

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL GRANO DE ARROZ CON CÁSCARA (GACC) COMO
SUPLEMENTO EN LA RECRÍA DE TERNEROS OFRECIDO EN COMEDEROS DE
AUTOCONSUMO: EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO ANIMAL Y EFICIENCIA DE
USO DEL ALIMENTO**

Por

Inés GIUDICE SILVEIRA

Manuela ROVIRA FIGAROLA

Daniela Carolina SILVA ABRAMO

**TRABAJO FINAL DE GRADO presentado
como uno de los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

PAYSANDÚ

URUGUAY

2024

Página de aprobación

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

Ing. Agr. (Dra) Virginia Beretta

Tribunal:

Ing. Agr. (PhD) Álvaro Simeone

Ing. Agr. (PhD) Stefanía Pancini

Dr. Vet. (PhD) Juan Franco

Fecha:

05 de 12 de 2024

Estudiante:

Inés Giudice Silveira

Manuela Rovira Figarola

Daniela Carolina Silva Abramo

Agradecimientos

A nuestras familias y amigos, por acompañarnos incondicionalmente en cada paso de esta carrera.

Al resto de los tesisistas de la Unidad Intensiva de Producción de Carne (UPIC) por el tiempo y el trabajo compartido.

Al personal de la EEMAC, por su colaboración y disposición durante el desarrollo de este trabajo.

A nuestros tutores, Ing. Agr. Virginia Beretta, Ing. Agr. Álvaro Simeone e Ing. Agr. Natalia Zabalveytia por el apoyo técnico, la guía y dedicación.

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Página de aprobación | 2 |
| Agradecimientos | 3 |
| Tabla de contenido..... | 4 |
| Lista de tablas y figuras..... | 6 |
| Resumen | 7 |
| Summary | 8 |
| 1. Introducción..... | 9 |
| 2. Revisión bibliográfica | 11 |
| 2.1 Recría en sistemas ganaderos..... | 11 |
| 2.2 Verdeos de invierno..... | 12 |
| 2.2.1 Calidad nutricional de los verdeos de invierno..... | 12 |
| 2.2.2 Problemática de los verdeos de invierno..... | 14 |
| 2.2.3 Caracterización del Raigrás cv. Jack..... | 15 |
| 2.3 Suplementación | 17 |
| 2.3.1 Antecedentes..... | 18 |
| 2.3.2 Respuesta a la suplementación: bases teóricas | 18 |
| 2.3.3 Suplementación energética sobre verdeos de invierno | 20 |
| 2.3.4 Grano de arroz con cáscara como concentrado energético | 22 |
| 2.3.5 Composición química y características nutricionales del GACC..... | 23 |
| 2.3.6 Antecedentes en el uso de GACC en la alimentación animal | 25 |
| 2.4 Efecto de la forma de suministro del suplemento sobre la performance animal... | 25 |
| 2.5. Hipótesis..... | 27 |
| 3. Materiales y métodos | 28 |
| 3.1 Localización y periodo experimental..... | 28 |
| 3.2 Clima..... | 28 |
| 3.3 Infraestructura. | 29 |

| | |
|--|----|
| 3.4 Pastura y suplemento..... | 29 |
| 3.5 Animales y tratamientos | 29 |
| 3.6 Manejo sanitario..... | 30 |
| 3.7 Procedimiento experimental..... | 30 |
| 3.7.1 Período pre-experimental | 30 |
| 3.7.2 Período experimental..... | 31 |
| 3.8. Registros, mediciones y muestreo..... | 31 |
| 3.8.1 Altura al anca y peso vivo | 31 |
| 3.8.2 Biomasa y altura del forraje disponible..... | 32 |
| 3.8.3 Consumo de suplemento..... | 32 |
| 3.9 Variables calculadas | 32 |
| 3.10. Análisis químico..... | 33 |
| 3.11 Análisis estadístico | 33 |
| 4. Resultados y discusión | 36 |
| 4.1 Condiciones ambientales | 36 |
| 4.2 Características de la pastura..... | 37 |
| 4.2.1 Biomasa pre y post pastoreo | 40 |
| 4.3 Evolución de peso:..... | 43 |
| 5. Conclusión..... | 48 |
| 6. Bibliografía..... | 49 |
| 7. Anexo | 57 |

Lista de tablas y figuras

| Tabla No. | Pag. |
|--|------|
| Tabla 1 Composición química del forraje de avena y raigrás en distintas épocas del año..... | 13 |
| Tabla 2 Producción de forraje de los verdes de invierno (Kg MS/ha)..... | 16 |
| Tabla 3 Composición química de Raigrás cv Jack (valores promedio para el invierno 2022) .. | 17 |
| Tabla 4 Respuesta a la suplementación y manejo de la intensidad de pastoreo en terneros | 22 |
| Tabla 5 Composición química del GACC y del grano de maíz | 24 |
| Tabla 6 Temperaturas y precipitaciones registradas en el periodo experimental | 28 |
| Tabla 7 Condiciones climáticas del periodo experimental y registros históricos | 36 |
| Tabla 8 Composición química y características nutricionales de la pastura..... | 38 |
| Tabla 9 Composición química del GACC utilizado como suplemento | 39 |
| Tabla 10 Biomasa pre y post pastoreo | 40 |
| Tabla 11 Efecto de la suplementación con GACC y método de suministro sobre el crecimiento en terneras | 44 |
| Tabla 12 Consumo, respuesta a la suplementación y eficiencia de conversión del suplemento | 46 |

| Figura No. | Pág. |
|---|------|
| Figura 1 Respuesta a la suplementación y efectos en capacidad de carga y ganancia de peso . | 19 |
| Figura 2 Evolución de la disponibilidad de biomasa post pastoreo para los distintos tratamientos | 42 |
| Figura 3 Evolución del peso vivo de los terneros en el periodo experimental | 43 |

Resumen

Como objetivo principal, este trabajo estuvo enfocado en evaluar el efecto de la suplementación con grano de arroz con cáscara (GACC) ofrecido en régimen diario o de autoconsumo sobre el crecimiento y eficiencia de uso del alimento de terneros pastoreando verdeos invernales. Este experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) en la estación experimental Mario A. Casinonni (EEMAC) en Paysandú, Uruguay, desde el 6 de julio al 28 de setiembre de 2023.

Se usaron 36 terneros Hereford de nueve meses, nacidos en primavera de 2022, con un peso promedio inicial de $162 \pm 13,5$ kg. Los animales se subdividieron en 3 tratamientos, cada uno de ellos con 3 repeticiones, conformando así 9 parcelas de 4 animales cada una. Los 3 tratamientos fueron; testigos sin suplementación, suplementación diaria al 1% del peso vivo (PV) y alimentación ad libitum con comedero de autoconsumo. Para todos los casos la dieta base fue de *Lolium multiflorum* cv Jack a una asignación de 2,5% del PV.

La suplementación con GACC tuvo efecto en la ganancia media diaria en los tratamientos suplementados al compararlos con el testigo. A su vez, entre ellos también se dio una diferencia significativa en cuanto a GMD y EC.

Los animales del tratamiento testigo alcanzaron una ganancia de 0,638 kg/a/d, los animales que recibieron GACC diariamente al 1%PV ganaron 0,917 kg/a/d, y los suplementados ad libitum 1,25 kg/a/d. Estos dos últimos tratamientos suplementados tuvieron una eficiencia de conversión del suplemento de 8,23:1 y 5,57:1, respectivamente.

Se concluyó que existe una respuesta a la suplementación con GACC de 0,29 kg/d para los animales suplementados diariamente y de 0,66 kg/d para aquellos alimentados *ad libitum*, y la viabilidad de suministrar el mismo en comederos autoconsumo.

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

Summary

The primary objective of this study was to evaluate the effect of supplementation with unprocessed rice grain (GACC) offered in a self-feeding system on the growth and feed efficiency of calves grazing on winter forage crops. This experiment was conducted at the Intensive Meat Production Unit (UPIC) at the Mario A. Casinoni Experimental Station (EEMAC) in Paysandú, Uruguay, from July 6 to September 28, 2023.

A total of 36 nine-month-old Hereford calves born in the spring of 2022, with an average initial weight of 162 ± 13.5 kg, were used. The animals were divided into three treatments, each with three replicates, forming nine groups of four animals each. The three treatments were: control (no supplementation), daily supplementation at 1% of body weight (BW), and ad libitum feeding with a self-feeder. For all treatments, the base diet consisted of *Lolium multiflorum* cv Jack with an allocation of 2.5% of BW.

Supplementation with GACC affected the average daily gain (ADG) in the supplemented treatments compared to the control. Moreover, there was a significant difference in ADG and feed efficiency (FE) between the supplemented groups.

The control animals achieved an average gain of 0.638 kg/day, those receiving GACC daily at 1% BW gained 0.917 kg/day, and the ad libitum supplemented animals gained 1.25 kg/day. The feed conversion efficiency of the supplement for the latter two treatments was 8.23:1 and 5.57:1, respectively.

It was concluded that there is a response to GACC supplementation and that it is feasible to provide it in self-feeding troughs.

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

1. Introducción

La producción de grano de arroz es una de las principales cadenas agroindustriales del país, exportando más del 90% de la producción. Sin embargo, en los últimos años la producción y los resultados económicos presentaron fluctuaciones debido a sus bajos márgenes para los productores y la industria. Además, si bien Uruguay presenta zonas que son ambientalmente propicias para la producción de dicho grano, es un proceso muy sujeto a los eventos climáticos que puedan presentarse.

Se han presentado impedimentos en la comercialización del grano procesado con destino al consumo humano debido a la suba de precios; el procesamiento de la materia prima genera un valor agregado muy significativo que eleva el precio del producto a un nivel al cual es difícil alcanzar buenos márgenes de producción. Debido a esto, resulta pertinente evaluar otros destinos finales para el grano, entre ellos, como alimento para el ganado.

Paralelamente, durante el invierno las pasturas naturales atraviesan su momento de menor potencial de producción, por lo cual se plantean el uso de verdeos de invierno y la suplementación energética como alternativas de alimentación. Existen antecedentes los cuales muestran que en el campo natural del Uruguay en el invierno disminuye su producción y genera pérdidas de peso en el ganado, y el implemento de estrategias de suplementación logran levantar estas restricciones y generar incrementos de peso. (Claramunt & Rodríguez Palma, 2015)

En cuanto a los verdeos de invierno, estos autores también indican que los mismos presentan deficiencias en cuanto a calidad, lo que genera ganancias de peso menores a las esperadas. Se ha demostrado que la suplementación energética en estos casos corrige dichas deficiencias y mejora la respuesta animal.

En cuanto al uso del Grano de Arroz con Cáscara (GACC) como alimento para ganado existen pocos antecedentes tanto a nivel nacional como regional. Trabajos recientes han demostrado que, terneras Hereford pastoreando raigrás, presentan una mayor ganancia media diaria cuando son suplementadas con grano de sorgo en comparación al grano de arroz, pudiendo evidenciarse un mayor valor nutritivo a favor del primero, no detectándose diferencias en la eficiencia de conversión del suplemento (Carrau et al., 2023). El menor valor nutritivo estaría explicado por la cáscara del grano, la cual es de baja digestibilidad y representa en torno al 20% del peso del grano,

ejerciendo un efecto de dilución del aporte de energía y proteína. No obstante, debido a dicho aporte de fibra, el GACC podría adecuarse al suministro *ad libitum* en comederos de autoconsumo.

Este trabajo tuvo como objetivo principal, evaluar el efecto de la suplementación con GACC, y el método de suministro del grano (diariamente al 1% del peso vivo vs. *ad libitum* en comederos de autoconsumo) sobre el crecimiento y eficiencia de uso del alimento en terneros pastoreando verdes de invierno.

2. Revisión bibliográfica

2.1 Recría en sistemas ganaderos

Según Pigurina et al. (1998), la recría se define como la etapa de desarrollo del animal que va desde el destete hasta el momento del entore en el caso de las hembras, o su ingreso a la invernada en los machos. A su vez, es la etapa de crecimiento en donde el animal es más eficiente para convertir alimento en músculo y hueso. En Uruguay, las condiciones de producción en sistemas basados en campo natural generan restricciones severas en esta etapa (especialmente de proteína), afectando el tamaño final adulto del animal.

Comúnmente, en nuestro país la recría se realiza sobre campo natural o sobre pasturas mejoradas, estas condiciones pueden ser limitantes para lograr los objetivos propuestos para dicha categoría.

Por lo general, las categorías de recría son postergadas por otras categorías con mayores necesidades como lo son los animales de engorde, pudiendo provocar una subnutrición como problema a futuro para estos animales, generando un retraso en el inicio de la pubertad, comprometiendo el tamaño adulto y el ritmo de las ganancias de peso post-restricción (Velazco, 2009)

Algunas de las herramientas que se pueden utilizar para mejorar las condiciones que limitan la recría en nuestro país son: el diferimiento de forraje de campo natural de otoño, el uso de mejoramientos de campo y la suplementación estratégica (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], s.f.).

Con lo que respecta a la recría sobre campo natural, el periodo invernal (principalmente primer invierno) se considera el momento más crítico para el animal, ya que las condiciones climáticas, cantidad y/o calidad de las pasturas son insuficientes para cubrir los requerimientos animales, siendo una limitante para el futuro de estos como se mencionó anteriormente causando efectos difíciles de revertir (INIA, s.f.).

Frecuentemente, los terneros pasan los inviernos sobre campos en donde la cantidad de forraje no alcanza para cubrir sus requerimientos de mantenimiento (pierden peso) y no llegan a ganar 0.2 kg/d. Estas ganancias son las que permiten aprovechar el

crecimiento compensatorio en primavera para lograr un entore a los 2 años o peso de faena adecuado a los 24-30 meses (Pigurina et al., 1997).

Las pasturas sembradas, tales como el uso estratégico de verdeos, praderas convencionales y coberturas, son algunas de las tecnologías que se incorporan a la fase de recría. Una de las mayores dificultades en cuanto al manejo de este tipo de pasturas es restringir o regular la ganancia diaria y a la vez administrar el forraje, sin perjudicar la pastura o al animal (Pigurina et al., 1997). Para lograr adecuadas ganancias de peso del orden de 200 g/a/d (Pigurnina et al., 1998), basta que el animal consuma cantidades restringidas de forraje de alta calidad, (2% de su peso vivo de MS/día) (INIA, s.f.).

Como última herramienta mencionada, la suplementación con granos y/o subproductos juegan un rol muy importante en esta etapa de la vida de los animales, principalmente en las situaciones en que el forraje disponible es muy escaso o la calidad no es adecuada (falta de energía o proteína o desbalances de estos) (Pigurina et al., 1997).

2.2 Verdeos de invierno

El lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas invernales determinan una escasez de forraje de las pasturas naturales y convencionales, temprano en el otoño e invierno, debiéndose utilizar alternativas forrajeras de mayor producción en estas estaciones para “paliar” estas deficiencias (Zanoniani et al., 2003).

Es en esta etapa donde los verdeos de invierno pueden ser una buena alternativa para mitigar la escasez de forraje, ya que se caracterizan por brindar un rápido aporte de forraje tanto en volumen como en calidad en un periodo corto de tiempo, dado por su fácil instalación (Perrachon, 2009).

2.2.1 Calidad nutricional de los verdeos de invierno

Como se observa en la tabla 1, los verdeos de invierno se caracterizan, en esa época del año, por tener muy alto contenido de agua, altos valores de digestibilidad (mayores al 75%), alta proporción de proteína bruta soluble (mayores al 15%), bajos niveles de fibra (menores al 25%), y de azúcares solubles (AS menores al 10%) (Borrajo et al., 2011).

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

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

Nota. Elaborado en base a Mieres et al. (2004).

La calidad nutricional de este tipo de pasturas depende de características tales como, especies utilizadas y su potencial genético, condiciones ambientales, estación del año en

la que se encuentre, manejo realizado, y estado de madurez de las mismas. Con respecto a esta última característica mencionada, las gramíneas jóvenes y hojosas, tienen un alto valor nutritivo al inicio de su ciclo, el cual baja al avanzar el estado de madurez, aumentando el rendimiento, disminuyendo la digestibilidad y el consumo por parte de los animales (Banchero et al., 2011; Zanoniani et al., 2003).

Según Zanoniani et al. (2003), los componentes del rendimiento (tallos y hojas), también presentan variaciones importantes. Los compuestos nitrogenados, el contenido mineral y las hojas disminuyen, mientras que los tallos aumentan en la medida que se necesitan mayor cantidad de estructuras de sostén al igual que la fibra y lignina. Los carbohidratos solubles (CHOS) tienen un comportamiento diferente, aumentan en la medida que avanza la estación de crecimiento y cuando llegan a un máximo, disminuyen debido a que comienza el llenado de grano.

Por este motivo es que es conveniente mantener a los verdeos de invierno en estadios de desarrollo tempranos la mayor cantidad de tiempo posible, debido a sus excelentes valores nutricionales que están dados principalmente por el bajo contenido de pared celular, fibra soluble en detergente neutro (FDN) (Moreyra et al., 2014).

Analizando los parámetros calidad nutricional de los verdeos de invierno en función a las estaciones del año, se ve que, en el otoño, el contenido de materia seca del verdeo es muy bajo (Banchero et al., 2011), mientras que hay un incremento del valor nutritivo en la segunda estación de pastoreo, esto está dado no solo por las características más tiernas que se dan por el rebrote de la pastura, sino también a una disminución del aporte de los restos secos al forraje total.

2.2.2 Problemática de los verdeos de invierno

Los verdeos de otoño e invierno, se consideran un alimento desbalanceado nutricionalmente en cuanto a energía y proteína, siendo esto una limitante para la producción ganadera (Zanoniani et al., 2003). Este desbalance, que se produce en forrajes frescos en estado vegetativo, provoca bajas ganancias medias diarias (< 0.6 kg/cabeza/día) (Borrajo et al., 2011). En primavera, estas gramíneas se encuentran mejor balanceadas, con baja concentración de materia seca y de fibra, también presentan máximos niveles de proteína y digestibilidad, siendo en estas condiciones en donde se da un alto consumo voluntario por parte del animal (Peruchena, 2007).

Estudios realizados por Banchero et al. (2011) afirman que existe una relación directa entre el porcentaje de materia seca y el consumo animal. Se ha visto que el exceso de agua en el forraje genera una carga elevada de nutrientes en el intestino grueso del animal, lo que puede causar problemas en la absorción y en el equilibrio de minerales, afectando así su salud y producción. A su vez, los animales reducen su ingesta de forraje, por las causas ya mencionadas, lo que resulta en aumentos de peso inferiores a lo esperado.

Asimismo, los verdeos en estado vegetativo aportan un bajo contenido de fibra, generando problemas en el funcionamiento ruminal, viéndose disminuida la masticación y por ende la rumia. Estos procesos mencionados, son los que favorecen la producción de saliva, que se encarga de mantener óptimas condiciones ruminales (Zanoniani et al., 2003).

2.2.3 Caracterización del Raigrás cv. Jack

Uno de los verdeos más utilizados en nuestro país es el raigrás, este se distingue por su rusticidad, permitiéndole soportar condiciones climáticas adversas, distintos tipos de suelo y de manejos (Amigone & Tomaso, 2007).

El Raigrás anual, es una gramínea de ciclo largo que presenta una buena producción de forraje de excelente calidad, también se caracteriza por tener muy buena resiembra y excelente respuesta a la fertilización nitrogenada. Con siembras a fines de marzo, se logran pastoreos desde mediados de mayo en adelante (Perrachon, 2009), presentando un crecimiento inicial más lento que el de cereales forrajeros, con una curva de producción más extendida, produciendo forraje de buena calidad hasta primavera tardía (Tabla 2). La especie tiene un sistema radicular bastante superficial que la hace vulnerable a condiciones severas de sequía (Amigone & Tomaso, 2007).

Tabla 2

Producción de forraje de los verdes de invierno (Kg MS/ha)

| | Otoño | Invierno | Primavera | Verano | Total |
|-----------------|-------|----------|-----------|--------|-------|
| Avena | 1844 | 2497 | 2691 | - | 6636 |
| Raigrás (LE284) | 829 | 3418 | 3117 | - | 7363 |
| Raigrás (Titán) | 863 | 3196 | 5146 | - | 9206 |

Nota. Tomado de García (2003, como se cita en Perrachon, 2009).

Un nuevo tipo de raigrás, que se ha comenzado a utilizar en este último tiempo, es el raigrás Jack (*lolium multiflorum* cv. Jack), tratándose de un raigrás itálico diploide, es decir, que requiere niveles de frío para que sus macollos florezcan y a su vez tienen mayor número de hojas, tallos y macollos pero más finos al compararlo con cultivares tetraploides (Lus, 2010).

Las características nutricionales de esta variedad se especifican en la tabla 3, se resalta un menor contenido de proteína cruda que otras variedades estudiadas, lo cual podría mejorar el desbalance anteriormente planteado.

Tabla 3

Composición química de Raigrás cv Jack (valores promedio para el invierno 2022)

| Composición química Raigras cv Jack | |
|-------------------------------------|------|
| Proteína cruda (%) | 12 |
| FDN (%) | 49,2 |
| FDA(%) | 24,3 |
| Ceniza (%) | 11,2 |
| EM (Mcal/kg)* | 2,53 |

Nota. % como porcentaje de la MS. Adaptado de Simeone et al. (2023), * tomado de Di Marco (2011). FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra soluble en detergente ácido, EM: energía metabolizable estimada.

2.3 Suplementación

La suplementación es una tecnología que permite mejorar las ganancias individuales y bajar la asignación de forraje, aumentando la capacidad de carga del sistema (Pordomingo, 2003).

Según Cibils y Fernández (2003) suplementar es agregar el nutriente que hace falta para lograr el nivel de producción requeridos. Pasinato y Sevilla (2002) definen los objetivos de la suplementación como aumentar el nivel de producción individual, mejorar la eficiencia de conversión de la dieta base, aumentar la capacidad de carga, prevenir enfermedades nutricionales y también transformar residuos de cosecha en productos.

Existen dos factores básicos que se deben tener en cuenta al momento de suplementar, los requerimientos de los animales (varían según la edad, y nivel productivo) y las características de la dieta base (Pasinato & Sevilla, 2002). Sobre el primer factor, Pordomingo (2003) afirma que los animales jóvenes presentan una mejor eficiencia de conversión por un menor costo energético de mantenimiento, y menor proporción de grasa.

La oferta de suplementos es elevada, existiendo del tipo energético y proteico. Los primeros están compuestos principalmente por granos de cereales y los segundos por subproductos como puede ser harina de algodón, afrechillo de cereal, entre otros (Pasinato & Sevilla, 2002).

La estrategia de suplementación como técnica nutricional para corregir deficiencias y como vía de intensificación del sistema, debe ser determinada una vez se establezcan los requerimientos de los animales y se caracterice la dieta base (Pasinato & Sevilla, 2002).

2.3.1 Antecedentes

En un estudio realizado por Berriel et al. (2024), se evaluó la ganancia media diaria de terneros pastoreando sobre *Lolium multiflorum* cv Jack bajo diferentes ofertas de forraje, registrándose una respuesta lineal al aumento de la oferta de forraje (0,25, 0,55, 0,77 y 0,80 kg/día con una asignación de 2,5, 5, 7,5 y 10% del PV, respectivamente).

No obstante, el aumento de la oferta de forraje trae consigo una disminución en el aprovechamiento del mismo, pudiendo verse afectada la producción de carne por unidad de superficie (Simeone et al., 2023).

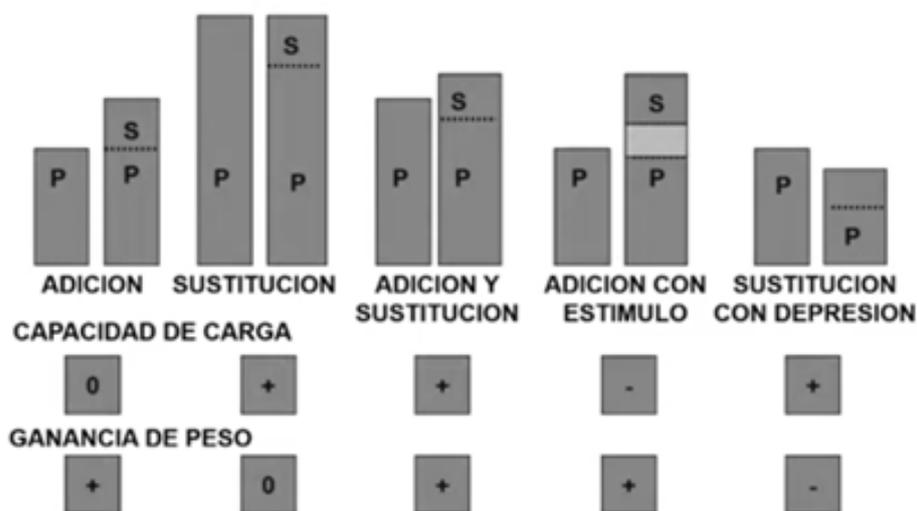
2.3.2 Respuesta a la suplementación: bases teóricas

Baldi et al. (2008) definen la respuesta animal a la suplementación como la producción adicional que se obtiene por el hecho de suplementar en relación a la alternativa de no hacerlo. Está dada por un conjunto de factores que interactúan, atribuibles a la pastura (cantidad y calidad), al suplemento (procesamiento, cantidad), al animal, y al manejo (frecuencia).

Existen relaciones entre la pastura y el suplemento, que definirán la respuesta a la suplementación. La misma puede ser directa, teniendo un efecto aditivo, o indirecta generando sustitución (Flores & Bendersky, 2010). También puede tener efectos combinados de sustitución y adición y de adición con depresión (De León, 2005) (Figura 1). Estas respuestas son dependientes del nivel de suplementación y de la oferta forrajera (cantidad y calidad).

Figura 1

Respuesta a la suplementación y efectos en capacidad de carga y ganancia de peso



Nota. Lange (1973, como se cita en Campus FCA-UNC, 2020).

De León (2005) define que el efecto aditivo se da cuando el animal sobre la pastura obtiene una cantidad limitada de nutrientes, dado por baja digestibilidad, oferta forrajera o tiempo de pastoreo. La suplementación en estas condiciones permite un incremento en la ganancia de peso individual, sin modificar la capacidad de carga de la pastura.

La sustitución se da en pasturas de buena calidad y con el uso de suplementos que no agregan nutrientes, dando como resultado que el animal deje de comer pastura en una cantidad equivalente al suplemento recibido. La ganancia de peso no está afectada, pero sí impacta la capacidad de carga del sistema.

En la misma línea de investigación, De León (2005) conceptualiza la adición y sustitución como la combinación de los efectos anteriormente mencionados. En esta respuesta, existe una mejora en la disponibilidad de nutrientes, que conlleva a una disminución del consumo de la pastura no proporcional. Genera aumentos en la ganancia de peso individual y en la capacidad de carga del sistema.

La sustitución con depresión, se da cuando la inclusión del suplemento afecta de forma negativa al aporte de nutrientes de la pastura, disminuyendo la ganancia de peso, pero con un menor consumo de pastura que permite aumentar la carga animal. Esta

situación se presenta cuando el suplemento disminuye la digestibilidad del forraje base (De León, 2005).

La última respuesta, adición con estímulo se da en aquellos casos en los cuales el consumo de suplemento estimula la ingesta de forraje (Mieres, 1997).

Pigurina et al. (1997) afirma que todas las respuestas dependen de la disponibilidad de la pastura y de la carga animal, que va a determinar el grado de utilización de la misma.

La tasa de sustitución es la cantidad de MS de forraje que se deja de consumir por cada kilogramo de MS de suplemento consumido (Anrique, 2014). Como se mencionó, la misma va a tener una relación directa con la cantidad de forraje disponible (Vaz Martins, 1997).

La respuesta dependerá del grado de inclusión del suplemento, estas se dan en un rango del 0,5 a 1% del peso vivo. Cuando la inclusión es más baja, de 0,5% del peso vivo la respuesta por unidad de grano ofrecido es máxima, pero la ganancia de peso absoluta será menor en comparación a una inclusión del 1% del peso vivo. Cuando se suplementa en niveles más altos del 1%, la respuesta disminuye explicado por una tasa de sustitución mayor de forraje por grano, y las ganancias no se ven incrementadas notoriamente. Esto se traduce a que el rango de oferta de suplemento donde hay respuesta sea acotado (Baldi et al., 2008).

En la misma línea de investigación, Baldi et al. (2008), afirman que a medida que la calidad de la dieta base (forraje) es menor, la tasa de disminución por concentrado disminuye, concluyendo que la ganancia de peso por la inclusión de un suplemento es mayor si se compara a una dieta base de alta calidad. En pasturas de mayor calidad, como es el caso de praderas y verdes invernales, se debe restringir la oferta de forraje para así disminuir la tasa de sustitución y obtener mayor respuesta.

2.3.3 Suplementación energética sobre verdes de invierno

Las características de las pasturas en el periodo invernal mencionadas anteriormente, llevan a que la suplementación utilizada sea de tipo energética. Los granos de cereales como avena, cebada, trigo, maíz son los más utilizados como concentrados energéticos (Baldi et al., 2008). La suplementación con este tipo de granos aporta energía

lo que ayuda a disminuir el desbalance entre energía y proteína, y así evitar pérdidas en la ganancia de peso (Tieri et al., 2011).

Este tipo de suplemento por ser de alta concentración energética (> 3 Mcal EM/kg MS) y bajo contenido proteico (entre 8 y 13% de Proteína Bruta (PB)), debe ser utilizado sobre pasturas que no presenten limitaciones en términos proteicos (Latimori & Kloster, 1997).

Además de generar un aumento en el consumo de materia seca, los concentrados mejoran la eficiencia en el uso de nitrógeno (Bargo et al., 2002, Sinclair et al., 2000, como se cita en Noro et al., 2006). La proteína soluble de los verdes en el rumen se degrada rápidamente en el proceso de fermentación, lo que lleva a que se libere nitrógeno amoniacal. El déficit energético que se da sobre los verdes genera baja síntesis bacteriana, provocando que el nitrógeno amoniacal termine en la transformación de urea y posterior eliminación de la misma, generando deficiencias productivas (Tieri et al., 2011).

En el año 2004 se analizó en la UPIC (Simeone & Beretta, 2004), la respuesta a la suplementación invernal de terneros Hereford. Los animales pastorearon una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas, y fueron suplementados con grano de sorgo. Como se muestra en la tabla 4, se confirmó que sí existe una respuesta a dicha suplementación, es decir que hay un efecto positivo en la performance animal, que a su vez se encuentra estrechamente relacionado con la oferta de forraje a la que se esté trabajando, lo cual afecta la eficiencia de conversión de suplemento.

Tabla 4

Respuesta a la suplementación y manejo de la intensidad de pastoreo en terneros

| Asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) | Ganancia de peso vivo (kg/día) | | Respuesta a la suplementación (kg/d) | Eficiencia de conversión de suplemento * |
|---|--------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|
| | Sin suplementación | Suplementación (1% PV) | | |
| 2,5 | 0,272 bB | 0,521 bA | 249 | 7:1 |
| 5 | 0,457aB | 0,691 aA | 234 | 8:1 |

Nota. * kg de suplemento por cada kg de ganancia adicional a, b, c: medias seguidas de diferente letra en la columna difieren ($P<0,05$). A, B: medias seguidas de diferente letra en la fila difieren ($P<0,05$). Tomado de Simeone y Beretta (2004).

Por otro lado, estudios realizados en novillos pastoreando raigrás suplementados con grano de maíz al 0,7-0,8% de su peso vivo presentan ganancias medias diarias de 1,2 kg/d (Bendesky & Flores, 2010).

2.3.4 Grano de arroz con cáscara como concentrado energético

Según Paredes et al. (2021), el grano de arroz es una estructura compleja, que está formado por una capa protectora exterior, cáscara, que se compone de lemma y palea, y por el cariopsis del arroz. La cáscara constituye el 20% del peso del grano, con variaciones entre 16 a 28%.

Si bien la cáscara de arroz es un producto agroindustrial que se ha utilizado en dietas para ganado por su alto contenido de fibra y bajo contenido de proteínas (Ayçaguer et al., 2011), el uso del grano de arroz con cáscara es tema de reciente investigación y escasa información tanto en Uruguay como a nivel internacional.

2.3.5 Composición química y características nutricionales del GACC

La información sobre el perfil nutricional del GACC para alimentación de ganado es limitada. El valor nutritivo del arroz en cuanto al aporte de energía bruta es de 4,24 Mcal/kg. Este valor está dado por el elevado contenido de almidón rápidamente degradable, siendo el mismo de 64,3%. El contenido de proteína cruda es bajo (8,5%), así como el aporte de vitaminas y macro minerales, como se observa en la tabla 5 (*Rice, paddy*, 2017-2024)

Se conoce que el mismo tiene un mayor porcentaje de cenizas, menor contenido de almidón y mayor valor de FDN al compararse con el grano de maíz, siendo el aporte energético correspondiente a un 75% del valor nutricional del maíz (Simeone et al., 2023). Dyer y Weaver (1955) indican que el contenido de grasa y nutrientes digestibles es menor con respecto al grano de maíz.

En la misma línea de investigación, Simeone et al. (2023), afirman que no existen diferencias significativas en cuanto a nivel de proteína cruda del GACC con el maíz

Tabla 5*Composición química del GACC y del grano de maíz*

| Variable | GACC | Maiz |
|--|-------|-------|
| Composición química | | |
| Proteína cruda (%MS) | 8,50 | 8,79 |
| Proteína soluble (%PC) | 45,00 | 21,08 |
| Nitrógeno insoluble en detergente ácido NIDA (%PC) | 15,0 | 3,09 |
| Extracto etéreo (%MS) | 2,50 | 3,81 |
| Cenizas (%MS) | 5,88 | 1,44 |
| Almidón (%MS) | 64,3 | 72,1 |
| Fibra detergente neutro FDN (%MS) | 26,4 | 9,72 |
| Lignina (%MS) | 5,50 | 1,18 |
| Información nutricional | | |
| Nutrientes digestibles totales, NDT (%MS) | 66,8 | 87,6 |
| Energía metabolizable (Mcal EM/kg MS) | 2,40 | 3,17 |
| Proteína no degradable en rumen, PNDR (%PC) | 29,0 | 65,31 |

Nota. Adaptado de BCNRM (2016) y Heuzé et al. (2015, como se cita en Simeone et al., 2023).

2.3.6 Antecedentes en el uso de GACC en la alimentación animal

Un estudio realizado por Weaver y Moffer (1937, como se cita en Simeone et al., 2023) tuvo como objetivo el engorde de bovinos, porcinos y ovinos utilizando grano de arroz con cáscara. Los investigadores concluyeron que sí se puede utilizar el GACC como sustituto del maíz para engorde, pero su precio debe ser equivalente al 84-86% del maíz para ser competitivo (Simeone et al., 2023).

Dicha línea de investigación afirma que, las ganancias para todos los tipos productivos se dan de manera más lenta al compararse con el grano de maíz. El consumo de GACC fue mayor, pero la ganancia fue 15% superior en el caso de los animales suplementados con grano de maíz, por lo que concluyen que la eficiencia de conversión es peor en el caso del GACC.

En cuanto a su uso en bovinos, Simeone et al. (2023) no reportan factores antinutricionales en el uso de GACC ni lesiones en las paredes ruminales, aun cuando los niveles de inclusión son altos. No se reportan problemas de palatabilidad o de aceptación, ni efectos negativos. Han sido reportados casos de timpanismo, pero que no causaron aumentos en la mortandad.

Más recientemente, en el año 2015 se llevó a cabo un experimento realizado por Argenta donde se evaluó el reemplazo del grano de maíz por GACC en dietas ofrecidas *ad libitum* a animales en confinamiento. Los resultados arrojaron que el consumo no fue afectado a pesar de que se dió una disminución en la ganancia diaria y la eficiencia de conversión en el caso de los animales que consumieron GACC.

Otro estudio realizado por Carrau et al. (2023) con terneras pastoreando raigrás Bill Max reportan una superioridad a favor del grano de sorgo, en la ganancia de peso de 0,045 kg/d en comparación con cuando se suplementan con GACC, al 1% PV en ambos casos. En este mismo trabajo, se reportan ganancias medias diarias de 0,058 kg/d para los animales que solo pastorearon, y de 0,289 kg/d para los animales suplementados (promedio GACC y grano de sorgo).

2.4 Efecto de la forma de suministro del suplemento sobre la performance animal

El suministro de raciones mediante comederos de autoconsumo es una práctica que simplifica el manejo debido al ahorro que permite en mano de obra y tiempo (Rovira

& Echeverría, 2014). Se ha comenzado a utilizar por diferentes motivos, como la falta de infraestructura (corrales, estructura), dificultades para el suministro diario de suplemento por escasez de mano de obra especializada y la necesidad de reducir los costos operativos, entre otros. A su vez, da la certeza de que el alimento esté disponible siempre (Sampedro et al., 2017).

Se han realizado evaluaciones a nivel experimental para comprobar si existe algún impacto del método de entrega de la ración en la performance animal. Una de ellas se trata de un experimento realizado en la UPIC (Simeone & Beretta, 2006), con terneros de destete precoz. Fueron evaluados dos tratamientos, uno al cual se le suministró la ración diariamente (1% del PV), y otro que recibió el alimento *ad libitum* en un comedero de autoconsumo, que se recargó semanalmente, consumiendo la misma ración. Para este último, como método de regulación de consumo se utilizó sal (NaCl) en un 10% del concentrado total ofrecido. Se concluyó que, al comparar el suministro diario con el autoconsumo, no existieron diferencias significativas en la ganancia de peso (0,74 vs 0,69 kg/d). Según estos autores la utilización de sistemas de autoconsumo cuando se trata de categorías de altos requerimientos nutricionales, podría ser una buena alternativa.

Rovira (2012) realizó un experimento con terneros de 180 kg PV, en el cual se concluye que es esperable que el animal consuma 4,7 kg de ración por día cuando se suministra la ración sin agregado de NaCl, y 2,7 kg diarios cuando el consumo de alimento se regula con el agregado de NaCl. En el primer caso el agregado de NaCl se sustituye con fibra corta (ej.: cáscara de arroz) para limitar la cantidad de ración consumida.

En otro experimento realizado en INIA se comprobó que hubo diferencias numéricas en la ganancia de peso entre las distintas modalidades de suministro de ración, que tampoco llegaron a ser significativas (Rovira & Velazco, 2012b). En esta investigación se utilizaron novillos distribuidos en cuatro tratamientos: sin suplementación, suplementados diariamente (1% PV), suplementación restringida en autoconsumo con sal (1% PV), y suplementación *ad libitum* en autoconsumo. Según dichos autores el método de entrega del suplemento no tuvo efectos significativos en el desempeño productivo de los animales suplementados sobre praderas. En cuanto a la eficiencia de conversión, se concluyó que se tiende a desmejorar en los sistemas de autoconsumo en comparación con el suministro diario (Rovira & Velazco, 2012a). Según estos autores, la eficiencia de conversión de suplemento fue mayor en el caso de la suplementación diaria con respecto a sistemas de autoconsumo restringido y *ad libitum*.

Dentro de la práctica de autoconsumo, también se estudió el desempeño productivo de los animales en función de la cantidad de alimento suministrado, comparando la suplementación al 1% del peso vivo con el consumo *ad libitum*. Con el sistema *ad libitum* se alcanzaron mayores ganancias de peso, que se atribuyen a un consumo de ración significativamente mayor (Rovira & Velazco, 2012b).

Cuando se proporciona ración en un comedero de autoconsumo, es de especial importancia evitar los riesgos de acidosis, por lo tanto, en el mercado se encuentran raciones balanceadas con sal adicional (10% NaCl) para limitar la cantidad consumida. En otro trabajo realizado por los mismos autores, se señala que la adición de sal tiene implicancias como la disminución del valor nutritivo del alimento, debido a que se encuentra dentro de la fracción ceniza. A su vez, un exceso de sal incrementa los costos energéticos de mantenimiento debido a que el animal debe expulsarla junto con la orina (Rovira & Velazco, 2012a).

Como alternativa al uso de sal, se ha comprobado en un experimento realizado por Rovira en 2014 la efectividad de la cáscara de arroz. Es una fuente de fibra efectiva que mejora el ambiente ruminal debido a que provoca un incremento de la rumia, disminuyendo de esta forma el riesgo de acidosis, sin ir en detrimento del consumo de alimento. En dicho trabajo se comprobó que la ración con cáscara de arroz sin agregado de sal, logra incrementar en más de 50% el consumo de ración comparado con aquella a la que se agregó 10% de NaCl (Rovira, 2014).

2.5. Hipótesis

La suplementación con GACC mejora la performance de terneros pastoreando raigrás con oferta de forraje restringida. Esta respuesta, así como la eficiencia de conversión del suplemento pueden variar dependiendo del método de suministro del suplemento utilizado (suministro diario vs autoconsumo).

3. Materiales y métodos

3.1 Localización y periodo experimental.

El trabajo experimental se realizó durante el invierno 2023 en la UPIC de la EEMAC, Facultad de Agronomía (UDELAR), ubicada en el litoral norte del Uruguay en el departamento de Paysandú, entre el 6 de julio y el 28 de setiembre de 2023.

3.2 Clima

En la tabla 6 se presentan los datos climatológicos correspondientes al periodo experimental, que se obtuvieron de la Estación Meteorológica de la EEMAC, ubicada en el mismo predio donde se realizó el experimento. Los datos obtenidos de temperatura media fueron 13,7°C, siendo la temperatura mínima 8°C y la máxima 19,4°C. Las precipitaciones acumuladas fueron de 185 mm.

Tabla 6

Temperaturas y precipitaciones registradas en el periodo experimental

| | Periodo experimental | | | |
|------------------------|----------------------|-------|--------|-----------|
| | Junio | Julio | Agosto | Setiembre |
| Temperatura media, C° | 13,6 | 12,7 | 13,8 | 14,6 |
| Temperatura mínima, C° | 9,4 | 8,9 | 8 | 10 |
| Temperatura máxima, C° | 17,6 | 16,7 | 19,4 | 19,2 |
| Precipitaciones, mm | 57 | 91,2 | 20,6 | 73,2 |

Nota. Tomado de Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC, 2023).

3.3 Infraestructura.

Se delimitaron con hilo eléctrico 9 parcelas de 28 metros fijos de ancho y con un largo variable, el cual dependió de la disponibilidad de la pastura. Cada parcela tuvo acceso a un callejón en el cual los animales dispusieron de agua común en tres bebederos de plástico. Debido a que el potrero no tenía acceso al agua, se usó un tanque de 100L el cual se recargó mediante cisterna y estuvo conectado a bebederos.

Se contó con tres comederos de metal y tres comederos de autoconsumo, para los tratamientos de consumo diario y *ad libitum*, respectivamente.

3.4 Pastura y suplemento.

La pastura utilizada fue Raigrás cv Jack de la empresa Gentos. Es un cultivar diploide destacado por tener un ciclo tardío pero una buena producción inicial. La fecha de siembra fue 22/04 con una densidad de 25 kg/ha, en un total de 11 ha. En cuanto a herbicidas, se realizó una aplicación inicial de Glifosato + 2,4-D amina. Se llevaron a cabo dos fertilizaciones, una inicial de 100 kg de 18-46-0 y una re fertilización luego del primer pastoreo.

Como suplemento se usó GACC brindado por la ACA, el mismo se suministró quebrado para los dos tratamientos suplementados llevados a cabo.

3.5 Animales y tratamientos

Se usaron 36 terneros machos raza Hereford, de 9 meses de edad, nacidos en primavera del 2022 provenientes del rodeo de EEMAC. El peso inicial promedio de los mismos fue de $162 \pm 13,5$ kg (peso promedio al final del periodo de acostumbramiento).

Los animales fueron bloqueados según su peso vivo en tres grupos (livianos, medio, y pesados) y luego sorteados de dentro de cada bloque a 1 de 3 tratamientos:

1) pastoreo de raigrás sin acceso a la suplementación (Testigo); 2) pastoreo de raigrás más suplementación con GACC quebrado con oferta *ad libitum* en un comedero de autoconsumo (AC); 3) pastoreo de raigrás más el suministró diario del mismo suplemento a razón de 1 kg de MS/ 100 kg de peso vivo (SD).

Cada tratamiento quedó integrado por 3 repeticiones, cada repetición representada por 4 terneros pastoreando una parcela independiente. Todos los tratamientos pastorearon con una oferta restringida de forraje de 2,5 kg de MS/100 kg de peso vivo.

3.6 Manejo sanitario.

Al inicio del acostumbramiento (21 de junio) se realizó un manejo sanitario, en donde se dosificaron vacunas antiparasitarias, para infecciones respiratorias y para control de clostridiosis; Ricobrandazol, Neumosán, y Clostrisan,, respectivamente.

A los 15 días, correspondiendo con la primera pesada de los animales, se dosificó la vacuna contra aftosa. En la segunda pesada, se realizó una aplicación de Pour Metrin B-T para control de piojos.

Durante el periodo de acostumbramiento los animales se observaron diariamente con la finalidad de detectar alguna irregularidad que se presentara como problemas sanitarios, digestivos, entre otros.

Durante el periodo de acostumbramiento, en donde los animales aún no habían sido separados por tratamiento, se detectó un animal (caravana 9445) con un cuadro de actinomicosis, animal que corresponde al tratamiento 1 testigo del bloque 2. El 1 de julio se decidió eliminar este animal del experimento, ingresando otro en su lugar (caravana 9500).

3.7 Procedimiento experimental.

3.7.1 Período pre-experimental

El periodo de acostumbramiento inició el 21 de junio y finalizó el 27 de junio. En dicho periodo, los animales comenzaron a consumir GACC a través de un incremento gradual diario de 0,25 kg MS/animal, junto con henilaje de moha (7,5 kg MS/animal). Dentro de esta semana, los 36 animales se manejaron juntos.

La siguiente fase del periodo de acostumbramiento abarcó desde el 28 de junio al 6 de julio. Allí los animales ya fueron divididos por tratamientos y comenzaron un pastoreo rotativo, por lo que se realizaron 3 parcelas con doce animales cada una, correspondiente a cada tratamiento.

Para el caso del tratamiento diario, los animales a partir del 28 de junio comenzaron a consumir suplemento en base al 1% del peso vivo. Para los animales asignados al autoconsumo, se comenzó calculando una oferta del 2% de su peso vivo.

3.7.2 Período experimental

El período experimental comenzó el 6 de julio hasta el 28 de setiembre, con una duración de 85 días. A partir de esta fecha los animales fueron separados en nueve parcelas. Los pastoreos tuvieron siete días de ocupación de la parcela, variando el área para el ajuste de la oferta de forraje, según la disponibilidad de materia seca y el peso vivo promedio por unidad experimental que se registró en la última pesada.

En el tratamiento de suplementación diaria, el GACC fue ofrecido una vez al día, en la mañana. En el caso del tratamiento de autoconsumo, al comienzo de la semana de pastoreo de cada parcela se llenó el comedero con los kg de alimento a consumir durante los siete días. Para asegurar que la oferta fuera *ad libitum*, se suministró a razón del 2% del peso vivo animal monitoreándose diariamente de manera tal de asegurar que el comedero estuviera siempre lleno.

Con respecto al suministro de agua, los animales todos los días, por la mañana, eran llevados a los bebederos, por bloques para asegurar el consumo de agua fresca y limpia.

3.8. Registros, mediciones y muestreo.

3.8.1 Altura al anca y peso vivo

A lo largo de las doce semanas del período experimental se realizaron seis mediciones de peso vivo, cada dos semanas; la primera al comienzo de la semana uno, y la última al final del período experimental. Los animales fueron pesados a la tarde llenos y temprano en la mañana vacíos. Acorde a estos valores se ajustó la cantidad de suplemento ofrecido para los tratamientos de consumo diario y *ad libitum*, según el porcentaje del peso vivo de alimento que se debió ofrecer en cada caso.

Se midió la altura al anca dos veces, al inicio y al final del período experimental.

3.8.2 Biomasa y altura del forraje disponible

Semanalmente se estimó la biomasa de forraje disponible utilizando el método de doble muestreo (Haydock & Shaw, 1975). El mismo se basa en la apreciación visual de tres estratos, cada uno representando la acumulación de forraje: (1: bajo, 2: medio, 3: alto), extrayéndose una muestra representativa de cada uno de ellos dos veces por parcela, utilizando un cuadro de 30x30 cm. Una vez cortadas al ras del suelo, las muestras fueron secadas en estufa de aire forzado hasta peso constante para la estimación de la biomasa de MS disponible (kg/ha). A su vez, en cada parcela se realizaron treinta mediciones de altura en cm, clasificándolos según el mismo criterio de niveles de acumulación de forraje, para así estimar la disponibilidad ponderando cada muestra por la frecuencia de aparición. Del mismo modo se estimó el remanente, una vez que los animales cambiaban de parcela.

3.8.3 Consumo de suplemento

Diariamente se registró el peso de los rechazos de suplemento en los comederos de suplementación diaria, y semanalmente en los comederos de autoconsumo. Para ambas situaciones, en caso de encontrarse alimento rechazado, se extrajo una muestra para estimar su contenido de materia seca en el laboratorio.

3.9 Variables calculadas

A partir de los datos recopilados y las mediciones efectuadas, se determinaron nuevas variables: consumo de forraje (CMSF), ganancia media diaria (GMD), eficiencia en la conversión del suplemento (ECS), respuesta a la suplementación (RS) y porcentaje de utilización del forraje.

El porcentaje de utilización se estimó a partir de la diferencia entre el forraje ofrecido y desaparecido expresando la diferencia como porcentaje del disponible. El consumo, expresado cada 100 kg de peso vivo, se estimó a como el producto entre la oferta de forraje por animal y la utilización del forraje, corrigiendo por el peso vivo para la estimación del consumo en kg/animal. En base a la diferencia de peso y el tiempo transcurrido entre pesadas, se ajustó una regresión lineal de peso vivo en función del tiempo en días, que dio como resultado la pendiente de la ganancia media diaria.

La eficiencia de conversión del suplemento se determinó como el cociente entre el consumo del suplemento y la respuesta a la suplementación, siendo esta última una variable que se obtuvo al calcular la diferencia de GMD entre los animales que recibieron suplemento y el tratamiento testigo. Finalmente, la utilización del forraje se estimó usando la siguiente fórmula: $UF (\%) = \text{Biomasa de forraje consumida} / \text{Biomasa ofrecida} \times 100$.

3.10. Análisis químico

Para el análisis químico de los alimentos se tomaron muestras semanales del material ofrecido y rechazado de suplemento de GACC y de las pasturas. Se agruparon dichas mediciones en tres períodos experimentales: inicial, medio y final, cada uno constituido por 4 semanas. Dentro de cada periodo, se agruparon y combinaron las muestras de cada estrato con el fin de obtener una sola muestra representativa por estrato.

Los análisis químicos fueron realizados en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía. Sobre muestras compuestas del alimento ofrecido, residual de cada tratamiento se determinó el contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno total (N total), nitrógeno insoluble en detergente ácido (ADIN), FDN, FDA y extracto etéreo (EE).

3.11 Análisis estadístico

El análisis del experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar, donde la parcela de pastoreo se consideró como una unidad experimental, cada parcela utilizada por 4 terneros. Se empleó un modelo general que incluyó el efecto de la media general, así como los efectos fijos de bloques y tratamientos.

Para el análisis del peso vivo y estimación de la ganancia media diaria se utilizó un modelo de heterogeneidad de pendientes de medidas repetidas en el tiempo utilizando procedimiento Mixed de SAS, según el modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \gamma_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij} + \beta_1 d_k + \beta_1 \alpha_{jdk} + \delta_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : es el peso vivo

β_0 es el intercepto

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

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

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

β_1 es la pendiente promedio (ganancia diaria) del peso vivo en función de los días (d_k)

β_{1j} : pendiente del peso vivo en función de los días (d_k) para cada tratamiento (α_j).

δ_{ijk} es el error de la medida repetida (dentro de animales)

Las variables asociadas a la pastura y consumo de suplemento, con medidas repetidas en el tiempo, se analizaron utilizando el procedimiento Mixed de SAS según el modelo:

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

Donde:

Y_{ijklm} : variable de respuesta

μ : media poblacional

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

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

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

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

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

Para las variables como peso y altura final, eficiencia de conversión del suplemento, se utilizó el procedimiento GLM de SAS, según el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_i + \alpha_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} : variable de respuesta

μ : media poblacional

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

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

ε_{ijk} es el error experimental

Se considero un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo I fue \leq a 0,05 cuando el efecto de tratamiento fue significativo, las medias fueron comparadas mediante contrastes ortogonales evaluando el efecto de la suplementación (Suplementados vs. Testigos) y el efecto del método de suministro del suplemento (DS vs. AC).

4. Resultados y discusión

4.1 Condiciones ambientales

En la tabla 7 se muestran los datos de precipitaciones y temperatura media mensuales para el periodo experimental en el departamento de Paysandú y las medias históricas del periodo 1991-2020 para el departamento.

Tabla 7

Condiciones climáticas del periodo experimental y registros históricos

| | Período experimental | | | |
|------------------------|----------------------|-------|--------|-----------|
| | Junio | Julio | Agosto | Setiembre |
| Temperatura media, C° | 13,6 | 12,7 | 13,8 | 14,6 |
| Temperatura mínima, C° | 9,4 | 8,9 | 8,0 | 10,0 |
| Temperatura máxima, C° | 17,6 | 16,7 | 19,4 | 19,2 |
| Precipitaciones, mm | 57 | 91,2 | 20,6 | 73,2 |
| | Registros históricos | | | |
| Temperatura media, C° | 12,6 | 11,9 | 13,8 | 15,4 |
| Precipitaciones, mm | 72 | 55 | 79 | 121 |

Nota. Elaborado a partir de Inumet (s.f.) y EEMAC (2023).

Se observó que las temperaturas medias registradas no presentaron variaciones en cuanto a la media histórica mes a mes. Sin embargo, en lo que se refiere a las precipitaciones sí existió variabilidad entre los meses al comparar con el promedio histórico, registrándose la mayoría de los meses precipitaciones medidas en mm acumulados, por debajo del promedio histórico, exceptuando el mes de julio que se caracterizó por ser un mes de excesivas lluvias.

Velázquez et al. (2015) afirman que la temperatura está correlacionada positivamente con el crecimiento y desarrollo vegetal. Para el caso del invierno, la cantidad de forraje producido está principalmente determinado por dicho factor. Se comprobó que, a una temperatura media de 4,5 °C, el crecimiento del verdeo se ve considerablemente reducido. Por otro lado, cuando la temperatura supera los 15 °C, la producción de materia seca aumenta de manera significativa (Holt, 1972 como se cita en Carámbula, 2007). En base a esto, se concluye que la temperatura no fue un factor que haya podido afectar negativamente el crecimiento de verdeo.

En términos de humedad, se pueden presentar tanto excesos como déficits de agua en ciertas situaciones, lo cual afecta el rendimiento de los verdeos (Carámbula, 2007). Esto se pudo observar en zonas bajas del terreno donde se acumuló agua excesivamente y el crecimiento de la pastura se vio afectado. El raigrás presenta altos requerimientos de agua disponible, que se encuentran entre 12 y 25 mm de precipitaciones semanales (Departamento Agronomía Infoagro, s.f.). De todas maneras con el arreglo de tamaño de parcela se logro asegurar la oferta de forraje necesaria para cada tratamiento.

4.2 Características de la pastura

En la tabla 8 se presenta la composición química del forraje ofrecido para el promedio de las 12 semanas de período experimental.

Tabla 8*Composición química y características nutricionales de la pastura*

| | Tratamientos | | | |
|------------------------|--------------|--------|-------|-------|
| | TESTIGO | DIARIO | AC | EE |
| Cenizas (% MS) | 13,36 | 13,27 | 13,24 | 0,063 |
| PC (% MS) | 12,58 | 12,66 | 13,13 | 0,13 |
| aFDNmo (% MS) | 48,48 | 48,52 | 49,15 | 0,206 |
| aFDAmo (% MS) | 22,84 | 22,93 | 23,03 | 0,14 |
| Digestibilidad MS (%) | 71,1 | 71,06 | 70,96 | 0,11 |
| EM Mcal/kg | 2,56 | 2,56 | 2,56 | 0,004 |

Nota. Proteína cruda (PC), cenizas (C), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), energía metabolizable (EM). EE: error estándar.

Con respecto a la energía metabolizable del forraje, esta se estimó utilizando la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS). Dicha conversión se realiza mediante la siguiente ecuación: $EM = 3.61 \times DIVMS$ (Di Marco, 2011).

En lo que se refiere a proteína cruda, los valores obtenidos fueron similares a los reportados por Beretta et al. (2023) para el cv Jack. Moreyra et al. (2014) presentan como disminuye el contenido de proteína cruda junto con la digestibilidad (véase anexo A), a medida que el verdeo se acerca a floración.

Si se observa la FDA, los resultados fueron similares a los estudiados por Beretta et al. (2023) y Carrau et al. (2023). A medida que el verdeo se desarrolla, aumenta la necesidad de estructuras de sostén, fibra y lignina (Zanoniani et al., 2003) (véase anexo A).

En la tabla 9 se detallan los resultados del análisis químico del GACC ofrecido.

Tabla 9

Composición química del GACC utilizado como suplemento

| Composición química | | | | | | | |
|---------------------|-------|------|------|---------|--------|-----|---------------|
| | MS% | C% | PC% | aFDNmo% | FDAmo% | EE% | EB Mcal/kg MS |
| GACC | 89,67 | 6,37 | 8,19 | 27,77 | 13,5 | 0,7 | 4,25 |

Nota. Proteína cruda (PC), cenizas (C), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), extracto etéreo (EE), y energía bruta (EB).

Se compararon los resultados de PC, cenizas y FDN de la muestra de GACC con los reportados por Felix et al. (2022), para los cuales se comprobó que se encuentran dentro de los valores esperados.

Con respecto al valor de proteína cruda, se vio que este es inferior comparado a otros alimentos, pudiendo generar una disminución en la ganancia, ya que un ternero de 150-250 kg requiere entre 13-16% de proteína cruda según Luzardo et al. (2010).

Por otro lado, la fracción extracto etéreo del GACC ofrecido mostró ser inferior al reportado por el *Rice, paddy* (2017-2024) (2,5% MS). Si bien no fue estudiado, esto podría tener como consecuencia un menor contenido de energía para el metabolismo (Tecnal, s.f.).

La fracción FDN del grano en estudio, al ser suministrado quebrado con cáscara y no molido o sin cáscara, tuvo altos valores de fibra. Esto puede traer consigo un beneficio para el proceso de rumia, ya que es suministrado sobre un verdeo de invierno caracterizado por un bajo contenido de dicha fracción (Borrajo et al., 2011).

El animal absorbe la fracción de energía bruta que queda disponible luego de las pérdidas por heces, gases y orina (McDonald et al., 1999). El pasaje de energía bruta a energía digestible, puede estimarse a partir de la digestibilidad del alimento ($\% \text{DIVMS} = 88.9 - (\% \text{FDA} \times 0.779)$; Di Marco, 2011), en base a este se llega a la energía metabolizable descontando las pérdidas por gases y orina con un coeficiente teórico de

0,82 (EM/ED) (McDonald et al., 1999). Siendo el aporte de FDA del GACC 13,5%, se estima la una digestibilidad de 78,38%, un valor de EM de 2,73 Mcal/kg MS. El mismo es superior al reportado por *Rice, paddy* (2017-2024) (2,4 Mcal/kg MS), demostrando una superioridad a favor del alimento suministrado, ya que la EM es el combustible que el animal utiliza para lograr el producto (Cozzolino et al., 1994).

Resulta pertinente comparar el GACC con el grano de maíz como referencia, debido a su elevado aporte energético. El maíz tiene valores de EM de 3,34 Mcal/kg MS y el sorgo de 3,18 Mcal/kg MS (*Maize*, 2017-2024); suministrando GACC a los animales, el aporte de energía es inferior con respecto a los distintos tipos de granos analizados anteriormente.

4.2.1 Biomasa pre y post pastoreo

En la tabla 10, se presentan las medias por tratamiento de la biomasa disponible pre y post pastoreo (kg/ha), su altura (cm), y el porcentaje de utilización del forraje.

Tabla 10

Biomasa pre y post pastoreo

| | Tratamientos | | | Efectos y contrastes (p valor) | | | |
|------------------------------|--------------|--------|--------|--------------------------------|----|----|-----|
| | Testigo | Diario | AC | EE | T | S | T×S |
| Biomasa pre pastoreo (kg/ha) | 2933,3 | 2906,8 | 3198,4 | 67,4 | ns | ** | ** |
| Altura entrada (cm) | 26,8 | 26,9 | 28,8 | 0,7 | ns | ** | ns |
| Biomasa rechazo (kg/ha) | 1021,1 | 1306,7 | 1895,6 | 65,8 | * | ** | ** |
| Altura rechazo (cm) | 7,3 | 9,3 | 12,5 | 0,4 | * | ** | ** |
| Utilización (%) | 62,9 | 52,1 | 38,3 | 2,6 | ** | ** | ns |

Nota. Significancia de los efectos: ** P<0,01; * P<0,05; ns: P>0,10 EE: error estándar.

T: tratamiento, S: semana, T×S: interacción tratamiento por semana.

En la tabla 10 se reportan las medias por tratamiento y la significancia de los efectos. Se observó un efecto muy significativo ($P < 0.01$) de la semana experimental sobre todas las mediciones, lo cual puede atribuirse al crecimiento y acumulación de la pastura a medida que avanzó el período de investigación. En el anexo B se presenta la evolución de dicha biomasa. En la semana 8 comienza el segundo pastoreo, es decir que los animales comienzan a consumir el rebrote del forraje, lo cual explica la disminución en kg/ha, estos valores se mantuvieron más bajos desde la semana 8 hacia el fin del experimento, con respecto a los valores registrados de disponibilidad entre las semanas 2 y 7.

Los cultivares de raigrás que mejor se adaptan a la región, concentran su mayor potencial de rendimiento durante el período frío invernal (Formoso, 2010). Esto lleva a que la biomasa pre y post pastoreo vayan en aumento en el transcurso de las semanas (Figura 2).

Específicamente para la biomasa de rechazo, el factor semana no fue la única fuente de variación, existió también un marcado efecto del tratamiento, tanto de la suplementación (Testigo 1021,1 vs suplementados 1601,1 kg MS/ha; $P = 0,2219$), como del método de suministro (SD 1306,65 vs AC 1895,56 kg MS/ha; $P < 0,001$); y de la interacción entre ambos.

Por un lado, a medida que avanzan los días experimentales, se da el pasaje de estado fenológico vegetativo a reproductivo, lo cual trae consigo una disminución en la digestibilidad de la materia seca, que genera un decremento en el consumo de forraje (Moreyra et al., 2014)

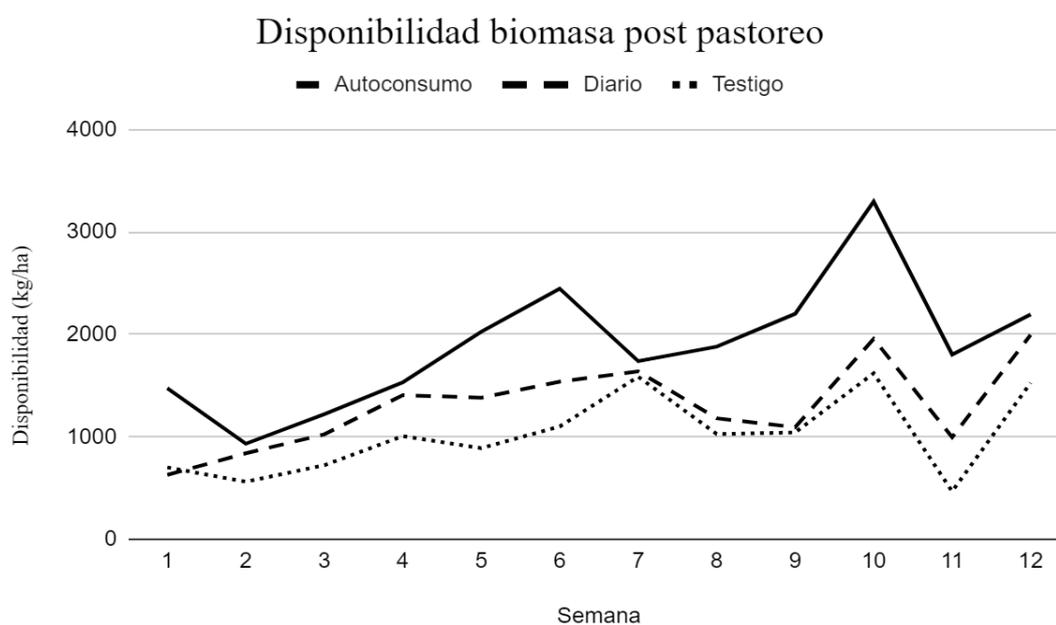
El efecto de la suplementación con GACC dejando un mayor remanente postpastoreo se atribuye a que es probable que ocurriera una disminución del consumo de forraje a expensas de un aumento del consumo de ración (tasa de sustitución) y probablemente, una mayor oportunidad de selección (Claramunt & Rodríguez Palma, 2015). Este efecto fue más acentuado en AC respecto a SD. La interacción que se da entre el consumo de suplemento y forraje en los tratamientos de SD y AC parecería ser principalmente sustitución-adición. De acuerdo con lo planteado en el anexo C, en ambos casos se vio dicho efecto. El animal sustituyó forraje por consumir suplemento, asimismo el total de lo consumido de MS se vio incrementado por el efecto que generó el suplemento, es decir que hubo adición. Esto se atribuye a las mejoras que se generan en el ambiente ruminal a causa del aumento de la fibra (Ortiz, 2021) (Ver anexo C). La

evolución en los niveles de consumo trae aparejado una disminución del porcentaje de utilización a medida que transcurre el tiempo; y al comparar el efecto de la suplementación (testigo 62,9% vs suplementados 45,2%; $P=0,005$) y del método de suministro (SD 52,1% vs AC 38,3%; $P=0,03$). Se comparó el resultado obtenido del tratamiento testigo con el porcentaje de utilización reportado por Beretta et al. (2023), en un trabajo con las mismas asignaciones de forraje que el presente trabajo sobre Raigrás Jack (2,5%) sin suplementación, el cual fue de 60%, por lo que el obtenido (62,9%) se encuentra dentro de lo esperado.

En el mismo trabajo se señala que una disminución en la cantidad de forraje consumida, por ende, en el porcentaje de utilización, puede verse a nivel de sistema productivo como una disminución de la productividad animal por unidad de superficie. (kg//ha) (Beretta et al. 2023).

Figura 2

Evolución de la disponibilidad de biomasa post pastoreo para los distintos tratamientos

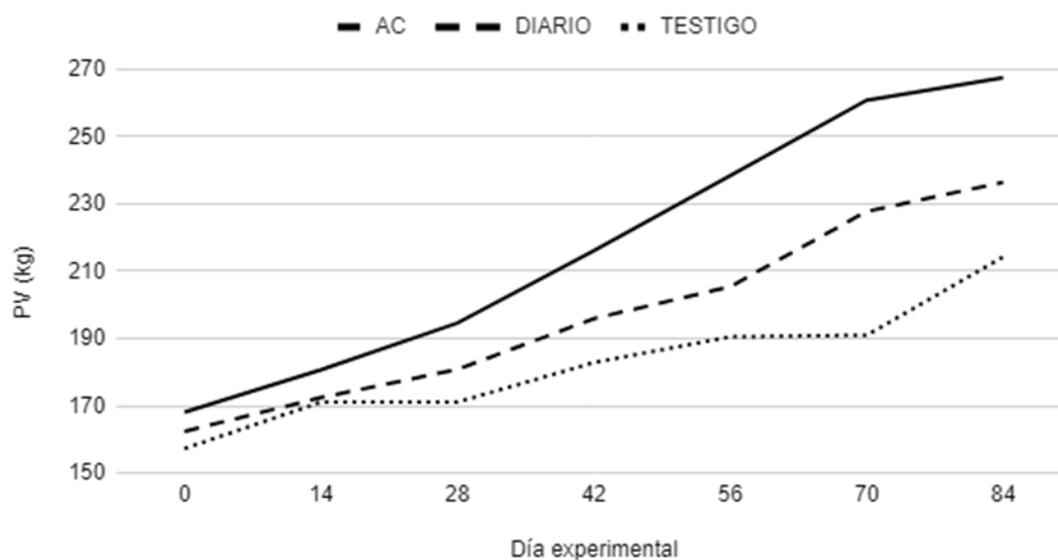


4.3 Evolución de peso:

En la figura 3 se puede ver la evolución de peso que presentaron los terneros en un período de tres meses.

Figura 3

Evolución del peso vivo de los terneros en el periodo experimental



Nota. AC animales suplementados con GACC en autoconsumo, DIARIO suplementados diariamente al 1%PV, TESTIGO sin suplementación.

A su vez en la tabla 11 se presenta la significancia de los efectos de la suplementación sobre las variables de crecimiento; se contrastaron animales suplementados vs. no suplementados, y suplementación *ad libitum* vs suplementación diaria.

Tabla 11

Efecto de la suplementación con GACC y método de suministro sobre el crecimiento en terneras

| Tratamientos | | | | | Efectos y Contrastes (P-valor) | |
|-----------------|--------|--------|--------|---------------------|-----------------------------------|----|
| T | SD | AC | EE | Supl. vs Testigo | AC vs. Diario | |
| Peso inicial | | | | | | |
| (kg) | 157,27 | 162,37 | 168,1 | 2,29 | ns | ns |
| Peso final (kg) | | | | | | |
| | 214,2 | 236,43 | 267,53 | 4,4 | ** | ** |
| Altura final | | | | | | |
| (cm) | 116,4 | 117,6 | 118,8 | 1,76 | ** | ** |
| GMD (kg/día) | | | | | | |
| | 0,638 | 0,917 | 1,251 | 0,49 | ** | ** |

Nota. Significancia de los efectos: ** P-valor<0,01; * P-valor<0,05; ns: P-valor>0,10; (EE): error estándar. GMD: ganancia media diaria.

La suplementación mejoró muy significativamente el peso final de los terneros respecto al testigo (214.2 vs 252.0 kg; P<0.01), un incremento de 15%. Dicho incremento es consistente con los valores de GMD alcanzados (0,638 vs 1,084 kg/d promedio de los suplementados, P <0,0001), viéndose reflejado en la altura del anca (116,4 vs 118,2 promedio de los suplementados P=0,6379)

Asimismo, la respuesta fue significativamente mayor para terneros con suplementados *ad libitum* en AC respecto a SD (236,4 vs 267,5 kg; P<0,0001). Lo mismo se dio para la GMD (SD 0,917 kg/d vs AC 1,251 kg/d; P=0,005) y para la altura final del anca (SD 117,6 cm vs AC 118,8 cm; P<0,01).

Los animales que fueron suplementados con GACC incrementaron un 69,9% la ganancia media diaria en comparación con aquellos que solamente pastorearon. Ambos tratamientos suplementados presentaron diferencias, registrando mayor ganancia el

tratamiento autoconsumo comparado con el suministro diario (1,251kg/d vs 0,917 kg/d, $P < 0,0001$).

Estudios realizados por Berriel et al. (2024) y Simeone y Beretta (2004) evaluando la respuesta en GMD para terneros de 150 kg sin suplementación, pastoreando un verdeo invernal de raigrás con asignación de forraje de 2,5%PV, reportaron ganancias medias diaria de 0,26 y 0,27 kg/d, respectivamente. Debido a esto, se concluye que la ganancia media diaria alcanzada por el tratamiento testigo se encuentra muy por encima de los antecedentes consultados.

Por otro lado, se comparó los animales suplementados, la forma de suministro de alimento afectó la GMD, dado que los animales del tratamiento AC presentaron una superioridad de 0,334 kg/d con respecto a los del tratamiento SD, habiendo diferencias significativas entre ambos tratamientos. Dicha diferencia fue consistente con un mayor consumo de suplemento por parte de los animales del tratamiento que no presenta restricciones de alimentación con GACC; se logra un mayor consumo que aporta mayor cantidad de nutrientes en comparación con los tratamientos diario y testigo. A su vez, los animales en AC presentaron una menor utilización del forraje con respecto a SD, es decir, hay un menor aprovechamiento de forraje, pero lo que se consume es de mayor calidad, debido a una mayor oportunidad de selección por parte del animal.

A modo de síntesis, se ve una correlación positiva entre peso final, ganancia media diaria y altura del anca, siendo el tratamiento de autoconsumo el que tiene los mayores valores en las tres variables, mientras que el tratamiento testigo es el que presenta los menores valores.

El método de suministro afectó significativamente el consumo de suplemento (kg MS) (SD 2,10 vs AC 3,58 kg/d; $P=0,0014$) y la respuesta animal a la suplementación (SD 0,29 kg/d vs AC 0,66 kg/d; $P=0,0002$). Con respecto a la ECS, no se detectaron diferencias significativas ($P=0,14$) (Tabla 12). No obstante, sí hay diferencias numéricas a favor del tratamiento autoconsumo, lo cual puede estar representando diferencias en el costo de implementación de la tecnología y en su eficiencia per se.

Tabla 12

Consumo, respuesta a la suplementación y eficiencia de conversión del suplemento

| | SD | AC | EE | Efectos y Contrastes (P-valor) |
|---------------|--------|--------|-------|--------------------------------|
| | | | | AC vs. Diario |
| CMSS (kg/día) | 2,1058 | 3,5806 | 0,054 | ** |
| RS (kg/día) | 0,29 | 0,66 | 0,005 | ** |
| ECS (kg/día) | 8,20 | 5,57 | 1,11 | ns |

Nota. Consumo de materia seca del suplemento (CMSS), respuesta a la suplementación (RS) y eficiencia de conversión de suplemento (ECS). Significancia de los efectos: ** P-valor<0,01; * P-valor<0,05; ns: P-valor>0,10; (EE): error estándar.

El consumo de materia seca de suplemento, presentó una superioridad de 1,47 kg/d en animales con suministró *ad libitum* con respecto a aquellos con suministro diario, equivalente a un 70% de aumento. La cantidad consumida por los animales del tratamiento autoconsumo para el promedio del experimento representa 1,64% del PV; esto estaría evidenciando la capacidad de la cáscara de arroz de generar que el animal consuma el alimento de forma controlada, sin ocurrencia de acidosis.

La eficiencia de conversión del suplemento no mostró diferencias significativas entre los tratamientos; se alcanzaron valores de 8,20:1 y 5,57:1 para el suministro diario y autoconsumo, respectivamente. Trabajando con suministro diario, Simeone et al. (2008), reportan eficiencias de 5:1 y 6:1, en terneros de 150 kg manejados sobre pasturas invernales con asignaciones de 2,5% a 3%, y suplementados a razón de 1% de su peso vivo con un suplemento de sorgo o maíz. Esta superioridad puede ser explicada por las diferencias que presentan en cuanto a su valor nutricional los granos utilizados en cada caso.

Sin embargo, otro estudio de Carrau et al. (2023), reportó que terneros con asignación de forraje de 2,5% de su peso vivo y suplementados con GACC diariamente a razón del 1% de su peso vivo, presentaron ECS de 7,8:1, siendo este valor similar al

obtenido en el presente trabajo (8,2:1). Los autores comparan esta eficiencia con la obtenida al suplementar los animales con grano de sorgo, con el cual se alcanza una eficiencia superior de 6,5:1, evidenciando diferencias en el valor nutritivo a favor de este último. Esto podría estar explicado por el efecto dilución que presenta el GACC debido a su alto porcentaje de fibra y menor contenido de energía metabolizable.

A modo de síntesis, se concluye que hay una respuesta en la performance animal a la suplementación con GACC, es decir que genera incrementos en la ganancia diaria de peso vivo. Asimismo, la forma de suministro es una fuente de variación de dicha respuesta, debido a que la respuesta es de mayor magnitud al ofrecer el alimento en un comedero de autoconsumo en comparación con ofrecerlo diariamente. Esto no se tradujo en diferencias significativas en cuanto a la eficiencia de conversión del suplemento, pero si hubo diferencias numéricas que pueden generar un impacto en el costo de la suplementación y su eficiencia.

Adicionalmente se concluye que el GACC es un alimento seguro para ser suministrado *ad libitum*, debido a la efectividad de la cáscara como fibra corta.

5. Conclusión

Existe respuesta a la suplementación con GACC quebrado en terneros pastoreando raigrás con oferta restringida (2,5% PV), siendo la misma del orden de los 0.446 kg/d Esta respuesta es diferente dependiendo del método de suministro (SD: 0.29 kg/d; AC:0.66 kg/d).

Los resultados observados son una primera evidencia de la viabilidad de suministrar el GACC en comederos de autoconsumo. No obstante, se destaca un elevado consumo de suplemento asociado a una baja utilización de la pastura, aún en condiciones de pastoreo con oferta de forraje baja.

6. Bibliografía

- Amigone, M., & Tomaso, J. (2007). *Principales características de avenas y raigrases*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/29-avena_raigrases.pdf
- Anrique, R. (2014). *Composición de alimentos para el ganado bovino* (4ª ed.). Universidad Austral de Chile.
- Argenta, F. M. (2015). *Grãos inteiros de milho, aveia branca ou arroz com casca na terminação de bovinos confinados desempenho e comportamento ingestivo* [Disertación doctoral]. Universidade Federal de Santa María.
- Ayçaguer, S., Iriñiz, J., & Martínez, V. (2011). *Evaluación de fuentes alternativas de fibra en dietas altamente concentradas para novillos y terneros alimentados a corral* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/9780/1/3794ayc.pdf>
- Baldi, F., Mieres, J., & Banchemo, G. (2008). Suplementación en invernada intensiva "La suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable". En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed), *Jornada de Producción Animal* (pp. 39-49). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/529/1/112761150508131605.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). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/632/1/112761251011104130.pdf>
- Bendesky, D., & Flores, J. (2010). *Suplementación sobre verdeos*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/72-Suplementacion_sobre_verdeos.pdf

- Beretta, V., Simeone, A., Zabalveytia, N., Burjel, V., Berriel, F., Coronel, L., & Cumbay, M. (2023). Efecto de la oferta de forraje en el manejo del pastoreo del raigrás (*Lolium multiflorum* cv. Jack) sobre la performance invernal de terneros Hereford. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *24° Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Haciendo el ajuste de la nutrición para aumentar el margen del negocio ganadero* (pp. 18-25). UPIC.
- Berriel, F., Coronel, L., & Cumbay, M. (2024). *Utilización de raigrás (Lolium multiflorum cv. Jack) en la alimentación de terneros: Efecto de la oferta de forraje sobre el crecimiento, comportamiento animal y utilización de la pastura* [Trabajo final de grado, Universidad de la República] Colibri. <http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/view/221/159/4712>
- 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
- Campus FCA-UNC. (2020). *Producción de Carne Clase 11 Suplementación* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KkxSAYiUgFY&t=1289s>
- Carámbula, M. (2007). *Verdeos de invierno*. Hemisferio Sur.
- Carrau, J., Félix, E., & Pons, J. (2023). *Evaluación del grano de arroz con cáscara como suplemento para terneras Hereford pastoreando raigrás Bill Max durante invierno en sustitución del grano de sorgo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/view/209/147/4272>
- Cibils, R., & Fernández, E. (2003). *¿Suplemento la recria? Sí, no, cómo y por qué*. Sitio Argentino de Producción Animal https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/09-suplemento_recria.pdf

- Claramunt, M., & Rodríguez Palma, R. (2015). *Consultoría sobre actualización y mejora del Programa “Modelización de una Explotación Ganadera Extensiva (MEGanE)”*: Informe de revisión bibliográfica. Plan Agropecuario; MGAP. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/22227_megane.pdf
- Cozzolino, D., Methol, M., Acosta, Y., Mieres, J., & Bassewitz, H. (1994). *Guía para la alimentación de rumiantes* (2ª ed.). INIA.
- De León, M. (2005). *Estrategias de suplementación de pasturas*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/54-suplementacion_estrategica_en_pasturas.pdf
- Departamento Agronomía Infoagro. (s.f.). *El cultivo de raigrás (Lolium spp.)*. InfoAgro. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_raigras_em_lolium_em_spp_.asp
- 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
- Dyer, A., & Weaver, L. (1955). *Corns substitutes for fattening cattle*. University of Missouri.
- Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni. (2023). *Annual climatological summary*. <http://meteorologia.eemac.edu.uy/NOAAPRYR.TXT>
- Felix, E., Peñalva, S., & Ulery, S. (2022). *Evaluación del uso del grano de arroz con cáscara (GACC) en la alimentación del ganado de carne* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- 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
- Formoso, F. (2010). *Producción de forraje y calidad de verdeos de invierno y otras alternativas de producción otoño-invernales*. INIA.

- 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/EA9750663>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (s.f.). *Recría*.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9517/1/Ficha-tecnica-7v5-Alimentacion-invernal.pdf>
- Latimori, N., & Kloster, A. (1997). *Suplementación sobre pasturas de calidad: Tipos de suplementos, usos, respuesta a la suplementación y estrategias concretas*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/37-suplementacion_sobre_pasturas_de_calidad.pdf
- Lus, J. (2010). *Raigrás Anual*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/63-raigras_anual.pdf
- Luzardo, S., Montossi, F., & Brito, G. (2010). La necesidad de suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina. *Revista INIA*, (22), 11-15. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2164/1/14432220710124329.pdf>
- Maize*. (2017-2024). INRAE; CIRAD; AFZ. <https://www.feedtables.com/content/maize>
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J., & Morgan, C. (1999). *Nutrición animal* (5^a ed.). Acribia.
- Mieres, J., Assandri, L., Cúneo, M. (2004). Tablas de valor nutritivo de alimentos. En J. M. Mieres (Ed.), *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 13-68). INIA.
- Mieres, J. M. (1997). Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. En D. Vaz Martins (Ed.), *Suplementación estratégica para el engorde de ganado* (pp. 11). INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2989/1/15630291007152242.pdf>

- Moreyra, F., Giménez, F., López, J. R., Tranier, E., Real Ortellado, M., Krüger, H., Mayo, A., & Labarthe, F. (2014). *Verdeos de invierno*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/109-Verdeos_invierno.pdf
- Noro, M., Vargas, V., Pulido, R., & Wittwer, F. (2006). Efecto del tipo de concentrado sobre indicadores sanguíneos del metabolismo de energía y de proteínas en vacas lecheras en pastoreo primaveral. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 38(3), 227-232. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2006000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Ortiz, D. A. (2021). *Efecto del ambiente ruminal y la fuente de fibra sobre la dinámica de desaparición de la materia orgánica y sus componentes en bovinos en confinamiento* [Disertación doctoral]. Universidad Nacional del Sur.
- 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* (Vol. 1, 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
- Perrachon, J. (2009). Pensemos en los verdes de invierno. *Revista del Plan Agropecuario*, (132), 42-46.
- Peruchena, C. (2007). *Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/81-sistemas_pastoriles.pdf

- Pigurina, G., Brito, G., Pittaluga, O., Scaglia, G., Risso, D., & Beretta, E. (1997). Suplementación de la recría en vacunos. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Suplementación estratégica de la cría y recría ovina y vacuna* (pp. IV-1-IV-6). INIA. <https://crilu.org.uy/revistas/SAD%20129.pdf>
- Pigurina, G., Brito, G., Pittaluga, O., Scaglia, G., Risso, D., & Beretta, E. (1998, junio). Alimentación de la recría en vacunos. *El País Agropecuario*, 4(40), 23-26. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/10376/1/40-40.pdf>
- Pordomingo, A. (2003). *Suplementación con granos a bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf
- Rice, paddy*. (2017-2024). INRAE; CIRAD; AFZ. <https://feedtables.com/content/rice-paddy>
- Rovira, P. (2012). *Suplementación en autoconsumo de bovinos en pastoreo*. INIA.
- Rovira, P. (2014). Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. *Revista INIA*, (36), 7-11. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3521/1/revista-INIA-36-Rovira.pdf>
- 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.), *Seminario de actualización técnica: Estrategias de intensificación ganadera* (pp. 16-22). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3382/1/ad-734.pdf>
- Rovira, P., & Velazco, J. (2012a). En las puertas de un nuevo período invernal de suplementación: Autoconsumo de raciones con alto contenido de sal. *Revista INIA*, (28), 3-7. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/148-Autoconsumo_con_sal.pdf

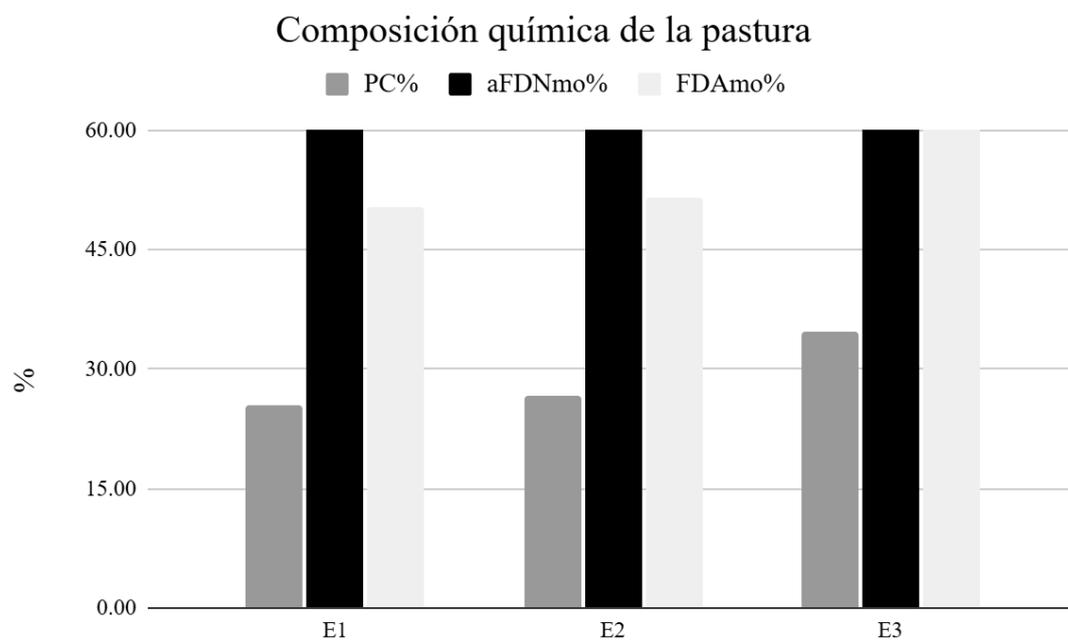
- Rovira, P., & Velazco, J. (Eds.) (2012b). *Suplementación de bovinos en pastoreo: Autoconsumo*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2544/1/18429110612093343.pdf>
- Sampedro, D., Gómez, M., Goicoechea, J., & Flores, A. J. (2017). *Avanza el uso de comederos de autoconsumo en los sistemas ganaderos*. INTA.
- Simeone, Á., & Beretta, V. (2004). *Jornada de la Unidad de Producción Intensiva de Carne “Manejo nutricional en ganado de carne”*. UPIC.
- Simeone, Á., & Beretta, V. (2006). *Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC): Intensificando la producción de carne en invernada: De la teoría a la práctica*. UPIC
- Simeone, Á., Beretta, V., Burjel, V., Zabalveytia, N., Félix, E., Peñalva, S., & Ulery, S. (2023). Evaluación del uso del grano de arroz con cáscara (GACC) en la alimentación de ganado de carne. *Revista Arroz*, (108), 50-55.
- Simeone, Á., Beretta, V., Elizalde, J. C., & Franco, J. (2008). Suplementación de terneros en invierno sobre pasturas sembradas. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Una década de investigación para una ganadería más eficiente: Décima Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne* (pp. 32-34). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Tecnal. (s.f.). *Equipos y análisis realizados en un laboratorio de nutrición animal*.
<https://tecnal.com.br/es/blog/196-equipos-y-analisis-realizados-en-un-laboratorio-de-nutricion-animal>
- Tieri, M. P., Banchemo, G., La Manna, A., Fernández, E., Mieres, J., Montossi, F., Pérez, J., Uzúca, J. J., & Pérez, E. (2011). Pastoreando verdes invernales sin acceso a la aguada: ¿Es posible obtener iguales ganancias con un manejo más sencillo? *Revista INIA*, (25), 9-12.
- 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.

- Velazco, J. I. (2009). Suplementación estratégica de la recría bovina sobre campo natural. *Revista INIA*, (18), 6-9.
- Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., & Salas, R. (2015). Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema s, v y r correlacionado con la sumatoria térmica. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 121-129.
<https://doi.org/10.15517/rac.v39i2.21781>
- Zanoniani, R. A., Ducamp, F., & Bruni, M. A. (2003). *Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/66-verdeos.pdf

7. Anexo

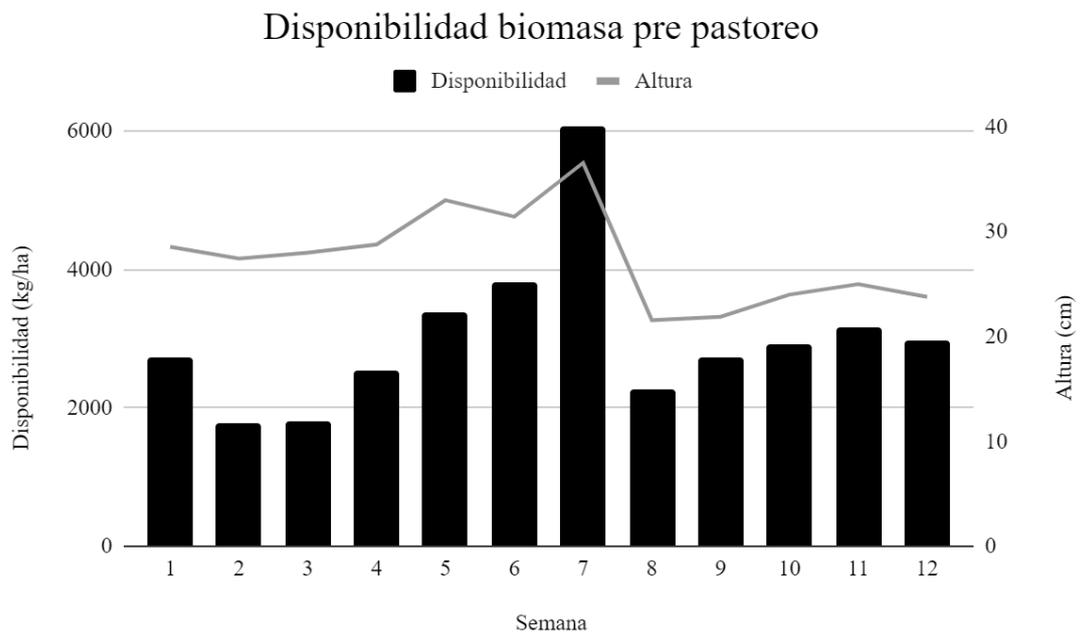
Anexo A

Composición química de la pastura de los diferentes estratos



Anexo B

Evolución de la biomasa pre pastoreo en las semanas experimentales



Anexo C

Consumo de forraje y suplemento promedio para los distintos tratamientos

