanas 5 y 9, se llevó a cabo un monitoreo diario de la altura del forraje en la pastura, realizado cada 24 horas a efectos de la caracterización del patrón de defoliación de la pastura. Este seguimiento se efectuó registrando la altura en 30

puntos de la parcela, utilizando una regla en el punto de contacto con el forraje más alto, sin estirar la hoja.

3.6.2 Determinaciones realizadas en el animal

3.6.2.1 Consumo de suplemento

El consumo de suplemento en el tratamiento SD se estimó diariamente calculando la diferencia entre la MS ofrecida y residual. En el tratamiento AC, el comedero fue recargado junto con el cambio de franja con una cantidad equivalente a 10 días, y se verificó diariamente la disponibilidad *ad libitum*. El consumo se registró cada 7 días junto con el cambio de franja, calculando la diferencia entre la cantidad de GACC colocada en el comedero durante la semana y el remanente. Cada 7 días se tomó una muestra de suplemento para determinar el contenido de MS y ajuste de la cantidad ofrecida. Se siguió el mismo procedimiento con los rechazos, tomando una muestra por parcela. Todas las muestras fueron conservadas para llevar a cabo análisis químicos.

En las semanas 5 y 9 durante 7 días, se llevó a cabo un pesaje diario del residuo en el comedero de autoconsumo durante un lapso de 7 días, con el fin de determinar el consumo diario en el AC, a partir de la diferencia de peso en cada 24 horas.

3.6.2.2 Comportamiento animal

En las semanas 5 y 9, se llevó a cabo la observación directa del comportamiento ingestivo, en dos animales por parcela. El registro se llevó a cabo desde la salida del sol hasta la puesta del sol, con intervalos de 10 minutos, detallando la actividad realizada por cada animal. Este proceso se repitió los días 2, 4 y 6 de cada semana seleccionada. Para cada animal observado, se registraron las siguientes actividades: pastoreo efectivo, descanso, rumia, acceso al comedero y tasa de boca.

La tasa de bocado se evaluó en los mismos animales en la primera sesión de pastoreo de la mañana y a la tarde. Se registró el número de bocados de prehensión realizados en un minuto. En los tratamientos suplementados, se registraron tanto el momento de la visita al comedero como el tiempo de permanencia.

3.7 Variables calculadas

Con base en los registros y mediciones efectuados, se derivaron nuevas variables que incluyeron el consumo de MS, nutrientes y selección, la tasa de sustitución, el patrón de defoliación y el comportamiento ingestivo.

3.8 Clima

En la tabla 4 se presentan los datos de precipitaciones mensuales y temperatura media en el periodo experimental, comparados con el promedio histórico en el departamento de Paysandú.

Tabla 4

Precipitaciones mensuales y temperaturas medias del período experimental comparadas con el promedio histórico (1991–2020)

	<i>Julio</i>	<i>Agosto</i>	<i>Septiembre</i>
<i>Temperatura media (C°)</i>	12,7	13,8	14,6
<i>Temperatura media histórica (C°)</i>	11,9	13,8	15,4
<i>Precipitaciones (mm)</i>	91,2	20,6	73,2
<i>Precipitaciones medias histórica (mm)</i>	55	75	79

Nota. Elaborado a partir de Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC, 2023) y el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET, s.f.).

Las temperaturas medias durante el experimento fueron 0,8 ° C superiores en el mes de julio, sin variaciones en agosto, mientras que en septiembre estuvieron 0,8° C inferiores, en comparación a las históricas.

Por otro lado, las precipitaciones mostraron diferencias con respecto a las históricas. En julio, hubo un aumento 65,8% en comparación con el promedio histórico; en agosto, en cambio, las precipitaciones disminuyeron un 72,5% respecto a dicho promedio. En septiembre, las precipitaciones fueron similares a las históricas.

3.9 Análisis químicos

Para los análisis químicos se tomaron muestras semanales del material ofrecido y rechazado de suplemento de GACC y de las pasturas, los mismos fueron analizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía. Se determinaron los contenidos de materia MS (Latimer, 2012; método 934.01), cenizas (Latimer, 2012; método 942.02), PC (Latimer, 2012; método 984.13), FDA (Van Soest, 1982), FDN (Van Soest, 1982), sobre muestras compuestas del alimento ofrecido, residual de cada

tratamiento y muestras obtenidas mediante la técnica de *hand-clipping*. Sobre esta última se determinó la composición química del forraje consumido

3.10 Análisis estadístico

El experimento fue realizado siguiendo un diseño de bloques al azar, donde se consideró a la parcela de pastoreo como unidad experimental. Se empleó un modelo general que incorporó los efectos de la media general, el bloque y el 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_{ijklm} : variable de respuesta CMSF, CMSS,

μ : media poblacional

γ_i : es el efecto del i-ésimo bloque de peso vivo (livianos, medios y pesados)

α_j es el efecto de la j-ésimo tratamiento (testigo, SD, AC)

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 9, 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 bebedero y comedero de suplementación durante el período de observación.

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

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 contraste 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 Características de la pastura

En la tabla 5 se presenta el efecto de tratamiento, la semana de medición y la interacción entre ambos sobre la disponibilidad, la altura y el contenido de restos secos de la pastura pre y post pastoreo, así como la utilización de forraje.

Tabla 5

Efecto de la suplementación y método de suministro sobre biomasa, altura, restos secos y utilización

	Tratamientos			P-Valor					
	Testigo	SD	AC	EE	T	S	T×S	Supl vs Testigo	SD vs AC
Biomasa entrada (kg/ha)	2933,2	2906,8	3198,4	67,4	ns	**	**	ns	*
Altura Biomasa Entrada (cm)	26,8	26,9	28,8	0,65	ns	**	ns	ns	ns
% RS forraje ofrecido	9,40	9,59	9,93	0,29	ns	**	ns	ns	ns
Biomasa remanente (kg/ha)	1021,1	1306,7	1895,6	65,8	**	**	**	**	**
Altura remanente (cm)	7,3	9,3	12,5	0,36	**	**	**	**	**
% RS forraje remanente	15,40	16,16	20,08	0,62	ns	**	**	*	**
Utilización del forraje (%)	62,9	52,1	38,3	2,64	**	**	ns	**	*

Nota. RS: Restos secos. Significancia de los efectos: **P<0,01; * P<0,05; ns P>0,05. EE: error estándar. T: tratamiento, S: semana, TxS: interacción tratamiento por semana SD: suplementación diaria, AC: autoconsumo.

La disponibilidad de forraje ofrecido y la altura durante el período experimental no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. Como se observa en la Figura

2 la biomasa, presentó una interacción significativa entre tratamiento y semana ($T \times S$, $P < 0,05$), mientras que, para el contenido de restos secos, la semana tuvo un efecto significativo independiente del tratamiento ($P < 0,05$).

Inicialmente, no se observaron diferencias significativas, pero las variaciones en la altura y la biomasa remanente entre los tratamientos influyeron en el rebrote y en la biomasa de entrada durante el segundo pastoreo. En total, se realizaron dos pastoreos.

Para la variable biomasa de entrada observan diferencias significativas entre las semanas ($P < 0,05$). Según Zanoniani et al. (2003), a medida que avanza el estado de madurez de una pastura, se observa un aumento en el rendimiento, una disminución en la digestibilidad y el consumo.

Se observaron diferencias significativas en el remanente entre tratamientos, semanas e interacción $T \times S$. Al comparar el tratamiento testigo con los suplementados, la suplementación resultó en un incremento significativo de 56,8% en la biomasa remanente ($P < 0,05$) y del 49,3 % en altura del remanente ($P < 0,001$).

Asimismo, al comparar los tratamientos AC vs SD, hubo una superioridad del tratamiento de AC del 45,1 % en biomasa remanente ($P < 0,05$) y 33,6 % en altura del remanente ($P < 0,05$).

Según Simeone y Beretta (2005), suplementar genera un impacto en la cantidad de forraje remanente y la altura del mismo, según Lagomarsino y Montossi (2017), puede existir efecto de sustitución.

Como se muestra en la (Figura 3), los tratamientos suplementados presentaron alturas de remanentes mayores. Consideramos que al proporcionarle un concentrado energético satisfacen más rápidamente parte de sus requerimientos nutricionales, por lo que reduce su necesidad de consumir pasto. Esa menor presión le permitirá dedicar menos esfuerzo a pastorear activamente y ser más selectivos. En el caso del testigo las variaciones son menores. La evolución semanal en la biomasa remanente para los tres tratamientos va en aumento hasta la semana 7, a partir de acá disminuye para luego aumentar registrando los valores máximos en la semana 10. Según Zanoniani et al. (2003), se genera una disminución en el consumo de los animales debido al avance en la madurez fisiológica del raigrás, disminuye la digestibilidad y calidad del forraje afectando la utilización. En cuanto al crecimiento de la pastura no fue una limitante. Según Zanoniani et al. (2003), la altura de remanente al retirar el ganado no debe ser inferior a 5 cm para obtener una aceptable área foliar remanente y no afectar el próximo rebrote. En el contenido de restos secos, del forraje remanente se

evidenciaron diferencias significativas entre semana ($P<0,05$) y la interacción tratamiento por semana ($P<0,05$), la comparación entre suplementado y testigo ($P<0,05$), así como entre suplementación diaria y el autoconsumo ($P<0,05$).

La utilización del forraje se vio afectada por el tratamiento, siendo este efecto independiente de la semana de pastoreo. Los animales que recibieron suplementación mostraron una reducción del 18% en la utilización de forraje con respecto a los testigos. Además, los animales suplementados mediante autoconsumo presentaron una reducción del 14% en la utilización de forraje en comparación con aquellos suplementados diariamente. Este resultado se debe a la ausencia de un regulador de consumo, lo que intensifica el efecto de sustitución. Según Henderson Machiavello et al. (2015), las terneras suplementadas mediante autoconsumo sin regulador de consumo lograron una utilización del forraje del 28 %.

Figura 2

Evolución semanal de la biomasa y altura de forraje disponible pre pastoreo por tratamiento

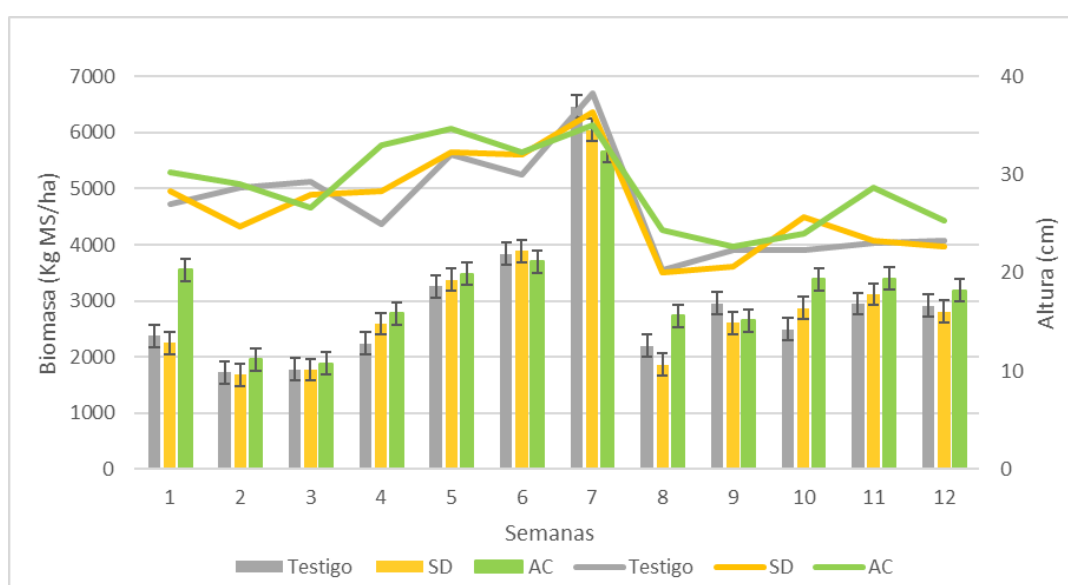
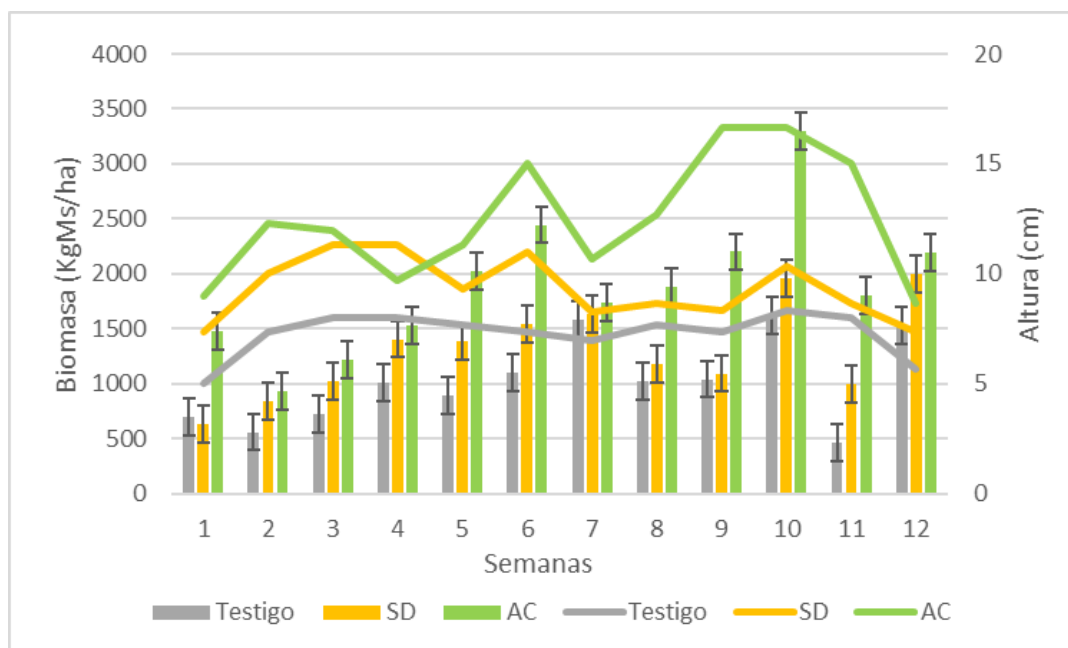


Figura 3

Evolución semanal de la biomasa y altura de forraje post pastoreo por tratamiento



El porcentaje de restos secos presentó diferencias entre las semanas, mayores en el remanente respecto al ofrecido. Las semanas 6 y 7 registraron los valores más altos en el caso del remanente, puede ser explicado por el estado de madurez más avanzado del raigrás. A partir de la semana 8 el porcentaje de restos secos disminuye un 31% comparado a la semana 7, asociado a que los animales vuelven a pastorear a la parcela inicial del experimento. En el ofrecido la semana 6 presentó mayor porcentaje de restos secos dado el estado de madurez de la pastura. Para ambas variables el descenso de % de restos secos además se explica por una mayor producción de forraje por el aumento de la temperatura dada la estación de primavera (véase el Anexo A). Según Lemaire y Agnusdei (2000), cuando las temperaturas van en aumento, se obtiene un balance positivo entre crecimiento y senescencia. La longitud final de la hoja aumenta con incrementos en la temperatura durante primavera, lo cual explicaría en parte la mayor relación verde/seco encontrada en dicha estación.

4.2 Calidad de la pastura

En la tabla 6 se presenta la composición química y nutricional del forraje ofrecido, detallada para los diferentes periodos: semana 1 a 4 (primer periodo), semana 4 a 8 (segundo periodo) y semana 8 a 12 (tercer periodo). Aunque no se observaron diferencias significativas en la composición química promedio del forraje ofrecido entre los tratamientos durante el periodo experimental, sí se encontraron diferencias

significativas en todas las variables analizadas entre los distintos periodos de muestreo.

Tabla 6

Efecto de tratamientos y periodos sobre la composición química y nutricional del forraje ofrecido

	Tratamientos				P-Valor		
	Testigo	SD	AC	EE	T	P	T×P
%C	13,37	13,28	13,24	0,06	ns	**	ns
%PC	12,59	12,67	13,13	0,13	ns	**	ns
%FDN	48,49	48,52	49,15	0,21	ns	*	ns
%FDA	22,84	22,93	23,03	0,15	ns	**	*
%DMS	71,10	71,06	70,96	0,11	ns	**	*
EM Mcal/kg MS	2,57	2,56	2,56	0,004	ns	**	*

Nota. Todos los valores son expresados en base seca. Tratamientos (T), periodos (P), cenizas (C), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), digestibilidad de la materia seca (DMS), energía metabolizable (EM). EM: Energía Metabolizable, (Di Marco, 2011). $EM(Mcal/kg) = 3.044 - (0.0312 \times \%FDA)$.

Según Di Marco (2011) el principal parámetro que define la calidad del forraje es la digestibilidad de la materia seca. En este estudio la media entre los tres tratamientos fue de 71,04, este valor se encuentra dentro del rango reportado por Byrne et al. (2018), el cual es de 70,2% a 82,7%. Tal como se muestra en el Anexo B, la DMS en el último periodo fue significativamente mayor, lo cual podría atribuirse al rebrote del forraje debido al segundo pastoreo y a la fertilización. Esta observación coincide con lo reportado por Acosta et al. (1998).

El valor de proteína cruda fue 12,8%. No concuerda con lo registrado por Mieres et al. (2004), donde presentó 26% de PC. Según Pigurina y Methol (2004) el valor promedio de proteína cruda para raigrás es de 14,7%. Según Ford et al. (1979), Henry et al. (2000), Martínez et al. (2007) y Kaur et al. (2011), un valor menor se debe al aumento del estado de madurez del cultivo. Para Zanoniani et al. (2003), a medida que avanza el estado fenológico del cultivo genera que haya una disminución del contenido proteico, esto se puede observar en el Anexo C, donde desde el primer tercio del experimento hasta el tercer tercio hay un descenso del contenido de proteína cruda para los 3 tratamientos.

La FDN presentó un resultado promedio de 48,72%. Resultado menor a lo estudiado por Aganga et al. (2004), determinó la FDN para raigrás anual en diferentes estadios de crecimiento, a los 60 días post-siembra la misma es de 51-53% y a los 116 días 59-61%.

El % de FDA promedio entre los tres tratamientos fue de 22,93%. Un valor menor que el reportado por Villalobos y Sánchez (2010), que es de 25,5%. Resultado acorde según lo evaluado por Altuve et al. (2004) y Acland Benítez et al. (2023), donde presentó contenidos de entre 22%, 25% y 29%, respectivamente.

Como se observa en el anexo C, el contenido de fibra detergente ácida (FDA) del raigrás fue menor en el tercer tercio con respecto al primero y segundo. Este comportamiento concuerda con lo reportado por Khorasani et al. (1997) y Rosser et al. (2013), quienes concluyen que, a medida que avanza el estado de madurez en un cultivo de avena, el contenido de fibra se incrementa hasta el inicio de la formación del grano. Posteriormente, en las etapas fenológicas siguientes, la fibra tiende a disminuir, como resultado del llenado del grano y la consecuente acumulación de almidón. Una posible explicación, según Cherney y Marten (1982), es que en toda la planta ocurre una dilución de la fibra a partir del estadio de grano lechoso.

Por otro lado, la energía metabolizable (EM) no presentó diferencias significativas entre los tres tratamientos evaluados. Tal como se muestra en el anexo D el valor promedio registrado fue de 2,56 Mcal/kg MS, el cual resulta inferior al informado por Mieres et al. (2004), quienes obtuvieron un valor promedio de 2,78 Mcal/kg MS.

En la tabla 7 se muestra la comparación entre el porcentaje de proteína presente en el forraje ofrecido y el consumido. Los tratamientos testigo y diario no mostraron diferencias significativas entre el nivel de proteína cruda ofrecida y la consumida. Sin embargo, en el tratamiento de autoconsumo, los animales lograron consumir forraje con un contenido de proteína superior al originalmente ofrecido, con un nivel de confianza del 95%. Estos resultados coinciden con los observados por Godoy de León y Chicco (1991), quienes encontraron que los animales suplementados consumieron forraje con un porcentaje de proteína más alto que el ofrecido.

Tabla 7*Concentración de proteína cruda en el forraje ofrecido y consumido*

Tratamientos	% PC de forraje ofrecido	Límites de confianza 95%	% PC de forraje consumido	Límites de confianza 95%
Testigo	12,59	12,96-13,51	11,96	10,66 - 13,25
SD	12,67	12,29-13,04	13,50	12,21 - 14,79
AC	13,13	12,76-13,51	15,33	14,03 - 16,62

4.3 Consumo de forraje y suplemento

En la tabla 8 se detalla el consumo promedio diario de forraje (CMSF) y suplemento (CMSS) en el periodo experimental por parte de los animales, expresados en porcentaje de peso vivo y en kg de materia seca por animal, además del consumo total (CMST).

Tabla 8

Efecto de la suplementación y método de suministro sobre consumo de forraje, suplemento y total expresado en kgMS/día y % peso vivo

	Tratamientos			P-Valor					
	Testigo	SD	AC	EE	T	S	T*S	Supl vs Testigo	SD vs AC
CMSF kg	2,76	2,70	1,80	0,14	*	**	*	*	*
CMSS kg	-	2,11	3,58	0,04	**	**	**	---	---
CMST kg	2,77	4,80	5,38	0,14	*	**	**	*	*
CMSF %PV	1,57	1,30	0,96	0,07	**	**	*	**	*
CMSS %PV	-	1,00	1,87	0,05	*	**	**	--	--
CMST %PV	1,57	2,30	2,82	0,05	**	**	**	**	**

Nota. Significancia de los efectos: **P<0,01; * P<0,05; ns P>0,05. EE: error estándar.

T: tratamiento, S: semana, TxS: interacción tratamiento por semana. Consumo de

materia seca del forraje (CMSF), consumo de materia seca del suplemento (CMSS), consumo de materia seca total (CMST).

El consumo de materia seca del forraje expresado en kg/animal/día, se vio influenciado por la suplementación, la modalidad de suministro junto con la cantidad y la interacción entre ambos. La suplementación redujo el consumo de forraje un 18,5%; mientras que, entre los suplementados, el suministro en AC redujo 33,25% el CMSF respecto al suministro diario ($P < 0,05$).

El consumo de materia seca del suplemento, expresado en kilogramos, presentó diferencias significativas según la modalidad de suministro y la cantidad, las semanas y la interacción entre ambas. El tratamiento con autoconsumo (AC) mostró un 70% más de consumo en comparación con la suplementación diaria (SD) ($P < 0,01$). En la Figura 4 se observa una diferencia de 1,5 kg más por animal/día a favor del autoconsumo.

El consumo total de materia seca (CMST), también en kilogramos, evidenció diferencias significativas tanto por tratamiento ($P < 0,05$), por semana como por la interacción tratamiento $\times$ semana ($P < 0,01$). Al comparar animales suplementados vs testigo, se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$), con un incremento del 84% en el total de kg consumidos, atribuible principalmente al consumo de GACC. A su vez, los animales suplementados *ad libitum* consumieron un 12% más de materia seca total en comparación con aquellos SD.

Cuando se expresa el CMST como porcentaje del peso vivo (%PV), los animales en el tratamiento AC alcanzaron un consumo del 2,82%, mientras que los del grupo SD llegaron al 2,30%. Esta diferencia se debe a la no inclusión de un regulador de consumo en el tratamiento AC. En este sentido, Rovira y Velazco (2012) reportan que la suplementación con autoconsumo sin regulador permite un consumo equivalente al 2,5% del peso vivo.

Los resultados del consumo de materia seca del forraje (%PV) concuerdan con lo informado por Simeone y Beretta (2005), quienes observaron que novillos pastoreando verdeos durante otoño-invierno registraron un mayor consumo de materia seca de forraje (2,49 kg MS/100 kg PV) en comparación con animales suplementados. Asimismo, estos autores, encontraron que, al suplementar con grano de sorgo, se incrementa el consumo de materia seca total, pero disminuye el consumo de materia seca de forraje, en comparación con animales mantenidos exclusivamente a pastoreo.

En el presente estudio, se confirma un mayor consumo de materia seca total en el tratamiento con autoconsumo, explicado en un 66,5% por el suplemento. Sin embargo,

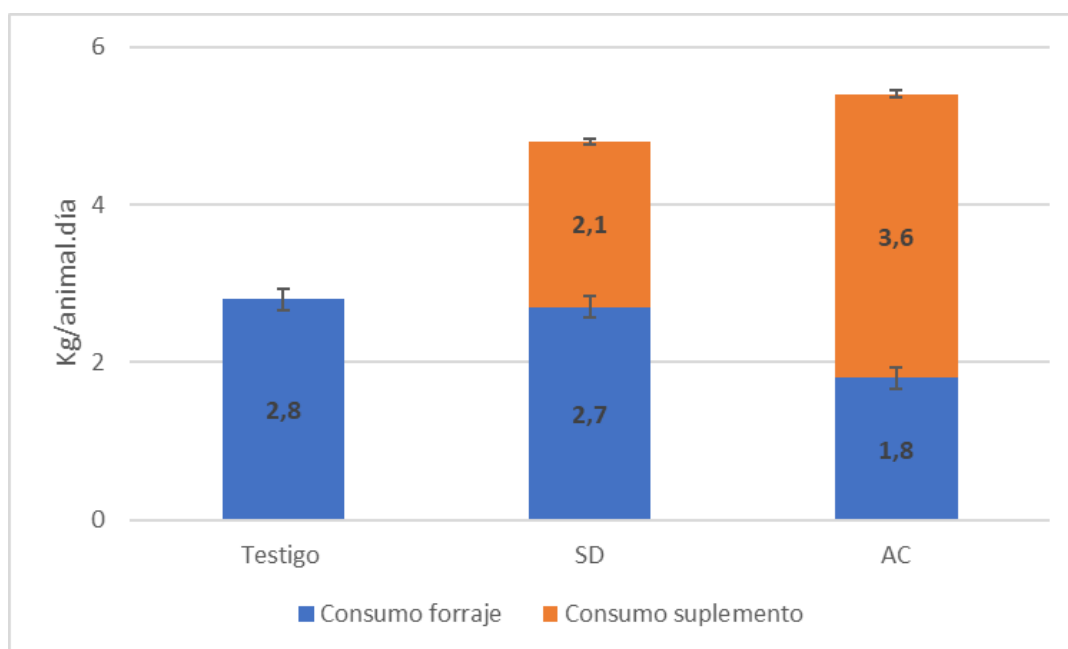
en este grupo se registró un menor consumo de forraje, evidenciando un efecto de sustitución, el cual no se observa con la suplementación diaria.

El consumo de forraje y suplemento en kg/animal/día. Los tratamientos con suplementación alcanzaron un consumo promedio de 5,1 kg/animal/día, frente a los 2,8 kg/animal/día registrados en el tratamiento testigo, lo que representa una diferencia del 45,1% a favor de los animales suplementados (Figura 4).

Asimismo, al comparar la suplementación diaria con el autoconsumo, se encontró diferencia significativa entre ambos tratamientos, con un 10,45% de mayor consumo en el tratamiento con autoconsumo. Otro aspecto relevante fue que la tasa de sustitución en este tratamiento, dado que un mayor suministro de concentrado reduce el consumo de forraje (Vaz Martins, 1997).

Figura 4

Proporción del consumo de forraje y suplemento en kg/animal.día

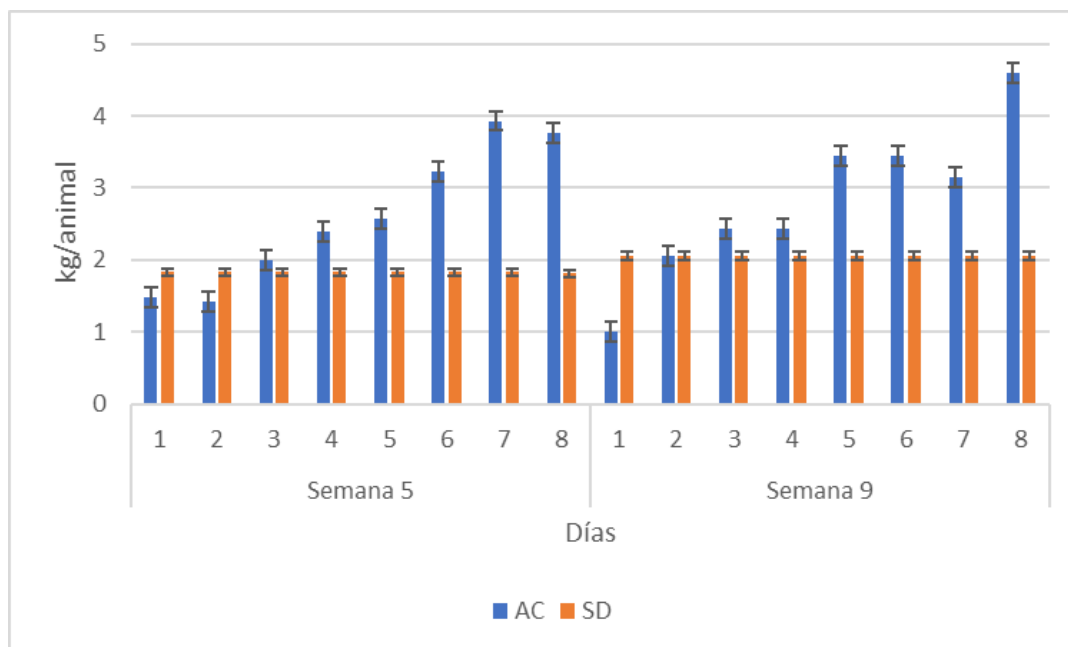


La Figura 5 muestra cómo, a lo largo de la semana el consumo de GACC en el tratamiento AC incrementó progresivamente. En tanto, la Figura 3 revela que este tratamiento deja un mayor forraje remanente, lo cual se traduce en una acumulación de restos secos. Esto reduce la digestibilidad del forraje y provoca un endurecimiento de este, situación coherente con lo planteado por Burns et al. (1997), quienes afirman que el aumento en la madurez del forraje reduce su consumo, debido al mayor tiempo de retención ruminal de la materia seca y la disminución de la tasa de pasaje.

En la Figura 5 se observa la evolución diaria del consumo de suplemento, diferenciado suplementación diaria y autoconsumo, en el correr de las semanas 5 y 9 del periodo experimental, expresado en kg/animal/día.

Figura 5

Evolución diaria del consumo de suplemento en suplementación diaria y autoconsumo



El consumo de suplemento con autoconsumo mostró un incremento sostenido a lo largo de los días en ambas semanas analizadas. En la semana 5, el consumo inicial fue de 1,49 kg/animal el primer día, aumentando hasta 3,76 kg/animal al día 7 de la semana, lo que representa un incremento del 152,3%. Durante la semana 9, el consumo comenzó en 1,00 kg/animal y alcanzó 4,60 kg/animal al último día, lo que implica un aumento del 360%. Este incremento en el consumo de suplemento puede atribuirse a la disminución en la altura de la pastura, la cual mostró una tendencia decreciente día a día durante la semana de pastoreo, asimismo este alto consumo de GACC parece no haber generado ningún problema digestivo que se haya observado de manera visual a campo.

Esta tendencia coincide con los resultados observados por Blasina Másoli et al. (2010), quienes reportan un patrón similar en el consumo de suplemento en comederos de autoconsumo sobre campo natural.

Por otro lado, en el caso de la suplementación diaria, el consumo de suplemento se mantuvo constante, ya que se administró de forma controlada al 1% del peso vivo (PV).

4.4 Comportamiento animal

En la tabla 9 se muestra el impacto de los diferentes tratamientos en el comportamiento ingestivo de los animales durante las semanas 5 y 9 del periodo experimental.

Tabla 9

Impacto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo de los animales

	Tratamientos				P-Valor				
	Testigo	SD	AC	EE	T	S	D (S)	TxS	TxD (S)
Pastoreo	0,50	0,48	0,35	0,01	**	ns	*	*	ns
Rumia	0,19	0,22	0,23	0,01	*	*	*	ns	ns
Descanso	0,30	0,30	0,42	0,01	**	ns	**	ns	ns
Acceso comedero	al -	0,05	0,11	0,004	**	*	ns	ns	*
Tasa bocado (bocados/min)	de 37,9	34,8	37,9	0,87	*	**	*	ns	ns

Nota. Significancia de los efectos: **P<0,01; * P<0,05; ns P>0,05. EE: error estándar. T: tratamiento, S: semana, TxS: interacción tratamiento por semana, D(S): días dentro de la semana.

La actividad de pastoreo fue afectada por el tratamiento, el día dentro de la semana y la interacción T x S. La modalidad de suministro de suplemento afectó esta actividad. Los animales que recibieron suplementación *ad libitum* mostraron una menor probabilidad de encontrarlos pastoreando en comparación con los grupos testigo y de suplementación diaria. Además, se observó efecto significativo en relación con los días de la semana, ya que la actividad de pastoreo tendió a aumentar a medida que transcurrían los días (Figura 6). Esta respuesta coincide con los estudios reportados por Poppi et al. (1987) y Hodgson (1990), quienes afirman que la disminución en la disponibilidad de la pastura a medida que avanza el tiempo de ocupación desencadenaría una disminución en el peso de bocado, la cual se compensa con un aumento en el tiempo de pastoreo.

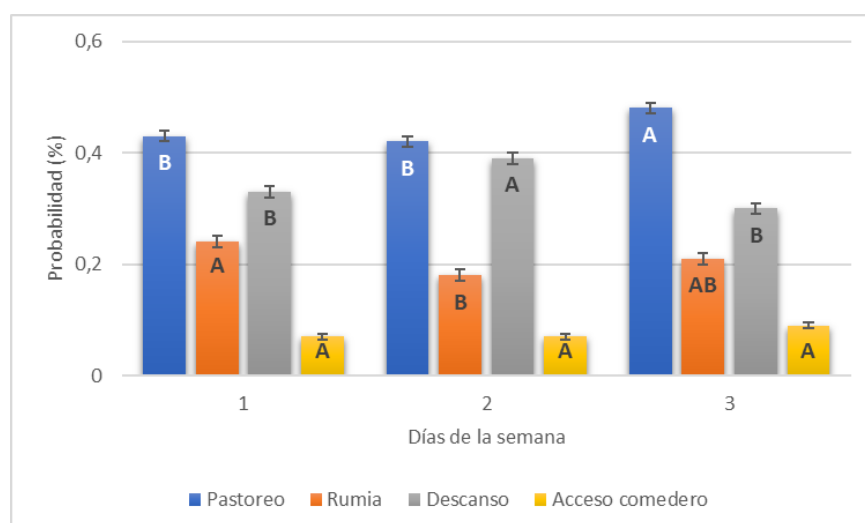
En el caso de la rumia (Figura 7), se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, semanas y días dentro de la semana. El menor tiempo de rumia se observó en el tratamiento testigo, lo cual coincide con lo reportado por Berasain et al. (2002), quienes afirman que la suplementación aumenta significativamente el tiempo de rumia. Además, se observó una disminución en el tiempo de rumia a lo largo de los días. Sin embargo, esto no coincide con lo estudiado por Pereyra y Leiras (1991) quienes afirman que la rumia depende de la calidad del alimento, siendo mayor el tiempo de rumia cuando la calidad del alimento es menor. Esto se explica por la cantidad de cascara de arroz, lo que hizo que aumentara la rumia. Cabe destacar que no se realizaron mediciones en la noche, según Lopreiato et al. (2018), animales adultos y terneras presentaron mayor actividad de rumia durante la noche que en las horas de luz.

La actividad de descanso presentó diferencias significativas entre tratamientos y días dentro de la semana. Los tratamientos testigo y diarios no mostraron diferencias significativas entre sí. Sin embargo, el tratamiento de autoconsumo obtuvo el mayor tiempo de descanso. Según García et al. (2008), esto se debe a que los animales suplementados tienden a sustituir el tiempo de pastoreo por tiempo de descanso, resultando en un mayor tiempo promedio de descanso para estos animales.

No se observaron diferencias significativas en la actividad de acceso al comedero entre los distintos días de la semana. Este resultado contrasta con los estudios realizados por Rovira y Velazco (2012), quienes reportan una variación notable entre días.

Figura 6

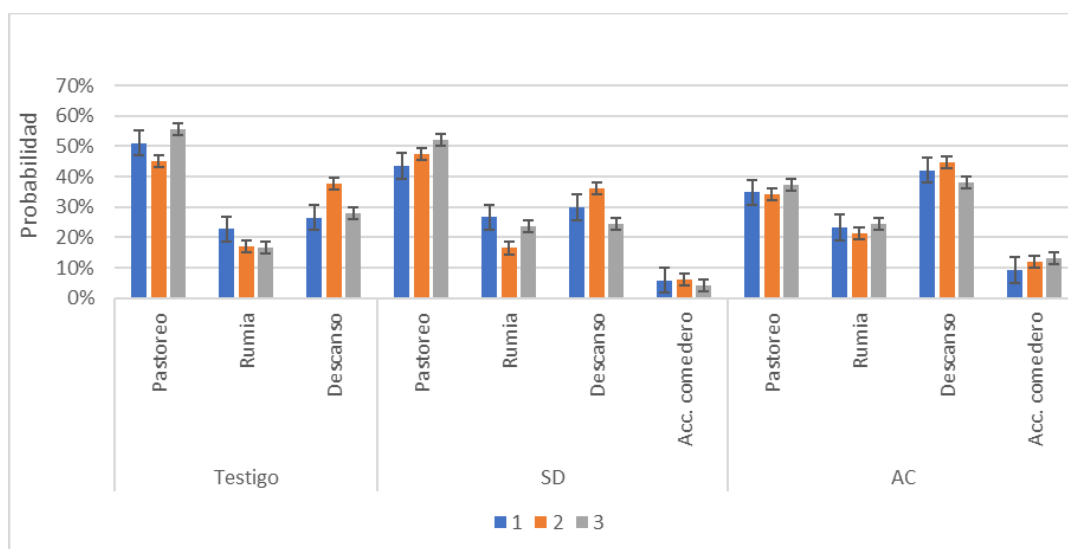
Probabilidad de ocurrencia de la actividad de pastoreo, rumia, descanso y acceso al comedero



Nota. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) en la misma variable 1: inicio de la semana; 2: mitad de semana; 3: final de semana.

Figura 7

Probabilidad de ocurrencia de pastoreo, rumia, descanso y acceso al comedero por tratamiento

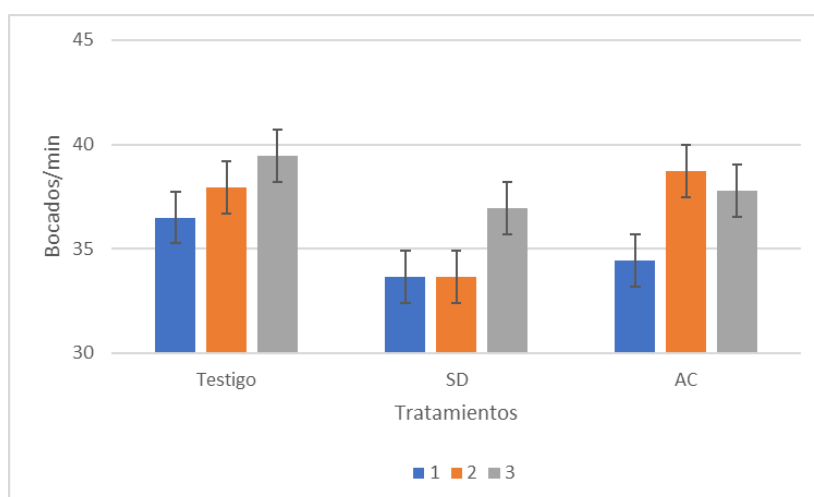


Nota. 1: inicio de la semana; 2: mitad de semana; 3: final de semana.

Por último, se observó un efecto significativo de la tasa de bocado entre los diferentes tratamientos, así como entre las semanas y los días dentro de cada semana. Como se muestra en la Figura 8 y 9 existe una diferencia significativa entre días de la semana: a medida que transcurrieron los días, la tasa de bocado aumentó. Este comportamiento es esperable debido a la disminución progresiva de la disponibilidad de forraje en la parcela, lo que obliga a los animales a compensar aumentando su tasa de bocado para mantener un mismo nivel de consumo (Elizalde & Santini, 1992).

Figura 8

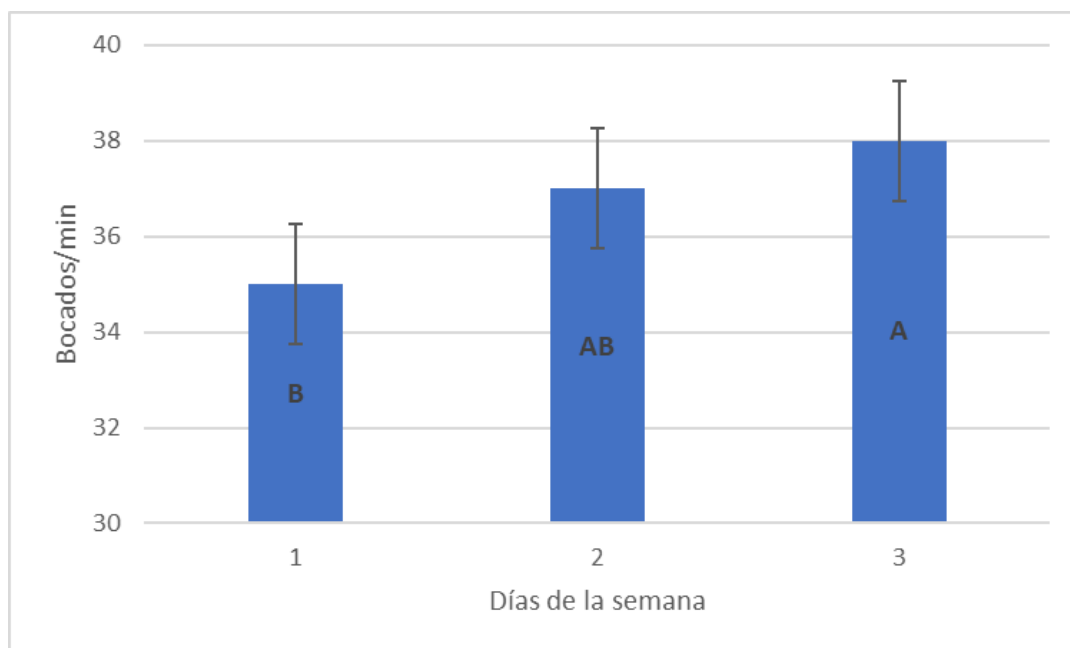
Números de bocados por minuto, durante los días de semana por tratamiento



Nota. 1: inicio de la semana; 2: mitad de semana; 3: final de semana.

Figura 9

Números de bocados por minuto, durante los días de semana

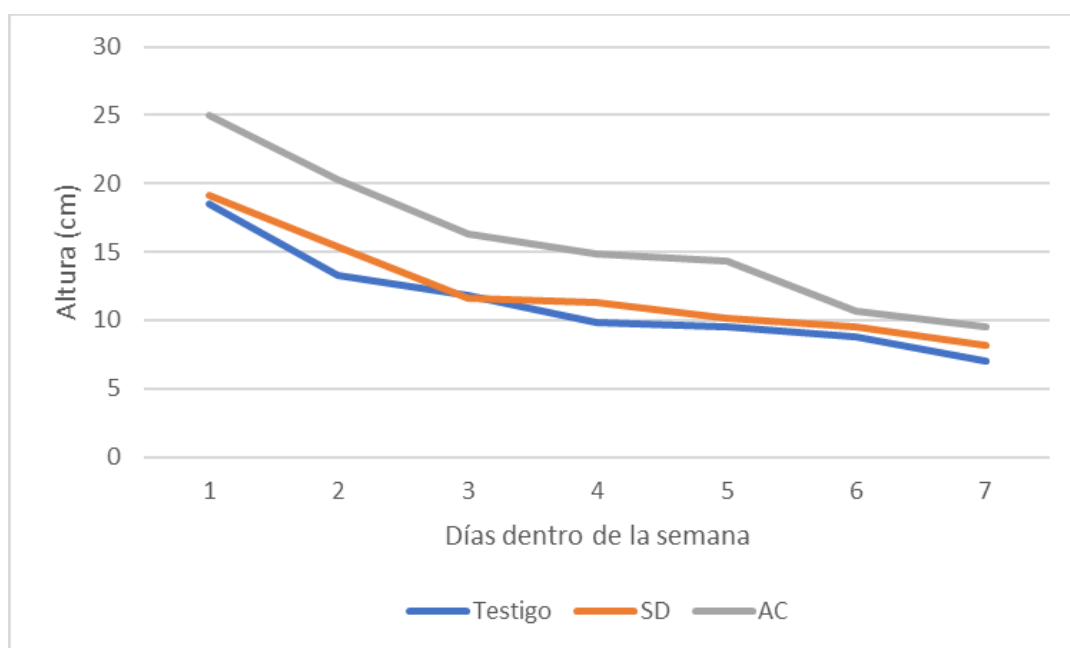


Nota. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$) en la misma variable 1: inicio de la semana; 2: mitad de semana; 3: final de semana.

En la Figura 10, se presenta la tasa de defoliación de la pastura para la semana de ocupación. Se observó un efecto significativo del día dentro de la semana sobre esta variable ($P < 0,05$).

Figura 10

Tasa de defoliación promedio de la pastura en la semana de ocupación



La altura de la pastura presentó una tendencia a disminuir a lo largo de la semana. Durante este periodo, el tratamiento de autoconsumo mantuvo la mayor altura, con diferencias significativas en comparación con los otros tratamientos. No obstante, en los días 6 y 7, estas diferencias dejaron de ser significativas entre los tratamientos.

El consumo animal y velocidad de pastoreo de los animales no se mantienen constantes durante su permanencia en la parcela. A medida que transcurre la semana, la disponibilidad de forraje disminuye progresivamente (Carámbula, 2004), lo que genera una reducción en la altura de la pastura. Según Forbes (1988), esta disminución afecta el consumo, ya que la altura de la pastura tiene un mayor impacto en la ingesta de los animales que factores como la densidad o la proporción de biomasa verde.

4.5 Discusión general

La suplementación con grano de arroz con cáscara (GACC) en animales pastoreando raigrás a una asignación de forraje de 2,5% del PV influye en el consumo total de nutrientes, en la sustitución o adición de forraje y en el comportamiento animal. Las modificaciones en el comportamiento ingestivo pueden afectar la estabilidad del consumo diario, las características de la dieta consumida y su utilización por parte del animal.

Los tratamientos suplementados, incrementaron el consumo de materia seca total en comparación con el tratamiento sin suplementación. Este efecto fue mayor en los animales con autoconsumo, lo que sugiere que el método de suministro del suplemento influye sobre la respuesta ingestiva. A su vez, este incremento en el consumo de materia seca total se dio de manera aditiva y sustitutiva para los tratamientos con suplementación diaria, y para los tratamientos autoconsumo este aumento fue netamente sustitutivo, donde la proporción de forraje en la dieta disminuyó.

La respuesta a la suplementación con GACC también se reflejó en la eficiencia de utilización del forraje. El tratamiento testigo mostró una mayor proporción de consumo y aprovechamiento del forraje ofrecido, mientras que los tratamientos suplementados redujeron esta eficiencia, particularmente bajo el régimen de autoconsumo.

Además, la suplementación generó cambios en la estructura de la pastura. El menor consumo de forraje en los tratamientos suplementados permitió un mayor remanente, y una mayor altura del forraje.

En cuanto al comportamiento animal, los animales sin suplementación presentaron una mayor probabilidad de estar pastoreando, mientras que para los suplementados este tiempo fue menor. Al comparar las modalidades de suministro del suplemento, se observó que los animales suplementados diariamente (SD) pasaron más tiempo pastoreando en comparación con aquellos bajo el tratamiento de autoconsumo. Esto sugiere que la disponibilidad continua de suplemento aumenta la sustitución de forraje por suplemento.

En relación con la actividad de rumia, el tratamiento testigo tuvo el menor tiempo dedicado a esta actividad en comparación con los animales suplementados. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la actividad de rumia entre las distintas modalidades de suministro de suplemento, dado que esto está relacionado con el tipo de suplemento.

También se evidenció una selección más favorable del forraje por parte de los animales suplementados con autoconsumo, con un mayor contenido de proteína cruda. Esto puede atribuirse a la capacidad de selección del forraje por parte de los animales según el tratamiento recibido. Finalmente, la tasa de bocado mostró una tendencia creciente a lo largo de los días dentro de las semanas, lo que podría estar vinculado con la disminución de la disponibilidad de forraje a medida que transcurren los días.

En conjunto, estos resultados permiten afirmar que la suplementación con GACC modifica el comportamiento ingestivo y la utilización del forraje, estas respuestas varían según el método de suministro del suplemento. El modelo de respuesta observado indica que el autoconsumo tiende a aumentar el consumo total y la selectividad del forraje, pero con una menor utilización del mismo asociado a una fuerte sustitución de forraje por suplemento. En cambio, la suplementación diaria logra un mayor equilibrio entre consumo de suplemento y utilización de forraje basado en la adición entre forraje y suplemento con asignaciones de forraje al 2,5% del PV.

5. CONCLUSIÓN

La suplementación con GACC redujo el consumo de forraje en un 18,5% respecto al testigo. El método de suministro influyó en la respuestas, autoconsumo obtuvo un 33,25% menos de consumo de forraje respecto a la suplementación diaria, acompañado de una mayor selección de forraje con mayor contenido proteico, mayor tiempo dedicado al pastoreo y mayor tiempo de descanso. Adicionalmente, los animales bajo autoconsumo registraron un 70% más de consumo de GACC en comparación con la suplementación diaria (3,58 vs. 2,11 kg/animal.día), lo que se tradujo en un mayor consumo total de materia seca. En efecto, los tratamientos suplementados presentaron un incremento del 84% en el consumo total de materia seca respecto al testigo (5,1 vs. 2,8 kg/animal.día), siendo el autoconsumo un 12% superior a la suplementación diaria. Esta diferencia también se reflejó en el consumo relativo al peso vivo, con valores de 2,82% para autoconsumo y 2,30% para suplementación diaria.

Por su parte, el tratamiento testigo mostró una menor biomasa remanente (-56,8%), lo que indica una mayor presión de pastoreo y una mayor utilización de forraje un 18% superior en comparación con los tratamientos suplementados. En conjunto, estos resultados demuestran que la suplementación con GACC, particularmente bajo la modalidad de autoconsumo, modifica el comportamiento ingestivo, optimiza el consumo total de materia seca y contribuye a una utilización más eficiente del recurso forraje.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acland Benítez, M., Blanco Lacuesta, W., & Soca Ormazabal, 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]. Colibri.
<https://hdl.handle.net/20.500.12008/42021>
- Acosta, G., Cangiano, C., & Miñon, D. (1998). *Efectos del pastoreo y fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y calidad de raigrás inglés (Lolium perenne)*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/22-efectos_pastoreo_fertilizacion_raigras.pdf
- Aganga, A. A., Omphile, U. J., Thema, T., & Wilson, L. Z. (2004). Chemical composition of ryegrass (*Lolium multiflorum*) at different stages of growth and ryegrass silages with additives. *Journal of Biological Sciences*, 4(5), 645-649. <https://scialert.net/abstract/?doi=jbs.2004.645.649>
- Altamirano, A., Da Silva, H., Durán, A., Echevarría, A., Panario, D., & Puentes, R. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: Tomo I: 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
- Álvarez Thevenet, M. A., Fernández Hughes, L. M., & Rivoir Caamaño, A. (2020). *Performance animal de terneras suplementadas sobre pasturas sembradas con diferentes métodos de regulación del consumo en sistemas de autoconsumo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://hdl.handle.net/20.500.12008/31390>

- Baldi, F., Banchemo, G., La Manna, A., Fernández, E., & Pérez, E. (2010). Efecto del manejo nutricional post-destete y durante el período de terminación sobre las características de crecimiento y eficiencia de conversión en sistemas de recría y engorde intensivo. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Producción de carne desde una invernada de precisión* (pp. 1-13).
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5429/1/SAD-609.pdf>
- Banchemo, G., Mieres, J., Tieri, M. P., & La Manna, A. (2011). Cómo consumir sus verdeos de invierno con terneros o novillos teniendo una buena utilización de los mismos. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Jornada de ganadería: "El menú de la invernada"* (pp. 4-8).
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/632/1/112761251011104130.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)
- 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]. Colibri.
<https://hdl.handle.net/20.500.12008/26090>
- 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., Pancini, S., Caorsi, C. J., Calero, S., & Taruselli, S. (2018). Combinando el grano entero de avena como fuente de fibra y el autoconsumo en la recría de terneros a corral (sistema ADT). En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *20ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: 20 años de investigación para una ganadería más rentable* (pp. 16-28). UPIC.
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2018.pdf>

- Blasina Máspoli, M., Piñeyrúa Belo, A., & Renau Risso, M. (2010). *Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/23524>
- 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*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/87-corrientes-1.pdf
- Brito, G., Del Campo, M., Pittaluga, O., & Soares de Lima, J. M. (2005). Una mejor recría para una mayor eficiencia en la producción de carne. *Revista INIA*, (3), 8-11. <https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2024-06/106.pdf>
- Burns, J. C., Pond, K. R., Fisher, D. S., & Luginbuhl, J. M. (1997). Changes in forage quality, ingestive mastication, and digesta kinetics resulting from switchgrass maturity. *Journal of Animal Science*, 75(5), 1368-1379. <https://doi.org/10.2527/1997.7551368x>
- Byrne, N., Gilliland, T. J., Delaby, L., Cummins, D., & O'Donovan, M. (2018). Understanding factors associated with the grazing efficiency of perennial ryegrass varieties. *European Journal of Agronomy*, 101, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.09.002>
- Canén Caubarrere, A., Cooper Xavier, R. D., & Oliveira Fossemale, P. A. (2016). *Evaluación del uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de novillos en engorde* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/19655>
- Carámbula, M. (1977). *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (1996). *Pasturas naturales mejoradas*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2004). *Pasturas y forrajes: Vol. 3. Manejo, persistencia y renovación de pasturas*. Hemisferio Sur.

- Carrau de Loy, J., Félix Alfonso, E., & Pons Paiva, 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. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/44057>
- Cherney, J. H., & Marten, G. C. (1982). Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop Science*, 22(2), 227-231. <https://doi.org/10.2135/cropsci1982.0011183X002200020007x>
- Chilibroste, P. (2002). Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *X Congreso Latinoamericano de Buiatría: XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 90-96). https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/465/JB2002_90-96.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coates, D. B., & Penning, P. (2000). Measuring animal performance. En L. 't Mannetje & R. M. Jones (Eds.), *Field and laboratory methods for grassland and animal production research* (pp. 353-402). CABI. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/9780851993515.0353>
- Coleman, S. W., & Moore, J. E. (2003). Feed quality and animal performance. *Field Crops Research*, 84(1-2), 17-29. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00138-2](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00138-2)
- De Blas, C., García-Rebollar, P., Gorrachategui, M., & Mateos, G. G. (Coords.). (2019). *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos* (4ª ed.). FEDNA.
- Delagarde, R., Peyraud, J. L., Delaby, L., & Faverdin, P. (2000). Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin - cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: Interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology*, 84(1-2), 49-68. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(00\)00114-0](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00114-0)
- Di Marco, O. (2011). *Estimación de calidad de los forrajes*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf

- Elizalde, J. C. (2003). *Limitaciones nutricionales en la utilización de verdeos en vacunos*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/01-limitaciones_nutricionales_verdeos.pdf
- Elizalde, J. C., & Santini, F. J. (1992). *Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el periodo otoño-invierno*. INTA.
- Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. (2023). *Annual climatological summary*. <http://meteorologia.eemac.edu.uy/NOAAPRYR.TXT>
- Esteves Núñez, M., Laxalde Novoa, S., & Nario Fros, M. (2013). *Utilización de nitrógeno no proteico en programas de suplementación invernal basados en autoconsumo para terneros pastoreando campo nativo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/1741>
- Felix Alfonso, E., Peñalva Reyes, S., y Ulery Abilleira, S. (2023). *Evaluación del grano de arroz con cáscara como ingrediente de raciones de recría para vacunos manejados en confinamiento* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/47061>
- Flores, J., & Bendersky, D. (2010). *Suplementación sobre verdeos*. INTA. https://fcvinta.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/04/inta-nc2ba-461_suplementac3b3n-sobre-verdeos.pdf
- Forbes, T. D. A. (1988). Researching the plant-animal interface: The investigation of the ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*, 66(9), 2369-2379. <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/66/9/2369/4695782>
- Ford, C. W., Morrison, I. M., & Wilson, J. R. (1979). Temperature effects on lignin, hemicellulose and cellulose in tropical and temperate grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 30(4), 621-633. <https://doi.org/10.1071/AR9790621>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (s.f.a). *Ray-grass, verde*. <https://www.fundacionfedna.org/forrajes/ray-grass-verde>

- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (s.f.b). *Sorgo blanco (bajo en taninos < 0,4%)*.
https://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/sorgo-blanco-bajo-en-taninos
- 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.
- Godoy de León, S., & Chicco, C. F. (1991). *Suplementación de bovinos alimentados con forraje de pobre calidad con fuentes de proteínas de diferentes tasas de degradación ruminal*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/25-forraje_pobre_proteica.pdf
- Haydock, K., & Shaw, N. (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/EA9750663c>
- Henderson Machiavello, A., Iribarne Pirez, R., & Silveira Arburúas, M. B. (2015). *Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación de temeros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/8815>
- Henry, D. A., Simpson, R. J., & Macmillan, R. H. (2000). Seasonal changes and the effect of temperature and leaf moisture content on intrinsic shear strength of leaves of pasture grasses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 51(7), 823-831. <https://doi.org/10.1071/AR98085>
- Hodgson, J. (1984). Sward conditions, herbage allowance and animal production: An evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 44, 99-104.
<https://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1984/ab84025.pdf>
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: Science into practice*. Longman.
- Hodgson, J., Rodríguez Capriles, J., & Fenlon, J. S. (1977). The influence of sward characteristics on the herbage intake of grazing calves. *The Journal of Agricultural Science*, 89(3), 743-750. <https://doi.org/10.1017/S0021859600061542>

- Institut National de Recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, & Association Française de Zootechnie. (s.f.). *Rice, paddy*.
<https://www.feedtables.com/content/rice-paddy>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (s.f.). *Recría*.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9517/1/Ficha-tecnica-7v5-Alimentacion-invernal.pdf>
- Instituto Uruguayo de Meteorología. (s.f.). *Tablas estadísticas*.
<https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
- John, A., & Ulyatt, M. J. (1987). Importance of dry matter content to voluntary intake of fresh grass forages. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 47, 13-16.
<http://www.nzsap.org/system/files/proceedings/1987/ab87003.pdf>
- Juliano, B. O. (1992). Structure, chemistry, and function of the rice grain and its fractions. *Cereal Foods World*, 37(10), 772-774.
- Kaur, R., García, S. C., Fulkerson, W. J., & Barchia, I. M. (2011). Degradation kinetics of leaves, petioles and stems of forage rape (*Brassica napus*) as affected by maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 168(3-4), 165-178.
<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.093>
- Kendall, C., Leonardi, C., Hoffman, P. C., & Combs, D. K. (2009). Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 313-323.
<https://doi.org/10.3168/jds.2008-1482>
- Khorasani, G. R., Jedel, P. E., Helm, J. H., & Kennelly, J. J. (1997). Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Canadian Journal of Animal Science*, 77(2), 259-267.
<https://doi.org/10.4141/A96-034>
- Lagomarsino, X., & Montossi, F. (2017). Resultados experimentales. En F. Montossi (Ed.), *Propuestas tecnológicas para el engorde de vacas de descarte en las regiones ganaderas de areniscas y basalto de Uruguay* (pp. 47-90). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8079/1/st-236-2017.pdf>

- Lanuza, F. (1984). *Factores que afectan el consumo de vacas lecheras a pastoreo*. INIA. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/36503>
- Latimer, G. W. (Ed.). (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (19^a ed.). AOAC International.
- Lemaire, G., & Agnusdei, M. (2000). Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. En G. Lemaire, J. Hodgson, A. De Moraes, C. Nabinger & P. C. F. Carvalho (Eds.), *Grassland ecophysiology and grazing ecology* (pp. 265-287). CAB International. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20003019261>
- Lombardo, S. (2012). Asignación de forraje: ¿Cuánto pasto hay que ofrecer a los animales? *Revista del Plan Agropecuario*, (143), 32-35. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R143/R_143_32.pdf
- Lopreiato, V., Minuti, A., Piccioli Cappelli, F., Vailati-Riboni, M., Britti, D., Trevisi, E., & Morittu, V. M. (2018). Daily rumination pattern recorded by an automatic rumination-monitoring system in pre-weaned calves fed whole bulk milk and ad libitum calf starter. *Livestock Science*, 212, 127-130. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.04.010>
- Martínez, M. F., Arelovich, H. M., & Wehrhahne, L. (2007). Composición química del forraje en cultivares de Avena sativa. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27(Suppl. 1), 125-126. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20073253058>
- Maschio Molinari, F., Soria Pereira, S., & Stábile Montes de Oca, F. E. (2020). *Producción animal sobre una pastura de raigrás (Lolium multiflorum cv. Bill Max) pastoreada por novillos bajo diferentes ofertas de forraje* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/36675>
- Méndez, D. G., Frigerio, K., Ruiz, M. A., Fontana, L. M. C., Romero, L., Barbera, P., Ré, A., Moreyra, F., Pérez, G., Castaño, J., Berone, G. D., Di Nucci, E., Gallego, J. J., & Neira Zilli, F. (2016). PP 42 Producción forrajera estacional de cultivares de Lolium multiflorum Lam. en diferentes localidades. *Revista Argentina de Producción Animal*, 36(Suppl. 1), 336. <https://www.aapa.org.ar/rapa/36/Vol36Supl1.pdf>
- Merchen, N. R. (1993). Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En C. D. Church (Ed.), *El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición* (pp. 191-223). Acribia.

- Mieres, J. M. (1997). Relaciones planta animal suplemento. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna* (pp. I-1-I-4).
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2250/1/14432160309145515.pdf>
- 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. 13-66). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2887/1/111219240807141556.pdf>
- Millot, J. C., Risso, D., & Methol, R. (1987). *Relevamientos de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay*. MGAP.
- National Research Council. (1996). *Nutrient requirements on beef cattle* (7th ed.). National Academy Press.
- Paredes, M., Becerra, V., Donoso, G., & Loaiza, K. (2021). Calidad del grano de arroz. En M. Paredes, V. Becerra, & G. Donoso (Eds.), *100 años del cultivo del arroz en Chile en un contexto internacional 1920-2020: Tomo I* (pp. 250-279). INIA.
- Pasinato, A., & Sevilla, G. (2002). *Suplementación de rumiantes*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/31-suplementacion_de_rumiantes.pdf
- 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. (1991). 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* (2^a ed., pp. 195-200). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2874/1/111219220807115854.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. 1-6). 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. M. Nicol (Ed.), *Livestock feeding on pasture* (pp. 55-64). New Zealand Society of Animal Production.
- Quintans, G., Echeverría, J., Scarsi, A., & Rovira, P. (2013). Efecto del suministro de ración en comederos de autoconsumo en terneros destetados precozmente. En G. Quintans & A. Scarsi (Eds.), *Seminario de actualización técnica: Cría vacuna* (pp. 207-218). INIA.
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2555/1/18429260813122332.pdf#page=215>
- Raymond, W. F. (1969). The nutritive value of forage crops. *Advances in Agronomy*, 21, 1-108. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60095-4](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60095-4)
- Rosser, C. L., Górka, P., Beattie, A. D., Block, H. C., McKinnon, J. J., Lardner, H. A., & Penner, G. B. (2013). Effect of maturity at harvest on yield, chemical composition, and in situ degradability for annual cereals used for swath grazing. *Journal of Animal Science*, 91(8), 3815-3826. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5677>
- Rovira, J. (1973). *Reproducción y manejo de los rodeos de cría*. Hemisferio Sur.
- Rovira, P., & Echeverría, J. (2014). Efecto del tipo de ración en el consumo, desempeño productivo y conducta de terneros suplementados en autoconsumo. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Estrategias de intensificación ganadera* (pp. 16-22).
<https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3382/1/ad-734.pdf>
- Rovira, P., Echeverría, J., & Soares de Lima, J. M. (2014). Pastoreo de raigrás como cultivo de cobertura con corderos o terneros en sistemas ganadero-agrícolas. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Seminario de Actualización Técnica: Estrategias de intensificación ganadera* (pp. 46-55).
<https://www.inia.uy/sites/default/files/publications/2024-06/ad-734.pdf>
- Rovira, P., & Velazco, J. (Eds.). (2012). *Suplementación de bovinos en pastoreo: Autoconsumo*. INIA. <https://inia.uy/sites/default/files/publications/2025-09/st-199-2012.pdf>

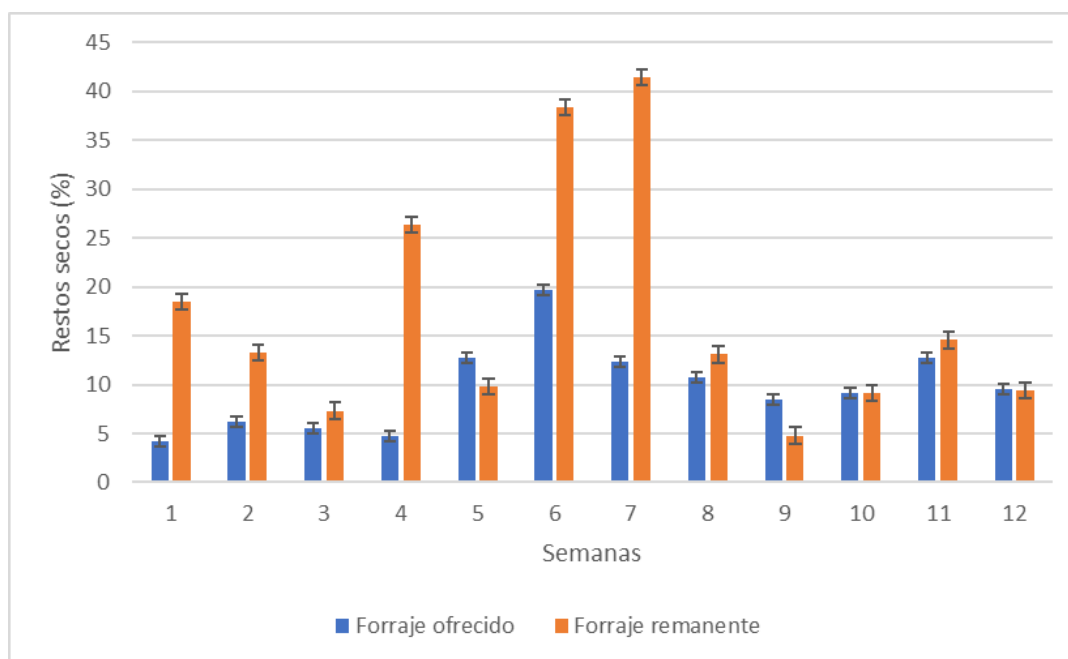
- Simeone, A., & Beretta, V. (2005). Suplementación y engorde a corral: Cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Suplementación y engorde a corral. Cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero* (pp. 8-28). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2005.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., Elizalde, J. C., & Franco, J. (2008). Suplementación otoñal de novillos en engorde. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Décima Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Una década de investigación para una ganadería más eficiente* (pp. 24-28). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Tayler, J. C., & Wilkinson, J. M. (1972). The influence of level of concentrate feeding on voluntary intake of grass on live weight gain by cattle. *Animal Production*, 14(1), 85-96. <https://doi.org/10.1017/S0003356100000301>
- Tedeschi, L. O., Molle, G., Menendez, H. M., Cannas, A., & Fonseca, M. A. (2019). The assessment of supplementation requirements of grazing ruminants using nutrition models. *Translational Animal Science*, 3(2), 811-828. <https://doi.org/10.1093/tas/txy140>
- Van Soest, P. J. (1982). *Ecología nutricional de los rumiantes*. Cornell University Press.
- 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. <https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/18094/1/st83-1997.pdf>
- Vaz Martins, D., & Messa, A. (2007). Las bajas ganancias otoñales en bovinos, un fenómeno multicausal. *Revista INIA*, (10), 2-5.
- Vérité, R., & Journet, M. (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. <https://hal.science/hal-00887007/document>
- Villalobos, L., & Sánchez, J. M. (2010). Evaluación agronómica y nutricional del pasto Raigrás perenne tetraploide (*lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica: II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*, 34(1), 43-52. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v34n1/a04v34n1.pdf>

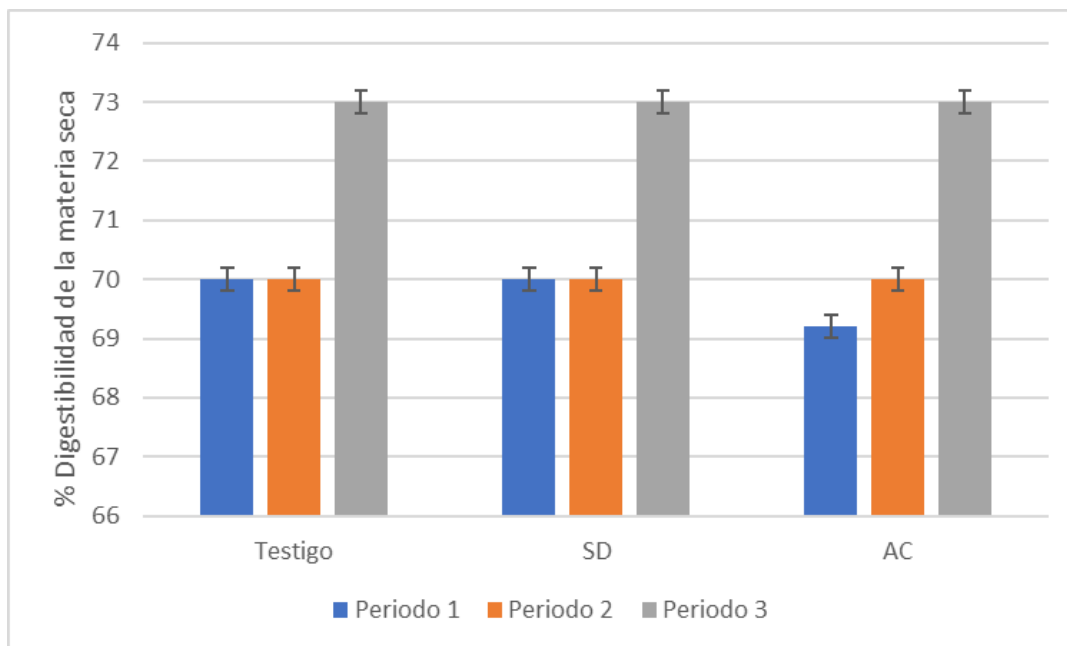
- Waldo, D. R. (1986). Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *Journal of Dairy Science*, 69(2), 617-631.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(86\)80446-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(86)80446-5)
- Weaver, L. A., & Moffett, H. C. (1937). *Rough rice for fattening cattle, sheep, and hogs*. University of Missouri.
- Zabalveytia, N., Beretta, V., Burjel, V., Simeone, A., Rodríguez, D., Bellenda, F., & Villamil, F. (2021). Productividad de las pasturas sembradas en la Upic. 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. 16-25). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2021.pdf>
- Zanoniani, R. A., Ducamp, F., & Bruni, M. Á. (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
- Zanoniani, R., & Noëll, S. (2002). *Verdeos en invierno*. Plan Agropecuario.
<http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart2/Cart2.htm>

7. ANEXOS

Anexo A

Evolución de restos secos en el forraje ofrecido y remanente durante el periodo experimental

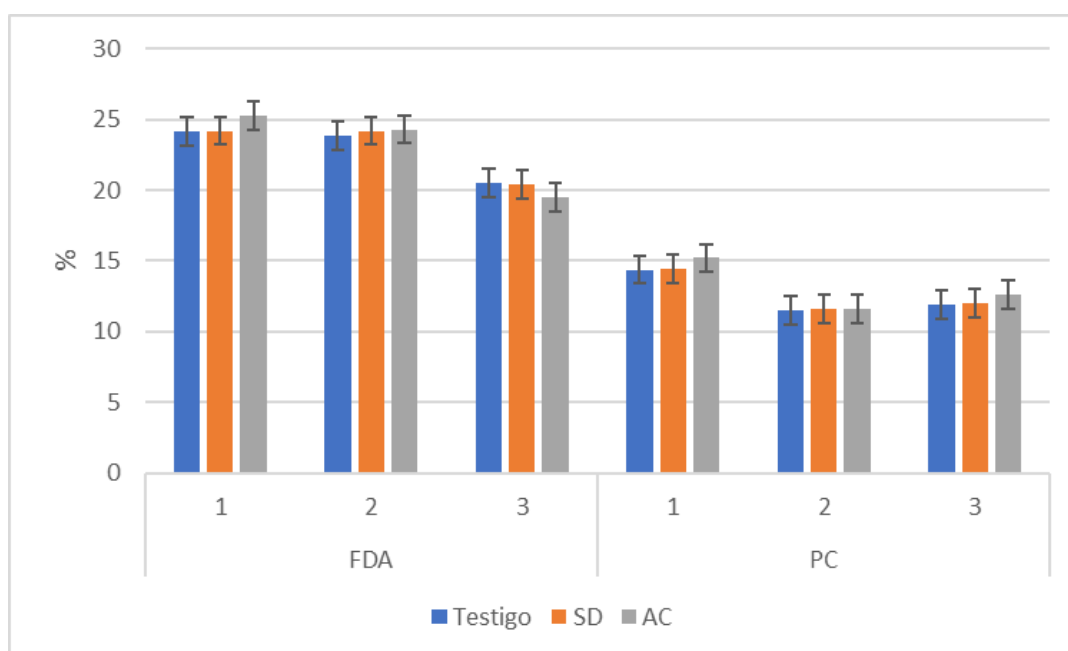


Anexo B*Evolución de la digestibilidad de la materia seca en cada periodo por tratamiento*

Nota. 1: primer periodo del experimento, 2: segundo periodo del experimento, 3: tercer periodo del experimento.

Anexo C

Efecto tratamiento sobre la evolución de fibra detergente ácida y proteína cruda en diferentes periodos



Nota. FDA: fibra detergente ácida, PC: proteína cruda, 1: primer periodo del experimento, 2: segundo periodo del experimento, 3: tercer periodo del experimento.

Anexo D

Evolución de la concentración de energía metabolizable en transcurso de los periodos

