

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**UTILIZACIÓN DE RAIGRÁS (*Lolium multiflorum* CV.
BILL MAX) EN LA ALIMENTACIÓN DE TERNEROS:
EFECTO DE LA OFERTA DE FORRAJE SOBRE EL
CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN DE CARNE POR
HECTÁREA**

por

**Alfredo DIAZ FACCHIN
Santiago SAMPALLO GONZALEZ**

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

**PAYSANDÚ
URUGUAY
2024**

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

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

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

Tribunal:

Ing. Agr. (PhD.) Stefanía Pancini

Fecha:

2 de octubre de 2024

Estudiante:

Alfredo Díaz Facchín

Santiago Sampallo González

AGRADECIMIENTOS

A los tutores de tesis, los ingenieros agrónomos Virginia Beretta y Álvaro Simeone por guiarnos y acompañarnos en todo momento. Y principalmente por brindarnos la oportunidad de realizar este trabajo

Al Sr. Diego Mosqueira y el personal de campo por brindarnos su colaboración en la realización del trabajo final y a la Ing. Agr. Natalia Zabalveytia por su disposición y ayuda.

Y especialmente a nuestras familias y amigos por el apoyo incondicional que nos brindaron a lo largo de la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENIDO	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUCCIÓN	9
1.1 OBJETIVOS.....	10
1.1.1 Objetivo general.....	10
1.1.2 Objetivos específicos	10
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 GANADERÍA EN URUGUAY	11
2.2 RECRÍA	11
2.3 IMPORTANCIA DE LA UTILIZACIÓN DE VERDEOS DE INVIERNO EN LA RECRÍA	12
2.3.1 Avena.....	13
2.3.2 Raigrás anual (<i>Lolium multiflorum</i>).....	14
2.4 MANEJO DEL PASTOREO.....	15
2.4.1 Frecuencia de pastoreo.....	16
2.4.2 Intensidad de pastoreo.....	18
2.4.3 Eficiencia de conversión.....	20
2.5 RESPUESTA ANIMAL A LA OFERTA DE FORRAJE.....	20
2.5.1 Requerimiento animal	20
2.5.2 Oferta de forraje en la performance animal	22
2.5.3 Producción de carne por hectárea	25
2.6 HIPÓTESIS.....	27
3 MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1 UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	28
3.2 SUELO.....	28
3.3 INFRAESTRUCTURA.....	28
3.4 PASTURA.....	28
3.5 ANIMALES.....	29
3.6 TRATAMIENTOS.....	29

3.7	MANEJO	29
3.8	REGISTROS, MEDICIONES Y MUESTREOS	29
3.8.1	Biomasa y altura del forraje disponible.....	29
3.8.2	Remanente y altura del remanente	30
3.8.3	Peso vivo y altura del anca	30
3.9	VARIABLES CALCULADAS.....	30
3.9.1	Utilización del forraje.....	30
3.9.2	Ganancia media diaria	31
3.9.3	Producción de carne por hectárea	31
3.9.4	Análisis químico	31
3.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	31
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1	CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	34
4.2	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PASTURA	38
4.3	ANIMAL	40
4.3.1	Evolución del peso vivo.....	40
4.3.2	Ganancia media diaria (GMD).....	41
4.4	PRODUCCIÓN DE CARNE POR HECTAREA.....	46
5	DISCUSIÓN GENERAL	48
6	CONCLUSIONES	51
7	BIBLIOGRAFÍA	52
8	ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla No.	Página
Tabla 1 <i>Ganancia media diaria según pastura, asignación de forraje, estación y categoría.....</i>	24
Tabla 2 <i>Efecto de la asignación de forraje sobre distintas variables de la pastura.....</i>	35
Tabla 3 <i>Efecto del tratamiento, semana y del tratamiento por semana sobre la composición química del forraje.....</i>	38
Tabla 4 <i>Variables de crecimiento animal según AF.....</i>	45
Tabla 5 <i>Superficie de pastoreo, carga animal y producción de carne en función de la AF.....</i>	46
Figura No.	Página
Figura 1 <i>Ganancia diaria promedio de novillos Hereford pastoreando verdes.....</i>	23
Figura 2 <i>Relación entre la producción animal (individual y por superficie) y la carga .</i>	25
Figura 3 <i>Efecto de niveles de AF sobre a) biomasa y altura; b) del remanente y altura.....</i>	37
Figura 4 <i>Composición química del forraje disponible en función de las semanas 3, 7 y 12.....</i>	39
Figura 5 <i>Evolución del peso vivo de los terneros pastoreando raigrás Bill Max en diferentes AF.....</i>	40
Figura 6 <i>Ganancia media diaria (Kg/animal/día) en función de la asignación de forraje (KgMS/100 kgPV).....</i>	41
Figura 7 <i>Efecto de la AF sobre la Ganancia media diaria de terneros dividida en dos subperiodos.....</i>	43
Figura 8 <i>Producción de carne vacuna/ha (kg/ha) en función de la asignación de forraje (kgMS/100 kgPV).....</i>	47
Figura 9 <i>Ganancia media diaria (Kg/animal/día) y utilización de forraje (%) en función de la AF.....</i>	48
Figura 10 <i>Ganancia media diaria (Kg/animal/día) y producción de carne por hectárea (kg/ha) en función de AF.....</i>	50

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la intensidad de pastoreo, regulada a través de la oferta de forraje (kg materia seca/100 kg de peso vivo) de una pastura de raigrás (*Lolium multiflorum* cv. Bill Max) sobre el crecimiento animal, producción de carne invernada por unidad de área, y eficiencia de utilización del forraje. El experimento se realizó en la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) localizada en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay. El mismo fue realizado entre el 20 de mayo y el 3 de septiembre del 2022. Se utilizaron 48 terneros de la raza Hereford, nacidos en la primavera del 2021, pertenecientes al rodeo de cría de la EEMAC. Los mismos comenzaron el experimento con un peso vivo promedio de 121 ± 31 kg, siendo estos sorteados en 12 grupos (previa estratificación por peso vivo) y luego asignados al azar a los distintos tratamientos definidos por la oferta de forraje, los cuales fueron 2,5;5,0;7,5;10,0; kg de MS/100 kg de peso vivo. Cada tratamiento fue compuesto por 3 repeticiones integradas por 4 terneros pastoreando una parcela independiente. Se realizó pastoreo rotativo en parcelas ocupadas por 7 días, y luego retornando a las mismas en función de la biomasa acumulada. Durante el periodo experimental no se detectó un efecto significativo del tratamiento ($P > 0,05$) sobre la disponibilidad y la altura pre pastoreo, así como tampoco sobre la composición química. El remanente y su altura presentaron una respuesta cuadrática ($P < 0,01$), donde en la asignación de forraje de 10% se resultó en el mayor remanente y su altura. La utilización de forraje presentó una respuesta cuadrática negativa, dándose el menor valor de utilización en la asignación de 10%. La ganancia media diaria de peso vivo aumentó de forma lineal frente a la oferta de forraje ($P < 0,01$) donde por cada 1% de aumento en la asignación de forraje, la ganancia media diaria incrementó 79 g. Por otro lado, la producción de carne vacuna por hectárea presentó una respuesta cuadrática, maximizándose la producción con una asignación de 8,06%.

Palabras clave: terneros, Bill Max, asignación de forraje, utilización de forraje, crecimiento

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the effect of grazing intensity, regulated through the forage supply (kg dry matter/100 kg live weight) of a ryegrass pasture (*Lolium multiflorum* cv. Bill Max) on animal growth, winter meat production per unit area, and forage utilization efficiency. The experiment was carried out in the Intensive Meat Production Unit located at the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) Faculty of Agronomy, Paysandú, Uruguay. It was carried out between May 20 and September 3, 2022. 48 Hereford calves, born in the spring of 2021, belonging to the EEMAC breeding herd, were used. They began the experiment with an average live weight of 121 ± 31 kg, these being drawn into 12 groups (after stratification by live weight) and then randomly assigned to the different treatments defined by the supply of forage, which were 2.5;5.0;7.5;10.0; kg DM/100 kg live weight. Each treatment was composed of 3 repetitions made up of 4 calves grazing an independent plot. Rotational grazing was carried out in occupied plots for 7 days, and then returning to them based on the accumulated biomass. During the experimental period, no significant effect of treatment was detected ($P > 0.05$) on availability and pre-grazing height, as well as on chemical composition. The remnant and its height presented a quadratic response ($P < 0.01$), where the 10% forage allocation resulted in the greatest remnant and its height. The use of forage presented a negative quadratic response, with the lowest utilization value being given in the allocation of 10%. The average daily live weight gain increased linearly compared to forage supply ($P < 0.01$) where for every 1% increase in forage allocation, the average daily gain increased 79 g. On the other hand, beef production per hectare presented a quadratic response, maximizing production with an allocation of 8.06%.

Keywords: calves, Bill Max, forage allocation, forage utilization, growth

1 INTRODUCCIÓN

La cadena cárnica es un sector clave para la economía uruguaya. Esta actividad, junto con la lechería ocupa el 70% del territorio nacional. Estos rubros han participado en el PBI nacional con un porcentaje mayor al 4,5% y en las exportaciones de bienes en un 14% (Aguirre, 2018).

La cría es considerada la etapa de desarrollo del animal desde el destete hasta el momento del entore en las hembras o el ingreso de los machos a la invernada. Este rubro es desarrollado principalmente sobre pasturas naturales y las mismas presentan una marcada estacionalidad, donde la oferta de forraje en cantidad y calidad durante el invierno, constituye la principal limitante de la producción animal. Las pasturas naturales por sí solas no satisfacen los requerimientos para producción de los animales.

Debido a lo anterior, los animales atraviesan fluctuaciones de peso a lo largo de sus dos primeros años de vida, correspondientes con las variaciones de crecimiento que presentan las pasturas nativas, llegando a experimentar durante el invierno pérdidas importantes del peso vivo de entre 5 y 15%, las cuales en terneras pueden llegar a ser de 100 g/an./día.

Una posible alternativa para poder revertir la problemática invernal es la suplementación sobre campo natural, según lo reportado por Simeone et al. (2021) dicha herramienta ha demostrado ser efectiva y eficiente, evitando pérdidas de peso, logrando ganancias de 150-200 g/d/a, y obteniéndose eficiencias de conversión cercanas a 4:1 en animales de 150 kg y con una suplementación del 1% del peso vivo.

La categoría de terneros es la más eficiente en cuanto a conversión de alimento en músculo y por lo tanto si el forraje es de calidad, se logran buenas conversiones.

En este contexto, los cultivos forrajeros anuales, ya sea en forma pura, en mezclas o asociados, desempeñan un papel importante al reforzar el suministro de forraje durante las épocas críticas de invierno y verano, cuando las pasturas naturales y las praderas convencionales disminuyen su productividad. Por lo tanto, los verdeos de invierno son una alternativa casi imprescindible para solucionar estas deficiencias y evitar el sobrepastoreo de las praderas más productivas.

El raigrás cv. Bill Max, es una opción para cubrir la necesidad de forraje temprano en el otoño ya que presenta un ciclo temprano a intermedio, a su vez cuenta con una producción inicial destacada debido a su precocidad, extendiendo su fase vegetativa hasta la salida del invierno y comienzos de primavera.

En el manejo de pasturas y verdeos, la intensidad de pastoreo, regulada a través del ajuste de la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) ha demostrado afectar muy significativamente la producción animal y la producción de forraje. Disponer de información cuantitativa relacionando estas variables contribuye a una mejor planificación y eficiencia de uso de los recursos. En el caso de raigrás cv. Bill Max, pastoreado por novillos en un amplio rango de ofertas de forraje (OF) variando entre 2.5% y 10,0%, Maschio et al. (2020) observaron una respuesta cuadrática tanto para la ganancia media diaria como para la producción de carne por hectárea en función de la asignación de forraje, mostrando incrementos decrecientes para la ganancia media diaria, y una respuesta negativa frente a aumentos de la OF para la producción de carne por hectárea.

Dado las diferentes etapas de crecimiento, es probable que la curva de respuesta que optimiza la productividad en terneros pastoreando este tipo de verdeos, difiera de la reportada para novillos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la intensidad de pastoreo, regulada a través de la OF (kg materia seca/ 100 kg de peso vivo), de una pastura de raigrás (*Lolium multiflorum* cv. Bill Max) sobre el crecimiento animal, producción de carne invernal por unidad de área, y eficiencia de utilización del forraje.

1.1.2 Objetivos específicos

Generar la curva otoño-invernal de ganancia de peso vivo de terneros cuantificar la producción de carne por unidad de área en respuesta a aumentos en la oferta de forraje.

Estimar el efecto de la intensidad de pastoreo sobre la producción del forraje, calidad del forraje y utilización del mismo.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 GANADERÍA EN URUGUAY

La producción ganadera es un sector clave para la economía uruguaya. Esta actividad, junto con la lechería ocupa el 70% del territorio nacional. Estos rubros han participado en el PBI nacional con un porcentaje mayor al 4,5% y en las exportaciones de bienes en un 14% (Aguirre, 2018). Con respecto a la superficie explotada, datos obtenidos por la Oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA, 2022), señalan que la superficie destinada a la ganadería es de 15.283 mil ha. En el año 2021, dentro de las exportaciones, el rubro ganadero fue el principal exportador generando ingresos que superan los \$3.500 millones de dólares (Uruguay XXI, 2022).

Estos datos son de gran relevancia ya que más del 30% de las inversiones totales de la industria cárnica realizadas entre los años 2010 y 2020, han sido en conjunto entre la cría y recría, lo que totalizaron \$147 millones de dólares (Uruguay XXI, 2022).

En los últimos años se ha marcado una tendencia en la demanda internacional hacia animales más jóvenes, mayor terneza y con carcasas más pesadas. Por este motivo es que la cadena cárnica ha impulsado que la recría se acelere e intensifique, con la finalidad de disponer en los corrales de engorde de novillos más pesados, finalizados antes de los dos años de edad (Expo Melilla, 2017). Por lo tanto, si no se tienen en cuenta los requerimientos de los terneros, especialmente requerimientos de proteína, se podrían generar problemas irreversibles en el crecimiento, afectando el peso, tamaño y calidad de la canal del mismo (Expo Melilla, 2017; Luzardo et al., 2014). Por esta razón es fundamental, además de verificar la calidad y cantidad de forraje ofrecido, contar con sistemas de manejo y alimentación que sean capaces de lograr rápidos crecimientos de los terneros post destete para lograr una ganadería eficiente y más competitiva (Expo Melilla, 2017; Luzardo et al., 2014).

2.2 RECRÍA

La recría es la etapa de desarrollo del animal comprendida entre el destete y el entore en las hembras o el ingreso a la invernada de los machos (Pigurina et al., 1997). En esta etapa de la vida del animal es cuando se dan las mayores eficiencias de conversión de alimento a músculo. Por este motivo es necesario que no existan restricciones para el desarrollo, debido a que se podría comprometer el tamaño final adulto de los animales (Pigurina et al., 1997).

Montossi y Soares de Lima (2020) señalan que en la ganadería extensiva y semiextensiva, más de un 50% de terneros nacen en predios donde la base forrajera es

el campo natural. Según datos extraídos de Polcaro (2022) un 31% de productores realizaron en el ejercicio 2021-2022, la recría sobre campo natural exclusivamente, y un 11% sobre campo natural mejorado. Por otro lado, un 20% utilizó como base forraje verdeos y/o praderas. En los sistemas ganaderos donde se realiza recría sobre campo natural, en invierno son esperables pérdidas de peso vivo del 5 a 15% en el primer año de vida de los terneros, puesto que el crecimiento vegetal del campo natural en esta estación se estima que es prácticamente nulo (Pigurina, 1994). Esto puede afectar la edad de faena, y calidad de la canal, lo que puede repercutir negativamente sobre los indicadores productivos (Montossi & Soares de Lima, 2020).

Para contrarrestar las pérdidas que se pueden generar en invierno y no perjudicar el crecimiento de los terneros, se han desarrollado algunas herramientas como por ejemplo el diferimiento de forraje del campo natural de otoño, la suplementación estratégica, y el uso de mejoramientos de campo (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA], 2018b).

Haciendo alusión al diferimiento de forraje, este tiene limitada disponibilidad debido principalmente a la disminución de la calidad, por lo que se recomendaría para categorías de baja exigencia (Carrquiry et al., 1992). Con respecto a la suplementación estratégica, Pigurina et al. (1997) menciona que “suplementar es agregar lo que hace falta” por lo tanto, además de la suplementación con granos, se tendría que tener en cuenta la utilización de uso estratégico de pasturas mejoradas, como pueden ser los verdeos. Por último, la utilización de verdeos invernales, se ajustan a los sistemas intensivos de recría, ya que aportan alta producción de forraje de calidad en invierno, siendo esta la estación más crítica del año (Simeone et al., 2018).

Simeone et al. (2018) señalan que comúnmente las categorías en terminación han tenido la prioridad en el uso de pasturas sembradas. No obstante, como se ha mencionado anteriormente, las categorías de terneros presentan alta eficiencia en la conversión de alimento a músculo, por este motivo se podría hacer hincapié en proporcionar una base forrajera de calidad y cantidad a estas categorías con el objetivo de lograr ganancias que están entorno a los 700 g/d/animal. Esto permitiría alcanzar pesos y estados corporales suficientes para lograr faenas a menor edad, repercutiendo en una mejora en la eficiencia global del sistema de producción (Simeone et al., 2018).

2.3 IMPORTANCIA DE LA UTILIZACIÓN DE VERDEOS DE INVIERNO EN LA RECRÍA

La utilización de verdeos para la recría durante el invierno, es fundamental debido a la ya mencionada estacionalidad y limitada oferta de forraje de calidad en las

pasturas naturales del Uruguay (Pigurina et al., 1997). La incorporación de áreas de pasturas posibilita acelerar la recría y por lo tanto mejorar la productividad del sistema, mediante la reducción de la edad de faena de los machos (Montossi & Soares de Lima, 2021).

Los verdeos de invierno pueden ser gramíneas anuales tales como Avena, Cebada o Raigrás y los mismos tienen como objetivo principal proporcionar forraje abundante y de buena calidad en un periodo corto de tiempo. El propósito es cubrir con forraje las deficiencias desde el comienzo y durante todo el período invernal. Es importante seleccionar las especies más apropiadas para este propósito, ya que a medida que aumenta la carga animal por hectárea, los sistemas se vuelven más vulnerables a las variaciones ambientales (Carriquiry et al., 1992; Formoso, 2010; Zanoniani & Noëll, 1997).

Es común que muchos productores opten por realizar las siembras de los verdeos de forma temprana, como puede ser febrero. La diferencia que existe al sembrar temprano frente a una siembra de marzo - abril es que se pueden realizar hasta tres pastoreos extras. Otro punto a favor de realizar pastoreos más tempranos es que de alguna manera se está cuidando a las praderas permanentes, ya que, al no estar siendo consumidas, estas tendrán mayor aporte de material verde, y materia seca de calidad durante el invierno (Noutary, 2014).

Siendo que el periodo de utilización de los verdeos puros es corto, han surgido alternativas como pueden ser la utilización de mezclas de especies. Una de las más conocidas es la mezcla avena - raigrás, que reúne los buenos aportes otoñales que presenta la avena, y los aportes invierno-primaverales del raigrás. Los verdeos de invierno de uso más generalizado son avena, raigrás de ciclo corto y raigrás de ciclo largo. La ventaja de utilizar este tipo de mezclas es que además del aumento total de la producción, se cuenta con una mejor contribución estacional del forraje (Formoso, 2009; Zanoniani & Noëll, 1997).

2.3.1 Avena

La avena es una gramínea de hábito de vida anual con producción invernal. Presenta buena producción de forraje, precocidad, capacidad de macollar, y posibilidad de siembra temprana. Por otro lado, en cuanto a la sanidad, puede presentar susceptibilidad al pulgón verde y a la roya de la hoja (Perrachon, 2009; Rebuffo, 2000).

Por su gran calidad forrajera, es especialmente utilizada para pastoreo directo en ganadería y se ha convertido en una de las forrajeras anuales más utilizadas (Masci et al., 2018; Rebuffo, 2000).

Existen diferentes tipos de avena que presentan diferencias morfológicas tanto en semilla como en planta. Las especies utilizadas son *Avena sativa*, *Avena byzantina* y *Avena strigosa*. La *Avena sativa*, también conocida como avena “blanca”, presenta un hábito de crecimiento erecto, hojas anchas y es seleccionada por el rendimiento y calidad del grano (Ayala et al., 2010). Por otro lado, la *Avena byzantina* conocida como “amarilla” se caracteriza por sus hojas finas y su denso macollaje, lo que le otorga muy buena adaptación al pastoreo. Por otra parte, la *Avena strigosa* o “negra” no presenta un buen rendimiento en grano y a su vez presenta temprana producción de forraje por lo que principalmente su utilización es para pastoreo directo (Ayala et al., 2010).

2.3.2 Raigrás anual (*Lolium multiflorum*)

El raigrás es una gramínea que presenta hábito de vida anual, con producción invernal y un hábito de crecimiento cespitoso, es muy rústica y productiva, de excelente calidad forrajera y buen comportamiento sanitario frente a roya de la hoja y gran resistencia al pisoteo. Además, responde de forma excelente a la fertilización nitrogenada y presenta un muy alto valor nutritivo y palatabilidad, lo que la convierte en una planta forrajera aceptada por todos los animales en pastoreo (Carámbula, 2002; Perrachon, 2009). El raigrás es la gramínea por excelencia para constituir praderas de corta duración (verdeos y bienales; Carámbula, 2007).

En cuanto a los cultivares, estos se pueden clasificar según su nivel de ploidía, y presencia o no de requerimiento de frío. Con respecto a la ploidía, se cuenta con dos tipos de cultivares, los diploides, cuya producción es principalmente invernal y algo en primavera, y los tetraploides que presentan a diferencia de los diploides, hojas más largas y oscuras, alta producción de forraje y un menor contenido de materia seca. Además de contar con buena producción invernal, presentan también una producción primaveral más extendida (Calistro, 2021; Vargas et al., 2014). A igualdad de condiciones, los tetraploides son más palatables que los diploides (por lo tanto producen un mayor consumo), presentan un funcionamiento ruminal más eficiente (debido a que estas presentan células más grandes y una mayor relación de contenido celular versus pared celular) y por lo tanto dan mayor producto animal (Ayala et al., 2010).

Dentro del grupo de raigrás anual, se encuentran a los Westerwoldicum que no presentan requerimientos de frío para su floración y los tipos Italianos, que presentan requerimientos de frío. Los primeros son estrictamente anuales y los segundos pueden presentar comportamiento bianual, en el caso de que no cumplan los requerimientos de frío (Ayala et al., 2010). Según estos autores, la producción, en otoño y principios de invierno, los Westerwoldicum son más productivos, en cambio los tipos italianos se

destacan por su mayor producción total, siendo esta desde mediados de invierno en adelante. Además, estos últimos también tienen una mejor relación hoja/tallo en primavera, siendo estos de mejor calidad que los westerwoldicum.

Específicamente el cultivar Bill Max es un cultivar tetraploide de tipo westerwoldicum que presenta hojas intermedias a gruesas y es de destacar su excelente sanidad de hoja. Tiene una producción inicial muy rápida y extiende su fase vegetativa hasta principios de primavera. Además, se ha comprobado su alta estabilidad en producción en distintos ambientes (Gentos, s.f.). En una evaluación de cultivares de raigrás realizada por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en 2010, en Argentina, el raigrás Bill Max, junto con el cultivar Jumbo, el cual también es tetraploide, ambos fueron los que más respondieron en distintos ambientes. Estos dos cultivares obtuvieron destacada producción otoñal e invernal, siendo Bill Max de 4900 kg/ha y Jumbo de 4602 kg/ha, teniendo en estas estaciones la mayor productividad en comparación con el resto de los cultivares evaluados (Méndez, 2013).

2.4 MANEJO DEL PASTOREO

El pastoreo consiste en la defoliación realizada por los animales (Meunier, 1973). El objetivo principal del manejo del pastoreo según Lombardo (2012) es maximizar la producción animal por unidad de superficie sin degradar los recursos. Para lograr dicho objetivo, hay que tratar de alcanzar un equilibrio entre el aprovechamiento del forraje y la producción individual animal (Lombardo, 2012).

La frecuencia y la intensidad de pastoreo son herramientas que determinarán la disponibilidad de forraje al ingreso y a la salida de cada potrero (Holmes & Roche, 2007, como se cita en Baudracco et al., 2010; Teuber et al., 2007). Estas pueden afectar el rendimiento, la productividad anual e invernal, la calidad nutritiva de la pradera, la eficiencia de su utilización, su consumo y su persistencia (Formoso, 1988; Gallarino, 2010; Teuber et al., 2007). Esto es debido a que mediante la frecuencia e intensidad de cortes se puede afectar la capacidad de rebrote de la planta ya que se afectan los meristemas y los niveles de energía disponibles para este proceso (Formoso, 1996). Sumado a esto, el manejo del pastoreo, provoca cambios en los componentes de las plantas y en la composición botánica de la pastura, lo cual tiene un efecto directo sobre la calidad nutritiva del forraje como se ha mencionado (Teuber et al., 2007). A su vez, estas herramientas buscan maximizar estas variables, alterando lo menos posible la pérdida de recursos naturales (Carámbula, 2007).

2.4.1 Frecuencia de pastoreo

La frecuencia de pastoreo es el tiempo transcurrido entre dos pastoreos para una misma área (Balda, 2015). La frecuencia de utilización dependerá de la especie vegetal, de la composición de la pastura y de la estación del año, dado que esto definirá la velocidad de crecimiento del forraje. Teóricamente, el ingreso de los animales sería recomendable que fuera cuando la pastura alcanza el índice de área foliar (IAF) óptimo para permitir que la planta se recupere energéticamente luego del pastoreo, pero se reconoce que en la práctica es dificultoso (Balda, 2015; Carámbula, 2004).

La frecuencia de pastoreo afecta el rendimiento y la productividad anual e invernal de la pastura. Según Carámbula (2004) cuanto mayor es la frecuencia, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto más baja será la producción de forraje. Esto es debido a que un pastoreo más frecuente deja menos tiempo para la acumulación de reservas. Estas reservas son las utilizadas para el rebrote y la producción de nuevos macollos, afectando por lo tanto el rendimiento y la persistencia de la pradera (Teuber et al., 2007). En el caso de raigrás, el manejo frecuente, es decir una utilización cada 14 a 20 días, comparado con un pastoreo aliviado, es decir utilidades cada 30 a 35 días, generó una disminución promedio del 10 al 15% en la producción de forraje (Formoso, 2010). Esto se debe a que, al realizar pastoreos muy frecuentes, independientemente de la época del año, no se está dando la posibilidad a que se dé un desarrollo suficiente de las hojas, por lo tanto, estas no podrán acumular reservas para un rápido rebrote, afectando entonces la velocidad de crecimiento y el rendimiento de materia seca (Parga & Teuber, 2006).

A su vez, la frecuencia de pastoreo afecta la composición morfológica de la pastura, es decir la proporción de hojas, tallos, espigas y material muerto. Estos componentes varían en su contenido de MS, cantidad de fibra, digestibilidad, proteína y carbohidratos (Teuber et al., 2007). Además, la frecuencia estará afectando el nacimiento y muerte de los macollos y por ende influye en el número de macollos vivos por superficie (Saldivia, 2007).

Para que la pastura mantenga una alta calidad, el manejo del pastoreo debe favorecer la presencia de porcentajes elevados de hojas verdes a lo largo del año (Carámbula, 2004) y esto es debido a que el contenido de energía de los tallos es comúnmente menor que el de las hojas. Por lo que la planta tendrá una reducción en su digestibilidad, explicado por el aumento de los niveles de fibra y lignina (Teuber et al., 2007). Por otro lado, el material muerto presente de la pastura, presenta una

concentración de energía baja, explicado porque en este material quedan sólo las paredes celulares (Teuber et al., 2007).

Por lo tanto, al realizar pastoreos de forma tardía, es decir con una pastura de gran altura, se favorece la acumulación de forraje maduro y una mayor proporción de tallos. Esto repercute en que se dará un gran envejecimiento en la pastura y por lo tanto aumentan las pérdidas de material por la senescencia de hojas viejas, disminuyendo así el valor nutritivo de la pastura y la calidad de los rebrotes subsiguientes (Parga & Teuber, 2006; Teuber et al., 2007).

Por otra parte, en un estudio realizado en *Lolium perenne*, las variables fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), senescencia de hojas y el número de hojas expandidas, aumentaron con incremento en la frecuencia de pastoreo, afectando de forma negativa la calidad de la pastura. Para esta especie, un rango de frecuencia óptima de corte para la pastura fluctuaría entre 28 y 35 días, a una intensidad de pastoreo de alrededor de 10 cm de remanente, para lograr un balance entre cantidad de biomasa y calidad (Puente & Quishpe, 2022).

Para mejorar la eficiencia de utilización del forraje producido, los materiales que presentan un recambio foliar más rápido se deben pastorear con una alta frecuencia para evitar que se produzcan altas pérdidas de material por senescencia. El rápido recambio en estas especies, involucra un acelerado proceso de sustitución del área foliar y un alto potencial de macollaje. Estos son dos factores que dan a la planta una buena aptitud para adaptarse a un frecuente pastoreo (Colabelli et al., 1998). Es por esto que la frecuencia de defoliación se debe ajustar a la dinámica de la especie o genotipo en particular, es decir se debe lograr el sincronismo entre los procesos de producción y consumo de forraje para optimizar la dinámica de acumulación y de defoliación. Así se podrán evitar pérdidas por senescencia y se favorecerá el desarrollo de pasturas productivas y persistentes (Colabelli et al., 1998).

Balda (2015) menciona que cuando el alimento ofrecido es a base de gramíneas no es recomendable superar los 7 días de pastoreo en una parcela con animales en un sistema de cría, y de 4 días para sistemas de invernada. Esto se debe a que si la permanencia de los animales en la parcela excede dichas duraciones, se empezarán a consumir los rebrotes y, como consecuencia, se estarán perjudicando los niveles de reservas de la planta (Balda, 2015). Por este motivo, a los animales les estaría faltando superficie para pastorear, y se estaría produciendo un sobrepastoreo por intensidad en la parcela (Meunier, 1973).

2.4.2 Intensidad de pastoreo

La intensidad de pastoreo es la severidad con la que se pastorea una pradera. La misma se cuantifica mediante la altura o cantidad de remanente post pastoreo (Parga & Teuber, 2006). Un indicador que se podría utilizar para la intensidad de pastoreo es la heterogeneidad del remanente de la pastura, siendo este, producto del consumo por los animales y también de los manchones que no son pastoreados por estos, debido a deposición de heces y orina. Para ajustar la intensidad con la cual se está pastoreando, se puede modificar la superficie asignada o bien, mediante la cantidad de días que permanecen los animales en la superficie. Cabe destacar que es necesario tener en cuenta la fisiología de crecimiento de la planta, para favorecer la persistencia y la sustentabilidad del sistema además de un alto rendimiento y calidad (Zamora, s.f.).

La intensidad de pastoreo es la principal determinante de las variables morfológicas que caracterizan el tamaño de la hoja, hojas por macollo y la densidad de macollos y, en consecuencia, el IAF promedio del dosel (Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009). Es sabido que algunas especies forrajeras tienen una plasticidad fenotípica más marcada por la cual frente a aumentos de la presión de pastoreo, modifican su morfología y la estructura de la población para mantener un crecimiento constante (Gallarino, 2010).

Mediante la intensidad de pastoreo se está regulando el consumo animal y la eficiencia de utilización de la pastura, afectando así el área foliar remanente y por lo tanto la velocidad de rebrote, lo que estará condicionando a la producción (Carámbula, 2004; Márquez et al., 2007). Al realizar un pastoreo de alta intensidad, se está cosechando una cantidad mayor de forraje, pero a su vez se está afectando negativamente a la posterior producción (Carámbula, 2004). En pastoreos de muy alta intensidad hay una eficiencia de cosecha alta y se reducen las pérdidas de forraje por senescencia, por ende, habrá una reducción en el consumo animal individual. En este sentido, el residuo que queda de la pastura es escaso, lo que podría afectar, como se mencionó anteriormente, al posterior rebrote (Gallarino, 2010; Parga & Teuber, 2006). En contrapartida, en pastoreos de muy baja intensidad aumenta el consumo por animal, hay un bajo aprovechamiento del forraje y por lo tanto habrá un aumento en la superficie rechazada, disminuyendo así la eficiencia con la que es utilizada la pastura (Gallarino, 2010; Parga & Teuber, 2006; Zamora, s.f.).

Respecto al impacto de la intensidad de pastoreo sobre la calidad de la pastura, las masas residuales post-pastoreo determinan la calidad de la pastura posterior. Holmes y Roche (2007), como se cita en Baudracco et al. (2010) describen que los

residuos post-pastoreo más bajos dan una mayor calidad de la pastura en el siguiente pastoreo debido a una menor proporción de restos secos. Por lo tanto, garantizar que los residuos post-pastoreo sean bajos (es decir, 1,5 t MS/ha) debería ser una prioridad, siempre y cuando exista un equilibrio en el consumo de forraje para poder reducir los residuos.

Es importante también el efecto que ejerce la intensidad de pastoreo en el comportamiento animal; cuando la intensidad de pastoreo es alta y la estructura de la planta es baja, los animales tienden a pastorear a un ritmo acelerado, por más tiempo, caminan más y de forma más rápida y realizan menor número de comidas, pero de mayor duración (Nabinger & de Faccio Carvalho, 2009).

Para iniciar la utilización de la pastura hay que tener en cuenta que las plantas hayan logrado un correcto arraigamiento para evitar así que las mismas sean arrancadas por los animales. Esta comprobación es recomendable que se realice con categorías animales livianas para no perturbar la pastura por pisoteo (Rossi, 2017). Al momento de ingresar a pastorear a una parcela, las plantas deben cubrir el suelo y la parte aérea deben estar entrelazadas, para evitar como se mencionó, que las mismas sean arrancadas. Generalmente esto se da cuando el desarrollo de la planta es de más de 15 cm, como en el caso de raigrás que el óptimo está entre los 15 y 20 cm de altura. Luego de realizado el pastoreo, el objetivo será obtener una rápida producción de forraje, promoviendo el rebrote de la planta y su recuperación energética, por lo tanto el próximo ingreso, debe ser después de la tercera hoja formada o restablecida (Balda, 2015; Carámbula, 2007; Zanoniani et al., 2003).

Carámbula (2004) menciona la importancia de que el remanente sea realmente eficiente, en términos de que el rebrote de la pastura no se vea comprometido y para que esto ocurra el mismo debe contar con hojas nuevas y mínimos porcentajes de restos secos, lo que estaría compensando de forma temporal los eventuales IAF bajos. Para esto hay que tener en cuenta que cada especie presenta una altura mínima que se podría dejar luego de ser pastoreada, sin que sea afectada de forma negativa. En este sentido, es que las especies prostradas permiten menores alturas de remanente que las especies erectas. Por lo tanto, las prostradas podrían ser consumidas hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm para evitar daños que pueden ser irreparables para la pastura (Carámbula, 2004).

2.4.3 Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión es la relación entre el consumo de materia seca y la ganancia de peso vivo o también se podría decir que son los gramos de ganancia que genera un kilogramo de alimento (Di Marco, 2006; Shike, 2013).

Como se ha visto, una de las prácticas utilizadas para suplir la limitada oferta de forraje invernal, es la siembra de verdeos de invierno. Dentro de estos se ha mencionado avena y raigrás, por lo tanto, si se habla en términos de eficiencia de conversión de pasto a carne, el raigrás es el que ha presentado, según estudios anteriores, la mejor eficiencia entre estas especies (Chalkling, 2008).

En lo que refiere al animal en sí, un animal que logra un tamaño corporal mayor consumiendo lo mismo, o que obtiene un mismo tamaño con un menor consumo, se considera que es más eficiente si se lo compara frente a sus contemporáneos (Reuter et al., 2017). Por su parte, Carriquiry et al. (2016) hacen referencia a que el ternero es la categoría que presenta la máxima eficiencia de conversión. Cabe destacar que no siempre los animales que consumen más cantidad de alimento serán los más eficientes, y esto se debe a que existen aspectos metabólicos que están influyendo en cada animal (Di Marco, 2006). Esto puede estar explicado también a que el destino del alimento no está solamente destinado para la producción de carne, sino que también debe ser utilizado para el mantenimiento del metabolismo (Rosenstein, 2014). Por lo tanto, la conversión es dependiente de las variables que estén afectando al mantenimiento y al consumo de alimento (Di Marco, 2004).

2.5 RESPUESTA ANIMAL A LA OFERTA DE FORRAJE

2.5.1 Requerimiento animal

El requerimiento nutricional es la cantidad de alimento que necesitan los animales para lograr un estado de desarrollo fisiológico equilibrado tal que permita el crecimiento y desarrollo, al mismo tiempo que se expresa el potencial productivo (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2016).

Para determinar los requerimientos energéticos de un animal en producción, se deben tener en cuenta los requerimientos para el mantenimiento y también aquellos para la producción. La suma de ambos proporciona el total de los requerimientos. Sin embargo, para mayor utilidad y practicidad es de conveniencia cuantificarlos de forma separada, para así poder considerar distintos niveles de producción (Rovira, 2012). El requerimiento energético de mantenimiento es aquel que hace que el animal no esté

ganando ni tampoco perdiendo peso, sino que el mismo está en un equilibrio energético (Rovira, 2012).

La nutrición está basada en la energía, proteína, minerales, vitaminas y agua, las mismas deben encontrarse en cantidades adecuadas y equilibradas. La energía es responsable de las funciones de mantenimiento y crecimiento animal. Por otro lado, la proteína se encarga del crecimiento del tejido muscular y otras funciones que son vitales (Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura [INTAGRI], 2021). Para satisfacer los requerimientos tanto para mantenimiento como para crecimiento, el animal necesita de proteína metabolizable y energía en los tejidos. Estos son necesarios en niveles determinados, los cuales son dependientes del tamaño y la composición de la ganancia de peso (Ramírez, 2013). Por lo que una dieta balanceada y un manejo apropiado, hacen que tanto la calidad como la cantidad de carne producida se vean optimizadas (INTAGRI, 2021). Por ende, es de gran importancia mantener un adecuado balance de energía y proteína (Moreno & Molina, 2007).

Si a lo que se hace referencia es al gasto energético, para el depósito de un kg de proteína, es necesaria menos energía que si se deposita la misma cantidad de grasa, ya que la misma exige una demanda energética importante. Esto hace que el animal deba aumentar su consumo en casi el doble para depositar el mismo peso, por ende, el depósito de proteína es más eficiente. Esto es explicado porque el valor calórico de la grasa es de 9.4 kcal/g y el de la proteína es de 5.7 kcal/g (Di Marco, 2004; González et al., 2017; Joandet, 1990).

Por otro lado, la ganancia de peso consta de la acumulación de agua, grasa y proteína. La proporción proteica en sí del animal, tiene un crecimiento proporcional al peso del animal, difiriendo con la cantidad de grasa, ya que la misma es muy inestable. La acumulación de agua, grasa y proteína son dependientes del biotipo animal. En referencia a la cantidad de grasa, ésta presenta un aumento debido al peso animal, al progreso de la edad y se da más marcadamente en hembras que en machos. Por lo tanto, esto va a estar explicando las diferencias que existen entre animales de diferentes biotipos y categorías cuando se hace referencia a su terminación y potencial de ganancia de peso (Di Marco, 2007).

Los animales adultos son más ineficientes en cuanto a la utilización de energía, frente a animales más jóvenes. Este proceso de depósito de tejido se hace menos eficiente, a medida que el animal alcanza un mayor grado de madurez, debido a que se deposita cada vez menos cantidad de proteína, mientras que la proporción de grasa va en aumento. Y es por esto que se ha dicho que el ternero es la categoría con mayor

eficiencia de conversión, ya que en animales jóvenes existe una mayor proporción de proteína, en detrimento de la grasa (Di Marco, 2004; González et al., 2017; Joandet, 1990).

2.5.2 Oferta de forraje en la performance animal

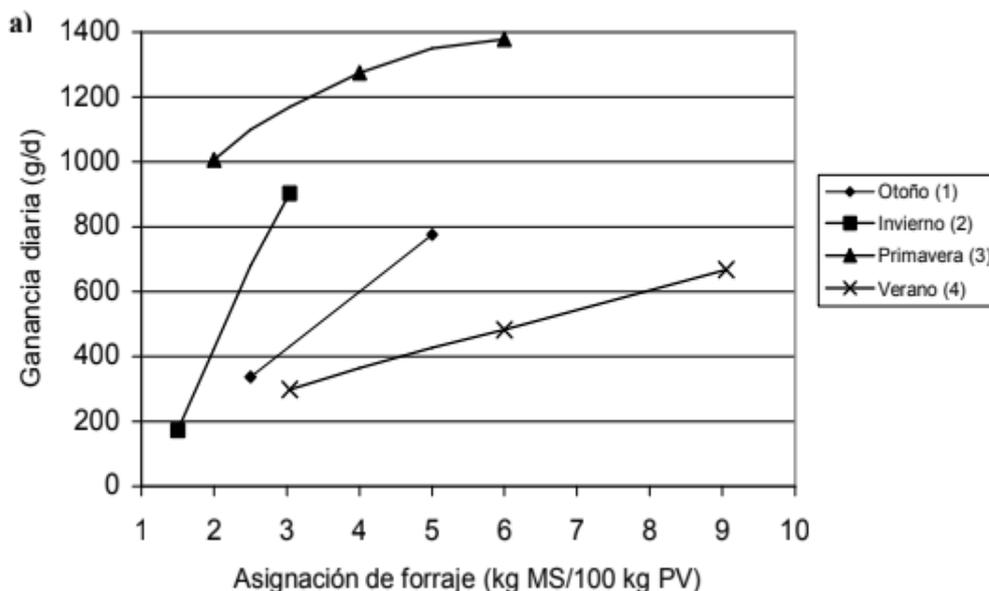
La asignación de forraje (AF) se define como la cantidad de forraje que tiene disponible un animal por día para su consumo y generalmente se expresa como porcentaje del peso vivo (PV) animal. Para contextualizar, un ejemplo de esto es cuando se tiene un nivel de asignación del 2,5% del PV de un novillo que pesa 300 kg, esto corresponde a 7,5 kg de materia seca (MS) de pasto por día. La oferta forrajera entonces afecta directamente a la ganancia de peso que tendrán los animales, ya que la misma es una determinante del consumo de forraje (Méndez & Davies, 2004).

Jamieson y Hodgson (1979) observaron que a medida que aumenta la asignación de forraje, aumenta la ganancia media diaria por animal en forma cuadrática. Por su parte, Vaz Martins y Bianchi (1982) ratifican que la ganancia de peso por animal se relaciona de forma positiva con la altura vegetal y la cantidad de materia seca total del rechazo. Mientras tanto, Schlegel et al. (2000) también mencionan que hay una relación cuadrática entre lo que es la asignación de forraje y la ganancia diaria de peso vivo. Cabe destacar que la calidad del forraje estará condicionando la respuesta de la ganancia de peso que existe según el nivel de asignación (Méndez & Davies, 2004).

Simeone et al. (2004) demuestran estas respuestas mediante trabajos realizados con novillos Hereford que se encontraban pastoreando diferentes asignaciones de forraje sobre verdeos y praderas en distintas épocas del año (Figura 1). En la misma se observa que las mayores ganancias se dan con 6% de asignación en primavera, y las menores se dan con 1,5% en invierno. Los rangos de asignación de forraje en las diferentes estaciones responden a los cambios esperados en calidad en la medida que avanza su estado de madurez.

Figura 1

Ganancia diaria promedio de novillos Hereford pastoreando verdes



Nota. Pastoreados a distintas asignaciones de forraje, en distintas épocas del año.

Tomado de Simeone et al. (2004).

Con asignaciones de forraje del 2,5% del PV para un ternero de 200 kg de PV donde la base forrajera sean verdes, se lograron elevadas ganancias de peso y una alta producción de carne por hectárea (Méndez & Davies, 2004). Para que se dé una mejora en lo que es la ganancia por animal, el pastoreo aliviado podría ser una opción, pero teniendo en consideración que existirá una menor utilización de la pastura. Hay que tener presente también la respuesta que existe frente a aumentos en la asignación de forraje ya que existirán distintas respuestas, de ahí la importancia de ponerle foco a la asignación de forraje (Simeone et al., 2004).

Por otra parte, cabe mencionar que existe una interacción entre la asignación de forraje y la hora del día, se ha visto que en asignaciones de forraje menores al 5%, inmediatamente después del ingreso de los animales a una nueva franja, conduce a un aumento en el tiempo que el animal se encuentra pastoreando. Por su parte, cuando los cambios de franja se realizan por la tarde, los animales que se encuentran consumiendo a AF menores, aumentan su consumo de forma más rápida (Jamieson & Hodgson, 1979). Para contextualizar las distintas respuestas que pueden existir a diferentes AF y a su vez, con diferentes bases forrajeras es que se presenta un resumen de diversos trabajos llevados a cabo con distintas bases forrajeras, AF, estaciones del año y categoría animal (Tabla 1).

Tabla 1*Ganancia media diaria según pastura, asignación de forraje, estación y categoría*

Pastura	AF(kg MS/100KgPV)	Estación	Categoría	GMD	Ref.
Raigrás	2,5	Otoño		0,54	1
Raigrás	2,5	Invierno	Novillos	1,11	2*
	5			1,34	
	7,5			1,24	
	10			1,31	
Avena	2,5	Otoño	Terneros	0,225	3
	5			0,521	
Avena	5	Invierno	Terneros	0,5	4
Avena	5	Otoño		0,52	5
Avena	2,5	Invierno	Terneros	0,532	6
	5			0,652	
	7,5			0,712	
	10			0,71	
Campo Natural	2,5	Invierno	Terneros	-0,116	7
	5			0,020	
	7,5			0,093	
	10			0,192	

Nota. MS: Materia Seca; PV: Peso Vivo; Ref: Referencia. Elaborado a partir de 1 Cepeda et al. (2005); 2 Maschio et al. (2020) *Trabajo realizado sobre raigrás Bill Max; 3 Simeone et al. (2004); 4 Bergós y Errandonea (2020); 5 Barrios et al. (2019); 6 Beretta et al. (2010); 7 Rinaldi et al. (1997).

Lo que se puede concluir es la limitante invernal del campo natural y la importancia de los verdes para solucionar dicha limitante, como ya se ha mencionado previamente. Por otra parte, se observan las diferentes ganancias diarias en función de

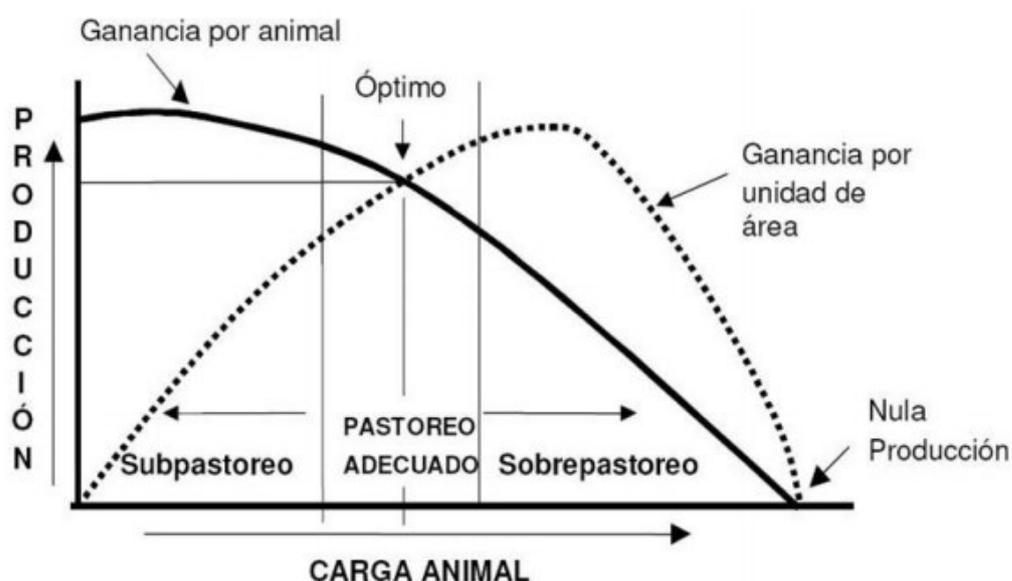
las distintas AF, y como a iguales AF de forraje los verdes expresan una elevada ganancia media diaria frente al campo natural, esto se puede explicar debido al valor nutritivo que presentan los mismos. Guerrero (1984) menciona que cuando las asignaciones son similares, las mayores ganancias diarias se obtienen con las pasturas que presenten mayor digestibilidad. Las características de las pasturas influyen en la ganancia mediante el efecto que ejercen sobre la ingestión total de nutrientes y del gasto energético del animal para poder realizar el consumo.

2.5.3 Producción de carne por hectárea

En la siguiente figura se representa un modelo de producción (Figura 2), el cual relaciona la carga (kg de PV animal en una superficie determinada) y la producción animal (INIA, 2018a).

Figura 2

Relación entre la producción animal (individual y por superficie) y la carga



Nota. Tomado de Pineda (2017).

En el mismo, se puede observar que a bajas cargas animales (alta AF) la ganancia individual por animal no presenta grandes cambios a medida que se aumenta la carga, mientras que la producción por unidad de superficie aumenta. De todas maneras, puede ocurrir que, al seguir aumentando la carga animal, se presente una caída en la producción individual, lo que repercute en que la producción por hectárea se vea disminuida. Por lo tanto, el desafío estaría en determinar una carga óptima, lo cual es una tarea compleja, y por ende esto determina que se tenga que ajustar la carga para cada parcela. Esta carga ideal tendría que mantener un equilibrio entre el número de animales y la cantidad de forraje disponible, conservando la capacidad productiva de la

pastura (Pizzio & Royo Pallarés, 1999). Vaz Martins y Bianchi (1982) describen que la ganancia de peso vivo por animal está relacionada negativamente con la carga animal, lo contrario sucede con la ganancia de peso vivo por hectárea.

Alineado con lo descrito por Mott (1960), Rovira (2012) también destaca la importancia que presenta la carga sobre el consumo y por lo tanto el rendimiento animal. Este autor menciona que al disminuir la carga (mayor AF), aumenta el consumo individual, pero esto hace que la producción por ha se vea disminuida. En contraposición, al aumentar la carga drásticamente (menor AF) se está maximizando la utilización, pero como consecuencia el consumo animal disminuye drásticamente, llegando a niveles que pueden implicar que no se cubran los requerimientos de mantenimiento (Rovira, 2012). Por lo tanto, dada la dificultad de lograr en simultáneo máximos rendimientos (tanto por unidad de superficie como por animal); con cargas medias se estarían logrando utilidades tales que genere una ligera depresión en la producción individual, pero generalmente en estos casos se logra un correcto equilibrio entre el rendimiento por ha y por animal (Symonds, 1982).

Hodgson (1990) menciona que existe una asociación negativa entre el incremento de la altura del tapiz vegetal con una disminución en la digestibilidad del mismo, debido a un aumento en la madurez del forraje por lo que trae como consecuencia una limitación en el consumo de materia seca. En el mismo sentido Rodríguez (2005) explica que dicha disminución en la digestibilidad es debida a que el aumento en altura de las plantas está asociado a un aumento de los componentes lignina, celulosa y hemicelulosa, lo cual tiene como consecuencia dicha disminución en la digestibilidad.

En un trabajo realizado por Bianchi (1982), donde se evaluaron AF de 3, 6, 9 y 12%, el mismo afirma que a elevadas asignaciones de forraje (9 y 12% del PV) los animales consumieron en su mayoría las porciones de mayor calidad del forraje, lo que en conjunto con un elevado consumo, permite que el animal logre buenas performances en comparación con AF de 3 y 6%. Altas presiones de pastoreo llevan a una reducción de la altura del forraje, lo que disminuye el poder de selección, pudiendo ser perjudicial para el consumo si la pastura es consumida por debajo de 5 cm de altura. Esto conlleva a que el consumo se reduzca aproximadamente entre un 10 y un 15 %, provocando así un efecto detrimental sobre el consumo y la producción (Rodríguez, 2005).

2.6 HIPÓTESIS

Para una pastura de raigrás cv. Bill Max utilizada por terneros en otoño- invierno, niveles crecientes de oferta de forraje (OF, kgMS/100 kg de peso vivo) reducen la intensidad de pastoreo y mejoran la ganancia diaria de peso individual (GMD). Para un rango amplio de OF variando entre 2,5 y 10 kgMS/100 kg de peso vivo, la respuesta no será lineal, sino que existe un valor de óptimo de OF que maximiza la GMD y la producción por unidad de área, afectando además a la utilización de la pastura.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

Este trabajo fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni” (E.E.M.A.C.) de la Facultad de Agronomía, Paysandú; Uruguay. El mismo se llevó a cabo en el potrero N°6 de la UPIC y tuvo una duración total de 106 días, desde el 27 de mayo hasta el 3 de septiembre del 2022.

3.2 SUELO

El área experimental está ubicada sobre suelos de formación Fray Bentos, Unidad San Manuel, donde la predominancia de suelos brunosoles eutricos típicos (háplicos), a su vez aparecen suelos asociados brunosoles eutricos lúvicos y solonetz solodizado melánico, según la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976).

3.3 INFRAESTRUCTURA

Los recursos implementados para llevar a cabo el experimento fueron estacas, hilo de eléctrico, pisón, piques de madera y aislantes de corriente, estos materiales se implementaron en el armado de las parcelas de pastoreo. Para brindar agua se utilizaron bebederos, dispuestos uno por parcela de pastoreo, los cuales fueron recargados 1-2 veces por semana. Por otra parte, para obtener los pesos de los terneros y así poder registrarlos se utilizó una balanza electrónica.

3.4 PASTURA

El experimento fue realizado sobre 6 ha del raigrás anual *Lolium multiflorum* cv. Bill Max, tipo westerwoldicum. Es un material tetraploide de ciclo temprano-intermedio el cual no presenta requerimientos de frío para florecer.

Para la realización del barbecho químico previo a la siembra se utilizaron los herbicidas 2,4-D amina y glifosato. La siembra del raigrás se llevó a cabo el 20 de marzo de 2022 con siembra directa, a razón de 25 kg/ha, con una fertilización al momento de la misma de 80 kg/ha con el fertilizante 18-46/46-0.

Durante el periodo experimental se debió realizar un tratamiento con fungicida a una dosis de 0,40 litros/ha. El fungicida utilizado presentaba como principios activos, pyraclstotrobin-estrobirulina y epoxiconazole-triazol.

3.5 ANIMALES

Los animales utilizados fueron 48 terneros de raza Hereford con un peso promedio al inicio del experimento de 121 kg (\pm 31), provenientes del rodeo de la EEMAC, nacidos en la primavera del año 2021, todos destetados precozmente.

Previo al comienzo del experimento se constató que todos estuvieran en condiciones de salud óptimas, para evitar que los resultados obtenidos posteriormente, estuvieran alterados por aspectos externos al mismo.

3.6 TRATAMIENTOS

Los animales fueron sorteados a 12 grupos y estos asignados al azar a uno de cuatro tratamientos definidos por niveles crecientes de asignación de forraje en el manejo del pastoreo de raigrás: 2,5; 5,0; 7,5 y 10 kg MS/ 100 kg de peso vivo animal. Cada tratamiento quedó constituido por tres repeticiones ($n=3$), cada repetición integrada por 4 terneros, pastoreando una parcela independiente.

Para la conformación de los grupos de animales a utilizar en cada repetición, se realizó una estratificación por peso vivo y posteriormente estos fueron sorteados a las diferentes repeticiones.

3.7 MANEJO

El manejo implementado en el experimento fue la realización de un pastoreo rotativo en franjas, con una permanencia dentro de las mismas de 7 días. La asignación de forraje fue ajustada semanalmente variando el área de la parcela en función del registro de la disponibilidad de MS, la cantidad de animales y peso promedio de los mismos en cada parcela, y los días de ocupación de la parcela. El criterio utilizado para la entrada al pastoreo era realizado mediante la biomasa acumulada y su altura. Luego para el criterio de retorno a las parcelas ya pastoreadas fue teniendo en cuenta el forraje acumulado.

3.8 REGISTROS, MEDICIONES Y MUESTREOS

3.8.1 Biomasa y altura del forraje disponible

La disponibilidad de materia seca fue determinada semanalmente, tres días previos al ingreso a la parcela mediante la técnica de *rendimientos comparativos* (Haydock & Shaw, 1975). Se marcó una escala de 3 puntos, los cuales se distinguen según la biomasa aérea. El punto de menor cantidad de biomasa era el 1, el de mayor cantidad de biomasa el 3, y el punto número 2 el que presentaba una cantidad intermedia. A cada punto se le realizaron dos repeticiones para disminuir el error de muestreo. Luego de realizar dichas estimaciones de los puntos, se procedió a realizar 6

cortes de biomasa al ras del suelo. Para esto se utilizó un cuadro de 30x30 cm el cual se lanzaba de forma aleatoria en cada parcela 20, 40, 60 y 80 veces en los tratamientos 2,5; 5; 7,5; 10% respectivamente para determinar la frecuencia de aparición de cada punto.

Luego de cosechado el forraje se procedió a pesar el material y posterior colocación en una estufa a 60°C hasta llegar a peso constante, con el fin de eliminar la humedad de la muestra para determinar materia seca del forraje y su respectivo peso.

Para la determinación de la altura de la biomasa disponible se llevaron a cabo 5 mediciones de altura del forraje dentro de cada cuadro de las escalas marcadas al punto más alto del contacto del forraje. Luego se obtuvo las frecuencias correspondientes para cada tratamiento, siendo estas 20, 40, 60, 80 mediciones para las asignaciones 2,5; 5; 7,5; 10% respectivamente y así poder ajustar la oferta de forraje.

3.8.2 Remanente y altura del remanente

Para la obtención de la materia seca remanente se utilizó el mismo método de doble muestreo, pero debido a la mayor heterogeneidad en altura y densidad entre las escalas se utilizaron 5 escalas de menor a mayor cantidad de biomasa

Para la estimación de la altura del forraje remanente se llevó a cabo el mismo procedimiento que para la obtención de la altura de la biomasa disponible.

3.8.3 Peso vivo y altura del anca

Los animales fueron pesados individualmente al inicio del experimento y cada 14 días. En cada oportunidad, se registró el peso vivo lleno y el peso vivo vacío luego de 12 horas de ayuno.

Adicionalmente se registró la altura del anca a inicio y fin del periodo experimental.

3.9 VARIABLES CALCULADAS

3.9.1 Utilización del forraje

La utilización fue calculada teniendo en cuenta la biomasa disponible previo al ingreso de los animales a la parcela y el remanente dejado por los mismos luego de su salida. La diferencia fue expresada como un porcentaje de la biomasa disponible y fue calculado para todas las parcelas.

3.9.2 Ganancia media diaria

La ganancia media diaria (GMD) se calculó para cada repetición a través de la pendiente de una línea de regresión lineal creada con los datos de peso vivo (y las fechas de cada pesada).

3.9.3 Producción de carne por hectárea

La producción de carne por hectárea se calculó para cada parcela de pastoreo como el cociente entre el peso total ganado en el periodo de pastoreo (kg) y el área de pastoreo utilizada por cada repetición (ha).

3.9.4 Análisis químico

Para el análisis químico de la biomasa disponible se utilizaron muestras compuestas de las semanas 3,7 y 12. Las mismas se analizaron en el laboratorio de nutrición animal de la Facultad de Agronomía donde a cada muestra se le determinó el contenido de materia seca (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2012), y a su vez también se determinó la proteína cruda (PC) por el método 942.05 (AOAC, 2012). A través del método 934,01 se obtuvo el contenido de cenizas (AOAC, 2012), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas, y fibra detergente ácido corregida por cenizas (Van Soest et al., 1991).

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos experimentales fueron analizados según un diseño de parcela al azar, con medidas repetidas en el tiempo y procesados mediante el paquete estadístico SAS.

El efecto de los tratamientos sobre la ganancia media diaria (GMD) fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo.

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

Donde,

Y_{ijk} : peso vivo (kg).

μ : media poblacional (Peso vivo).

α_i : efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=4).

β : coeficiente de regresión.

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

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

$\bar{\epsilon}PV$: media de la covariable (PV inicio) en i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

M_k : efecto relativo del k-ésimo momento de medición del peso vivo (días).

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

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

Para el análisis de las variables relacionadas con las mediciones en la pastura se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} + S_k + (\alpha S)_{ik} + \delta_{ijk}$$

Donde,

Y_{ijk} : forraje disponible, remanente, consumo de MS (kg/a/día y % PV)

μ : media poblacional (Consumo).

α_i : efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=4).

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

S_k : efecto relativo del k-ésimo momento de medición (semana).

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

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

El PV y altura al anca final, producción de carne y carga, se analizaron según el siguiente modelo general:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta (X_{ij} - \bar{X}) + \epsilon$$

Donde,

Y_{ijk} : peso vivo final.

μ : media poblacional (Peso vivo).

α_i : efecto relativo del i-ésimo tratamiento (t=4).

β : coeficiente de regresión.

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

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

\bar{X}_{PV} : media de la covariable (PV inicio) en i-ésimo tratamiento y j-ésima repetición.

Cuando el efecto de tratamiento fue significativo ($P \leq 0.05$), se testaron los contrastes lineal y cuadrático asociados a nivel de oferta forrajera, calculándose el coeficiente de regresión lineal o el nivel de oferta de forraje que optimiza la respuesta, respectivamente.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

Al comienzo del experimento, la pastura presentó una disponibilidad promedio previa al ingreso de los animales de $4060,08 \pm 56,8$ kg MS/ha y una altura de $28,36 \pm 0,67$ cm. A su vez el contenido de MS promedio del raigrás durante el experimento fue de 18% (Anexo C), donde la misma presentó fluctuaciones a lo largo del experimento (Anexo D). En la Tabla 2 se presenta el efecto de la asignación de forraje, de la semana de medición y de la interacción entre ambos, sobre la biomasa (*kg MS/ha*) y altura disponible pre pastoreo (cm), el remanente (*kg MS/ha*) y su respectiva altura (cm), y también el porcentaje de utilización de la pastura (%). Se puede observar que el tratamiento tuvo efecto significativo sobre la biomasa y altura del remanente y sobre la utilización de la pastura. Sin embargo, el tratamiento no tuvo efecto significativo sobre la biomasa pre pastoreo y la altura de la misma. No obstante, para todas las variables analizadas, el efecto de tratamiento fue dependiente de la semana de muestreo (T x S; $P < 0.01$; Tabla 2). En cuanto a la semana, esta tuvo efecto significativo sobre todas las variables estudiadas.

Tabla 2*Efecto de la asignación de forraje sobre distintas variables de la pastura*

	Asignación de forraje (kg/100 kg PV)				Efecto (P-Valor)			
	2,5	5,0	7,5	10,0	EE	T	S	T*S
Biomasa disponible	3.933,1	4.014,6	4.138,7	4.153,9	56,8	0,07	<0,01	<0,01
Altura biomasa disponible (cm)	27,9	28,7	28,3	28,6	0,67	0,84	<0,01	<0,01
Remanente (kg MS/ha)	918,4	1.373,3	1.938,3	2.215,5	17,1	<0,01	<0,01	<0,01
Altura de remanente (cm)	8,0	12,8	15,3	16,8	0,3	<0,01	<0,01	<0,01
Utilización (%)	76,1	65,3	52,8	45,8	0,5	<0,01	<0,01	<0,01

Nota. EE: Error Estándar. T: Efecto del tratamiento. S: Efecto de la semana. T*S: Efecto de la interacción tratamiento por semana. Efecto significativo: ($p < 0,01$).

Conforme fuera hipotetizado niveles crecientes de AF resultaron en una menor intensidad de pastoreo cuantificada a través mayores valores de altura y biomasa del remanente y una reducción en la utilización de la pastura. Las variables remanentes ($P < 0,01$), altura de remanente ($P < 0,01$) y utilización de forraje ($< 0,05$) presentan una respuesta cuadrática frente a aumentos de la AF.

Respecto a la biomasa disponible y la asignación, nuestros resultados no coinciden con los de Zanoniani et al. (2003) ya que estos autores refiriéndose a las características de crecimiento de un verdeo de invierno, (que dividen en cuatro etapas: 700, 1200, 2000 y 3200 kg MS/ha), reconocen que a medida que la disponibilidad de entrada a la parcela aumenta y se aproxima a los 3200 kg MS/ha, mayor será la biomasa disponible para el consumo animal. Sin embargo, se observa una tendencia del tratamiento ($P = 0,07$) y si a esto se le agrega el efecto de la interacción tratamiento por semana se podría decir que existe cierta similitud con lo mencionado por dichos autores.

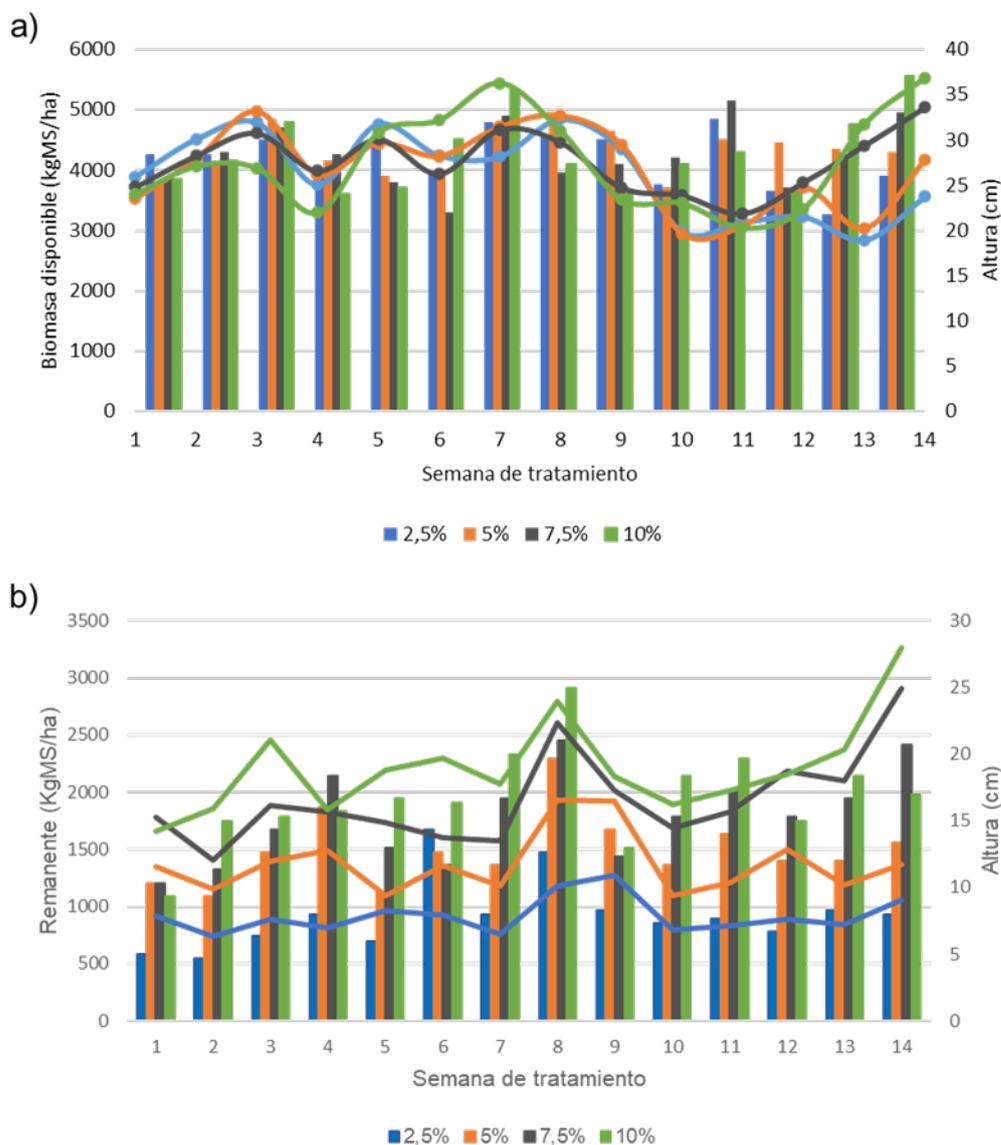
Los mismos mencionan que a menor asignación de forraje, resulto en una mayor utilización de la pastura, mostrando una respuesta lineal. Por otra parte, en el presente trabajo se observa una respuesta de tipo cuadrática. Por otro lado, Zanoniani et al. (2003) mencionan la importancia de la altura de la pastura post pastoreo y sobre ello hacen referencia a que la misma no sea menor a 5 cm, debido a la dependencia que existe entre el remanente y el posterior rebrote. Cuando se dejan remanentes de más de 5 cm se está permitiendo que el reingreso a pastorear una misma área sea más rápido pero la utilización de las mismas será menor en cada pastoreo, lo cual sucedió en el presente trabajo.

Maschio et al. (2020), utilizando una base forrajera de Raigrás Bill Max, donde los animales que pastoreaban eran novillos Hereford durante el invierno de 2018 evaluaron diferentes asignaciones de forraje, coincidiendo estas con las utilizadas en el presente estudio (2,5, 5, 7,5 y 10 kg MS/100 kg PV). La disponibilidad de MS reportadas por estos autores respondió de forma lineal en todos los tratamientos ($P < 0,0001$). Por otra parte, los niveles de rechazo tanto en kg MS/ha como en la altura, obtuvieron una respuesta cuadrática ($P < 0.01$). La utilización del forraje también presenta un comportamiento cuadrático ($P < 0.01$), en donde la misma disminuye a medida que aumenta la asignación de forraje.

En la Figura 3 se presenta; a) la evolución semanal de la biomasa y la altura de biomasa pre-pastoreo según semana de tratamiento y b) la evolución semanal del remanente y su altura en función de la semana de tratamiento. Se puede observar que la biomasa disponible y su altura en la semana 8 fue mayor para los tratamiento 2,5% y 5% respecto a los de 7,5 y 10%, sin embargo en la semana 10, la biomasa y su respectiva altura fueron mayores en los tratamientos de 7,5% y 10%, esto puede haberse debido a que en la semana 8 los tratamientos 7,5 y 10% comenzaron su segundo pastoreo, es decir, volvieron a pastorear el área que fue utilizada en el primer pastoreo de la primera semana de tratamiento, lo mismo sucede con los tratamientos 2,5 y 5% en la semana 10.

Figura 3

Efecto de niveles de AF sobre a) biomasa y altura; b) del remanente y altura



Nota. a) Línea: biomasa disponible (kg MS/ha), Barra: altura (cm). b) Línea: biomasa disponible (kgMS/ha), Barra: Altura (cm).

Se puede ver que a pesar de que existieron fluctuaciones en cuanto a la altura del remanente en todo el periodo experimental, las mismas presentaron un mismo patrón, es decir, a medida que aumentó la asignación de forraje, las alturas post pastoreo de la pastura van en aumento, dándose las menores alturas en la asignación de 2,5% y las mayores en la asignación de 10%, para todo el periodo. Se podría decir que ocurre lo mismo cuando se hace referencia al remanente (kg MS/ha), donde se puede observar que existe esta misma relación dependiente de la asignación de forraje, con excepción de las semanas 6 y 9. Cuando se analizó el modelo que mejor

caracterizaba la respuesta del remanente y la altura, se pudo observar que tanto el remanente (kgMS/ha) como su altura presentaron una respuesta cuadrática respecto a la asignación de forraje.

4.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PASTURA

En la Tabla 3 se presentarán los resultados de los diferentes componentes químicos del forraje disponible según tratamiento, semana y su interacción.

Tabla 3

Efecto del tratamiento, semana y del tratamiento por semana sobre la composición química del forraje

	Asignación de forraje (kg MS/100 kg PV)				Efecto (P-Valor)		
	2,5	5,0	7,5	10,0	T	S	T*S
%BS							
Ceniza	11,28a	11,36a	11,33a	11,22a	0,63	<0,01	0,06
Proteína	9,54a	9,61a	9,61a	9,71a	0,35	<0,01	<0,01
FDN	44,39a	44,75a	44,48a	44,52a	0,91	<0,01	0,27
FDA	21,16a	21,44a	21,29a	21,42a	0,69	<0,01	0,07

Nota. %BS: Porcentaje de base seca; T: Efecto del tratamiento; S: Efecto de la semana; TxS: Efecto del tratamiento por la semana; FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida.

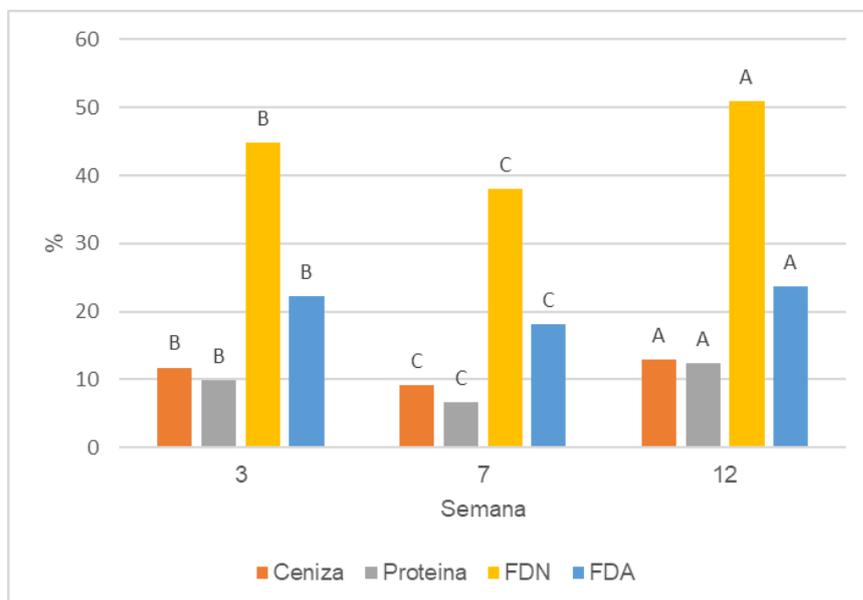
No se observó efecto significativo de tratamiento para ninguna de las fracciones químicas evaluadas. El efecto semana, sin embargo, resultó ser una fuente muy significativa de variación para todas las variables estudiadas. La proteína fue la única variable que presentó diferencias significativas debidas a la interacción semana por tratamiento. Es destacable el bajo valor de proteína cruda que presentó la pastura, siempre manteniéndose en los 4 tratamientos por debajo de 10%. Esto no era esperable en función de algunos antecedentes. Pigurina y Methol (2004) mencionan que el promedio de proteína cruda para raigrás es de 14,7%. Maschio et al. (2020) en la misma zona experimental, reportan para raigras cv Bill Max valores de proteína de 14,54, 18,24, 14,67, y 14,76%, para manejos del pastoreo con AF de 2,5, 5, 7,5, y 10%. También si se compara los valores de FDA con los obtenidos por Maschio et al. (2020), estos presentan valores de 29,3 y 28,8% de FDA para las semanas 1 y 12, respectivamente,

valores que nuevamente se encuentran por encima de los obtenidos en el presente estudio.

A modo de representar la evolución de la composición química de la pastura, se realizó la Figura 4 donde se presenta la proporción de ceniza, proteína, FDN y FDA en 3 semanas distintas del experimento.

Figura 4

Composición química del forraje disponible en función de las semanas 3, 7 y 12



Nota. FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente ácida. Letras diferentes muestran diferencias significativas ($p < 0,05$).

La evolución de la composición química del forraje respondería a la acumulación de forraje y estado fenológico del mismo. Se puede observar que desde la semana 3 hacia la 7 existe una disminución de la proporción de la PC y de la FDA. El comportamiento que mostró es esperable ya que como menciona la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, s.f.), el valor nutritivo está muy asociado a la composición morfológica de la planta y a medida que va avanzando el estado fenológico de la misma, hay una disminución de los componentes proteicos, situación entre la semana 3 y 7. Luego el componente PC aumentó debido a que la pastura provenía del rebrote y en este tipo de pasturas, el componente proteico es mayor. Por otro lado, para el caso de la FDA también presentó un aumento en su proporción. Según FEDNA (s.f.), este componente debería aumentar con el desarrollo morfológico de la pastura y disminuir en pasturas recién rebrotadas.

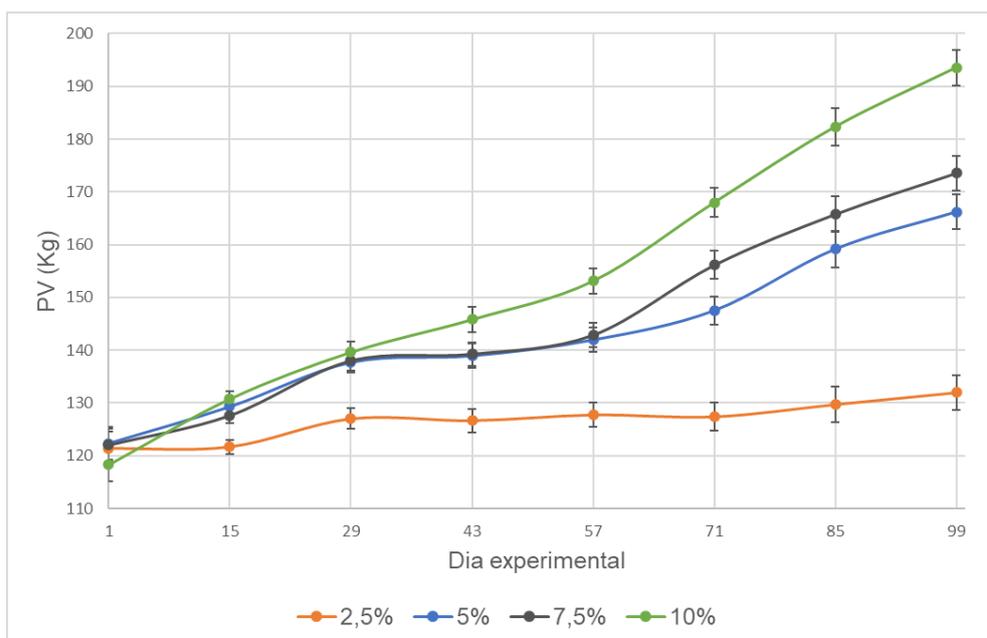
4.3 ANIMAL

4.3.1 Evolución del peso vivo

En la Figura 5 se puede observar la evolución del peso vivo (PV) de los animales (kg) según las diferentes asignaciones de forraje (2,5%- 5%- 7,5% -10%). Los resultados muestran que a medida que los animales tuvieron más forraje para consumir, la ganancia de peso vivo fue mayor, alcanzando un mayor peso vivo al final del invierno.

Figura 5

Evolución del peso vivo de los terneros pastoreando raigrás Bill Max en diferentes AF



Nota. Día experimental 1: 27/5/22. Peso vivo promedio por tratamiento. Barras: desvío estándar.

Se puede ver que a partir del día experimental 57 comienzan a darse cambios en las pendientes de los tratamientos 5; 7,5 y 10%. Esto no sucede para el tratamiento de 2,5%. Más adelante en la Figura 6 se verá más detalladamente el análisis realizado a estos cambios de pendientes, los cuales se dividieron en dos subperiodos, siendo el primero desde el día 1 al 57, y el segundo desde el día 57 al 99. Cabe mencionar que luego del día experimental 57 comienzan los segundos pastoreos como se había mencionado, por lo que puede ser una posible explicación para dichos cambios en las pendientes.

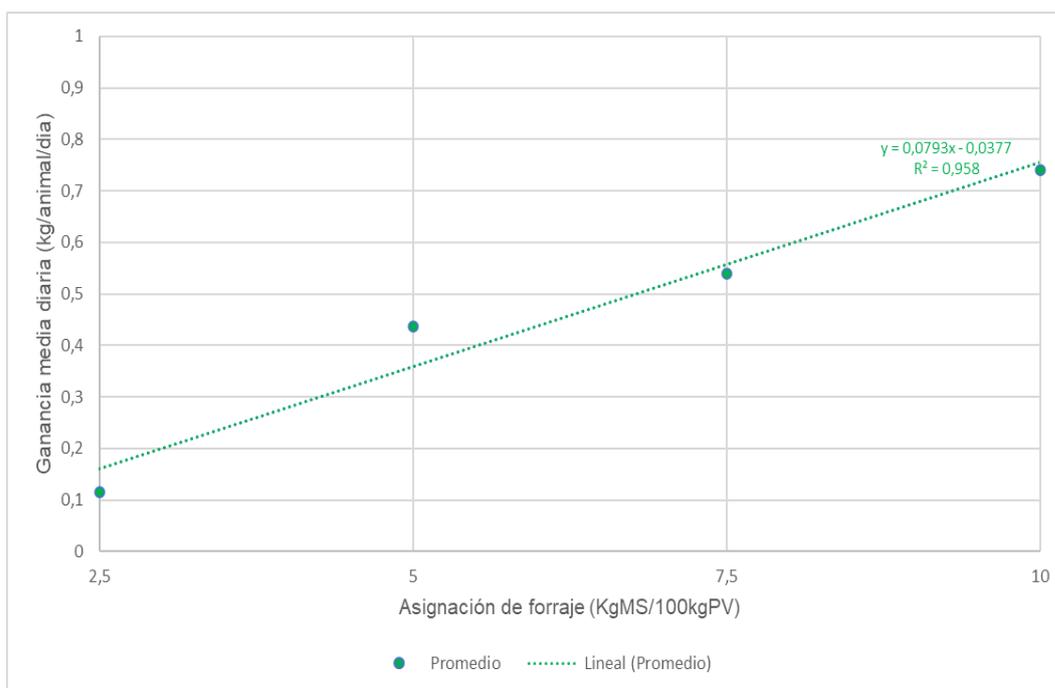
Luego de haber visto la evolución de peso vivo de los animales es importante ver como evoluciono y de qué manera respondió la ganancia media diaria.

4.3.2 Ganancia media diaria (GMD)

La GMD promedio durante todo el periodo del experimento fue significativamente afectada por la AF (P-valor <0,01) registrándose una respuesta lineal positiva (Figura 6), observándose que por cada 1% de aumento en la AF la GMD incrementó 79g (Anexo E).

Figura 6

Ganancia media diaria (Kg/animal/día) en función de la asignación de forraje (KgMS/100 kgPV)



Nota. Período promedio: (1-99 días); lineal (promedio): línea de tendencia con respuesta lineal.

Mott (1960) hace referencia a que cuando la carga es baja (alta AF), la ganancia por animal será alta y que a medida que disminuye la AF, la ganancia disminuye como reflejan los resultados del presente ensayo.

Trabajos realizados por Marsh (1979) donde la base forrajera era una pastura de raigrás perenne y trébol blanco, utilizando distintas asignaciones de forraje, mostraron resultados diferentes entre los trabajos realizados por dicho autor. En el experimento 1 se utilizaron asignaciones de 3, 4,5, 6 y 7,5% del PV. En el mismo se pudo concluir que había una respuesta lineal en cuanto a la ganancia individual por animal. Por otro lado, en el experimento 2 se trabajó con asignaciones de 5, 7,5 10 y 12,5% del PV, dando como resultado una respuesta curvilínea en cuanto a la ganancia

de PV, y destacando que asignaciones por encima de 10% no presentaban respuesta significativa.

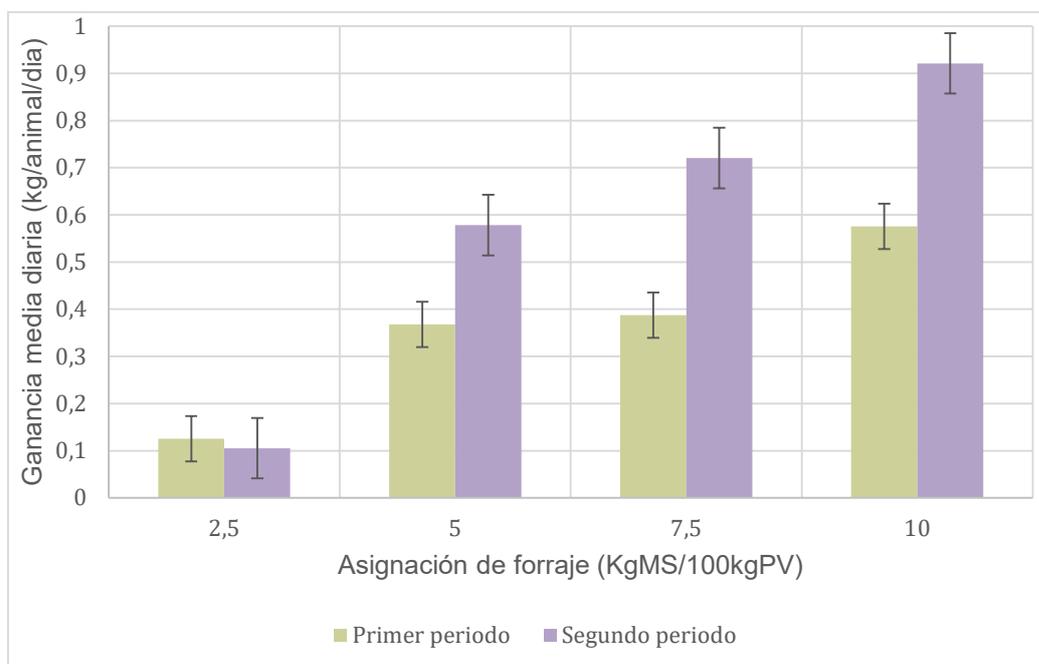
En un ensayo realizado por Bendersky et al. (2009) donde se utilizaron 19 animales con un peso promedio inicial de 127 kg en tres distintos tratamientos, siendo estos; 3, 4,3, y 5,7 animales/ha se vio que el aumento de peso diario fue mayor cuando se utilizaban altas asignaciones de forraje, frente a bajas. Los autores mencionan que la cantidad de forraje ofrecido será determinante de la respuesta productiva esperable. También hacen referencia a que cuando se manejan asignaciones de forraje bajas y con un periodo de pastoreo determinado, se estará ofertando menor forraje, y por lo tanto determinará menores ganancias de peso por animal.

A modo comparativo, en un trabajo realizado por Invernizzi et al. (2007) donde la base forrajera utilizada era una pradera mezcla de trébol blanco, lotus y festuca en dos asignaciones de forraje, siendo estas 2,5 y 5%, se vió una evolución de PV similar a la vista en la Figura 5, donde en el día experimental número 41 aproximadamente de dicho estudio comienza a darse un aumento en la pendiente de ambas asignaciones.

A lo largo del periodo otoño - invierno estudiado, como se analizó anteriormente, existieron dos evidentes subperiodos de GMD. En el periodo 1 se dieron ganancias promedio de 364 g/animal/día, en el periodo 2 fue de 581 g/animal/día y la ganancia promedio para todo el periodo experimental fue de 458 g/animal/día. A continuación, se grafican efecto de la asignación de forraje sobre la Ganancia media diaria de terneros pastoreando una pastura de raigrás cv. Bill Max del 27/5/22 al 3/9/22 dividida en dos subperiodos (Figura 7).

Figura 7

Efecto de la AF sobre la Ganancia media diaria de terneros dividida en dos subperiodos



Nota. Primer subperíodo: (1-57 días); Segundo subperíodo: (57-99 días). Barras de error: desvío estándar.

Luego de comparar los límites inferiores y superiores para la GMD de cada tratamiento en ambos subperiodos (Anexos A y B), se observó que los tratamientos de 2,5 y 5%, no registraron diferencias estadísticas en GMD entre el subperiodo 1 y 2, mientras que estas fueron diferentes para los tratamientos de 7,5 y 10% de AF. Esto puede estar explicado debido a la utilización del forraje que existe en cada tratamiento, por lo que en los tratamientos de mayor AF (7,5;10) se dan las mayores GMD. Vaz Martins y Bianchi (1982) concluyeron que altas ganancias diarias serán posibles de lograr solamente a expensas de grandes desperdicios de forraje (menor utilización de forraje).

En el presente trabajo no se le puede atribuir las bajas GMD obtenidas a el porcentaje de MS de la pastura debido a que como se mencionó anteriormente el promedio para la pastura fue de 18% de MS, donde la misma presentó fluctuaciones a lo largo del periodo y se puede ver un notorio descenso de la misma en la semana donde comenzó el segundo pastoreo de la pastura (Anexo D). Gonella (2000) atribuye este tipo de respuesta a que durante el primer pastoreo de verdes invernales hay bajas o nulas ganancias de peso debido a que el verdeo no está "sazonado", es decir que hay bajos porcentajes de MS (entre 14 y 16).

Por otro lado, las bajas GMD encontradas pueden estar explicadas por el bajo porcentaje de PC en la pastura (Tabla 3). Se menciona que la dieta de un ternero de más de 6 meses presente por lo menos 12% de proteína bruta (Álvarez Peña & Carriquiry Ebbeler, 2021). Por lo tanto, se corrobora que la PC presentada en la presente pastura se encuentra por debajo de los requerimientos para dichos terneros.

A estos subperiodos los podemos relacionar por lo tanto con la composición química de la pastura, donde en el segundo subperiodo se presenta un aumento de la proporción de proteína en la semana 12 (Figura 4), coincidiendo con dicho subperiodo y por lo tanto podría ser una posible explicación para el aumento de GMD en el segundo subperiodo para los tratamientos 7,5 y 10% de AF. Relacionado a esto es que De Vecchi y Franzoni (2023) en un trabajo experimental donde se compartió la misma base forrajera y animal con el presente trabajo, pero midiendo diferentes variables, observaron que el consumo real de PC estuvo por encima del ofrecido, haciendo alusión entonces a la presencia de selección de los animales en el consumo de forraje. Esto debido a que los mismos seleccionan con mayor frecuencia el componente hoja, aumentando a medida que aumenta la AF, y esto debido a que presenta una mayor concentración de PC.

En la Tabla 4 se presenta las medias ajustadas por tratamiento para las variables peso inicial (kg), altura del anca inicial (cm), peso final (kg), altura del anca final (cm), ganancia media diaria (kg) describiendo el crecimiento de los animales en el periodo experimental.

Tabla 4
Variables de crecimiento animal según AF

	Asignación de forraje (kg MS/100 kg PV)				EE	Efecto (P-Valor)	
	2.5	5.0	7.5	10.0		L	C
Peso inicio	121	122	122	118	3,15	0,53	0,48
Altura del anca inicial*	96,7	98,3	98,3	98	0,82	0,31	0,26
Peso final	132	166	174	194	43,37	<0,01	0,07
Altura del anca final**	100	103,2	103,5	104	***	<0,05	0,15
GMD día 1 al 99	0,115	0,436	0,54	0,741	0,023	<0,01	0,19

Nota. Peso inicial: Medido el 27/5/22; *: Medida el 7/7/22; Peso final: Medido el 3/9/22; **Medida el 3/9/22; GMD: ganancia media diaria; EE: Error Estándar; L: Respuesta lineal; C: Respuesta cuadrática; ***EE según asignación de forraje: 0,87 – 0,79 – 0,79 – 0,78 para 2,5 – 5 – 7,5 y 10 respectivamente.

Se puede inferir que a medida que aumentó la AF, hubo mayor forraje para su consumo, dando como resultado que las GMD, peso y altura al final del invierno, aumentaron de forma lineal, observándose para la GMD un incremento de 79 g por cada unidad porcentual de aumento en la AF, y para el peso final ganancias de 7,76 kg por cada unidad porcentual, a pesar que la utilización fue cuadrática.

En cuanto a la respuesta que existe de la GMD frente a aumentos de AF, se rechaza la hipótesis planteada, ya que como se mencionó, se da una respuesta lineal de la misma, por lo que no existe un valor óptimo de AF que maximice la GMD. En este

mismo sentido, Berriel et al. (2024) en un experimento sobre una pastura de raigrás cv. Jack donde se utilizaron terneros Hereford con asignaciones de forraje de 2,5; 5; 7,5 y 10% mencionan que la GMD aumentó de forma lineal frente a aumentos de AF. Por otro lado, Maschio et al. (2020) reportan una respuesta cuadrática para la GMD frente a aumentos de AF.

4.4 PRODUCCIÓN DE CARNE POR HECTAREA

Luego de haber estudiado la GMD es interesante hacer referencia a la producción de carne vacuna por hectárea ya que permite realizar un estudio más detallado de la performance animal añadiendo la superficie de pastoreo y la carga animal. En la Tabla 5, se puede ver que a medida que aumenta la AF, la carga animal se ve disminuida. Lo contrario sucede con la producción de carne por ha, que aumenta a medida que aumenta la AF.

Tabla 5

Superficie de pastoreo, carga animal y producción de carne en función de la AF

	Asignación de forraje (kg MS/100 kg PV)				Efecto (P-valor)	
	2.5	5	7.5	10	L	C
Superficie de pastoreo (ha)	0,21	0,46	0,53	0,70	<0,01	<0,05
Carga animal (kg/ha)	2399	1257	1113	872	<0,01	<0,01
Producción de carne (kg/ha)	215	397	400	415	<0,01	<0,05

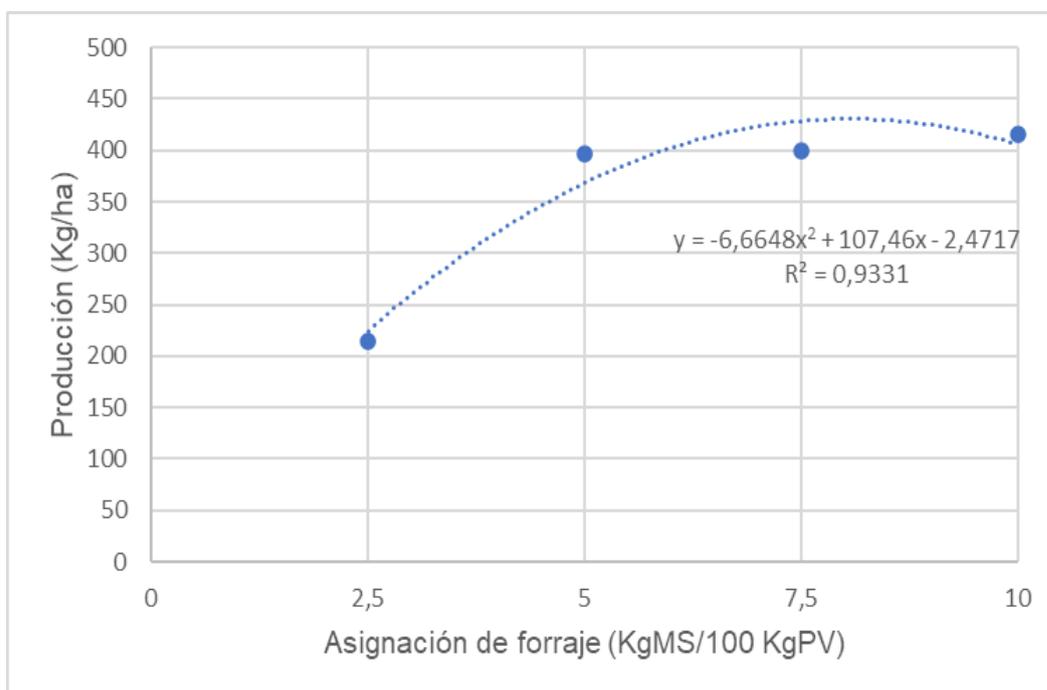
Nota. L: Respuesta lineal; C: Respuesta cuadrática.

De forma distinta a lo observado con la respuesta en la GMD, en el caso de la producción por hectárea, el modelo que mejor describió la respuesta en producción de peso vivo al incrementar la AF fue de tipo cuadrático. Lo mismo sucede con la superficie de pastoreo y la carga animal, que presentan la misma respuesta frente a aumentos de la AF.

Además, para una mejor comprensión de los resultados de la producción de carne por ha es que se grafica la respuesta en función de la AF en la Figura 8.

Figura 8

Producción de carne vacuna/ha (kg/ha) en función de la asignación de forraje (kgMS/100 kgPV)



Se puede observar en la Figura 8 que la producción presentó un aumento hasta determinado punto, donde luego comienza a darse una disminución en la producción de carne por hectárea. De la ecuación obtenida al graficar la producción de carne por hectárea en función de la AF, se puede estimar que la AF que maximizó la producción de carne, fue de 8,06 (kg MS/100 kg PV) obteniéndose una producción de 431 kg/ha. En una evaluación de raigrás realizada por Planisich et al. (2017), la mayor producción de carne fue de 427 kg/ha, valor similar al obtenido en este trabajo presentado. Como mencionan McDonald et al. (1966) y Mott (1960), en términos generales, la producción por hectárea siempre aumenta dentro de un determinado rango y luego desciende debido a un descenso de la producción por animal.

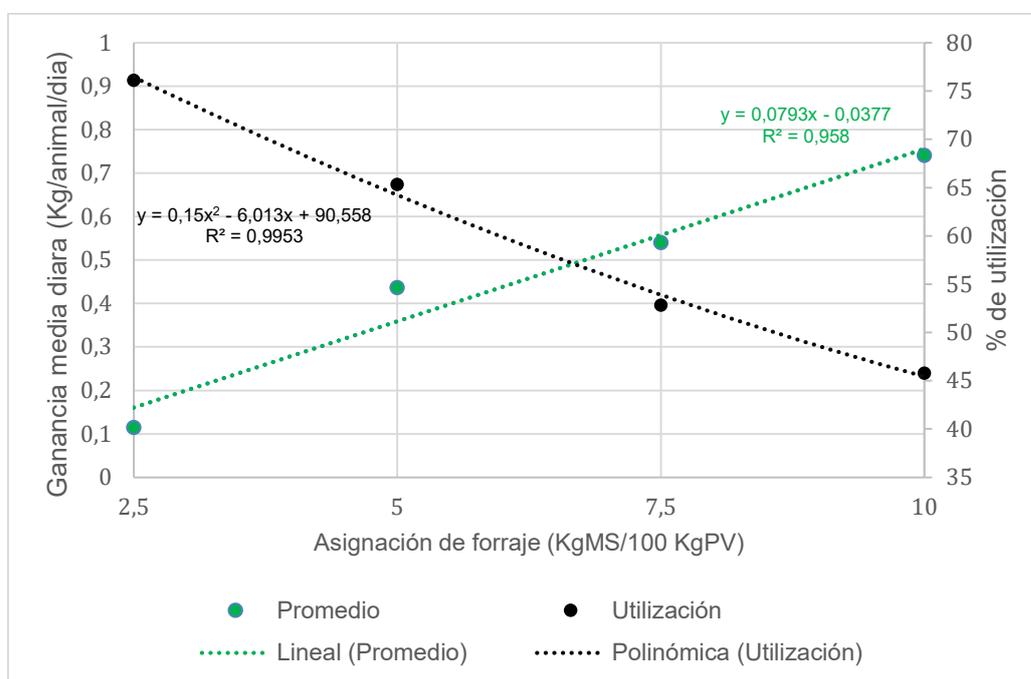
Pigurina (2001) menciona que utilizando praderas y verdeos anuales, se pueden lograr producciones de carne de 250 a 400 kg/año y menciona ganancias promedio por animal de 0,6 a 1,3 kg/día. Por su parte, Planisich et al. (2017) obtuvieron en base pastoreo de raigrás, una producción de carne entre 230 y 430 kg/ha y mencionan ganancias de peso entre 0,3 y 1,2 kg/día.

5 DISCUSIÓN GENERAL

A modo de discusión general se presentan los resultados obtenidos en el estudio con respecto a la relación entre la ganancia media diaria (Kg/animal/día), utilización de forraje (%) en función de la asignación de forraje (KgMS/100 kgPV) (Figura 9).

Figura 9

Ganancia media diaria (Kg/animal/día) y utilización de forraje (%) en función de la AF



Nota. Promedio (período de 0-99 días); Utilización (período de 0-99 días); Lineal promedio (período de 0-99 días): línea de tendencia con respuesta lineal; Polinómica (período de 0-99 días): Línea de tendencia con respuesta polinómica.

Estos resultados mostraron que a diferencia de la respuesta lineal que presentó la ganancia diaria en función de la AF, cuando se hace alusión a la utilización de forraje, esta presenta una respuesta cuadrática en función de la misma. Es decir, que las mayores utilizaciones ocurrieron con bajas asignaciones de forraje y ésta utilización empezó a decaer a medida que aumentó la AF, dando el menor valor en el tratamiento que más forraje ofreció (10% de AF). Esto puede estar explicado a que el animal tiene disponible más forraje para consumir, por lo que él mismo empieza a seleccionar su consumo. Por lo tanto, quedará forraje no consumido en la parcela y también material senescente, haciendo entonces que la utilización sea cada vez menor. Lo contrario sucedió frente a los tratamientos de menor AF, esto es debido a que el animal no tiene la misma posibilidad de selección, entonces deben consumir el máximo forraje posible,

haciendo que se coseche la mayor parte de lo ofrecido, siendo esto la respuesta esperada.

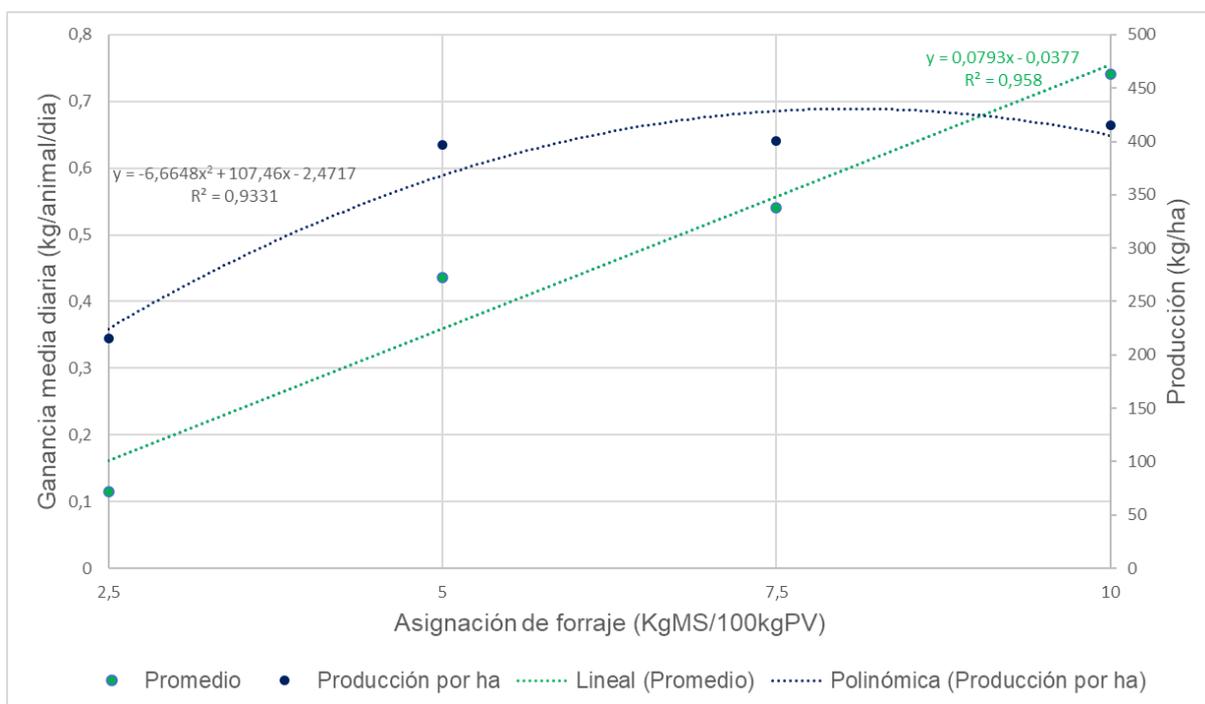
Montossi et al. (1996) mencionan que la performance animal aumenta a medida que la disponibilidad aumenta, relacionado a que los animales pueden cosechar el forraje con una mayor facilidad. Una mejora en la performance animal mediante pastoreos aliviados, trae aparejado una menor utilización de la pastura, y esto puede afectar de forma directa a la producción de carne por unidad de área (Beretta & Simeone, 2008). En lineamiento con estos resultados, Marsh (1979) también pudo observar que la utilización de forraje disminuyó significativamente a medida que aumentaba la asignación de forraje (hasta 10 kgMS/100 kgPV).

De Vecchi y Franzoni (2023) analizando los consumos en este mismo experimento (%PV kg MS/a/d) observaron una respuesta cuadrática frente a aumentos de la AF. Haciendo hincapié en el consumo, estas afirman que frente a altas asignaciones (10%) el consumo es de 4,58% del PV con una utilización de 45,8%, y por otro lado con bajas asignaciones (2,5%) el consumo es de 1,9% pero con una utilización de 76,11%. Por lo que es de importancia lograr un equilibrio entre el consumo de materia seca y la utilización de forraje para poder optimizar tanto la performance animal como la de la pastura. Esto puede estar reflejado en la producción de carne por hectárea, la cual responde también de forma cuadrática frente a aumentos de oferta de forraje.

Por otro lado, es interesante ver en conjunto cómo se comporta la GMD y la producción de carne por hectárea en función de la asignación de forraje (Figura 10).

Figura 10

Ganancia media diaria (Kg/animal/día) y producción de carne por hectárea (kg/ha) en función de AF



En la Tabla 5 se vio que a medida que aumenta la AF, disminuye la carga animal, y conforme mencionaba Rovira (2012), a medida que disminuye la carga, se ve aumentado el consumo por animal. El autor también menciona que consecuentemente se puede llegar a que la producción por ha se vea disminuida cuando la carga animal comienza a ser demasiado baja. Lo que se puede ver en la Figura 10, es que la producción por hectárea va en aumento hasta cierto momento (AF 8,06%), mientras que la GMD sigue en aumento.

6 CONCLUSIONES

Se concluyó que, frente a aumentos de asignación de forraje, la biomasa y su altura, no presenta diferencias significativas. Mientras que el remanente y su altura presentan aumentos a medida que aumenta la AF. Por otro lado, la utilización de forraje disminuye de forma cuadrática a medida que aumenta la AF.

Por otro lado, se observó que la ganancia media diaria de terneros pastoreando una pastura de raigrás Bill Max responde en forma lineal al aumento de la asignación de forraje, por lo que el límite estaría mas allá de la AF de 10 kg MS/100 kg PV. Mientras que la producción por hectárea lo hace de forma cuadrática.

En cuanto a la producción de carne vacuna por hectárea, la máxima producción de carne por ha lograda es de 431 kg/ha y se da con una asignación de forraje de 8,06 kg MS/100 kg PV. En dicha asignación se logra un equilibrio entre la ganancia media diaria por animal como en el aprovechamiento de la pastura, obteniendo así una correcta utilización de la misma

7 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, E. (2018). Evolución reciente de la productividad ganadera en Uruguay (2010-17): Metodología y primeros resultados. En *Anuario OPYPA 2018* (pp. 457-470). MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/ProductividadGanadera.pdf>
- Altamirano, A., Da Silva, H., Durán, A., Echevarría, A., Panario, D., & Puentes, R. (1976). *Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: Clasificación de suelos del Uruguay* (Vol. 1). MAP.
- Álvarez Peña, G., & Carriquiry Ebbeler, R. (2021). Sanidad y alimentación al destete. *Revista Plan Agropecuario*, (177), 48-49. https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/192_2999.pdf
- Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (19th ed.).
- Ayala, W., Bemhaja, M., Cotro, B., Docanto, J., García, J., Olmos, F., Real, D., Rebuffo, M., Reyno, R., Rossi, C., & Silva, J. (2010). *Forrajeras: Catálogo de cultivares 2010*. INIA. <http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/catalogo2010.pdf>
- Balda, S. (2015). *Planificación forrajera-ganadera sobre lotes de pasturas y verdeos*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/183-Planificacion_forrajera.pdf
- Barrios, J. P., Da Silva, J. I., & Larrauri, L. (2019). *Estrategias de manejo del pastoreo y la suplementación de terneros sobre coberturas invernales* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29431/1/BarriosPereyraJuanPablo.pdf>
- Baudracco, J., López-Villalobos, N., Holmes, C. W., & Macdonald, K. A. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53(2), 109-133. <https://doi.org/10.1080/00288231003777665>

- Bendersky, D., Barbera, P., Zapata, P., & Maidana, C. (2009). *Pautas para el manejo del pastoreo de raigrás*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/62-raigras.pdf
- Beretta, V., & Simeone, A. (2008). Producción de carne a pasto: Asignación de forraje, respuesta animal y utilización de forraje. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *10ª Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Una década de investigación para una ganadería más eficiente* (pp. 20-23). UPIC.
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2008.pdf>
- Beretta, V., Simeone, A., & Viera, G. (2010). Utilización de avena para pastoreo con terneras Hereford. *Agrociencia (Uruguay)*, 14(3), 201.
<https://doi.org/10.31285/AGRO.14.878>
- Bergós, A., & Errandonea, J. (2020). *Alternativas de suplementación en terneras de recría pastoreando verdeos de invierno* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/29124/1/Berg%3b3sCremonaAnaln%3%a9s.pdf>
- 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]. Correcciones bibliográficas de Trabajos finales de grado.
<http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/view/221/159/4712>
- Bianchi, J. L. (1982). *Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia en peso de novillos en pastoreo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/27479>
- Calistro, E. (2021). Por qué sembrar raigrás anual como verdeo de invierno en los sistemas lecheros y ganaderos. *Revista TodoTambo*, 240, 21-24.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16302/1/todotambo-240.Calistro.pdf>
- Carámbula, M. (2002). *Pasturas y forrajes: Vol. 1. Potenciales y alternativas para producir forraje*. Hemisferio Sur.

- Carámbula, M. (2004). *Pasturas y forrajes: Vol.3. Manejo, persistencia y renovación de pasturas*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2007). *Verdeos de invierno*. Hemisferio Sur.
- Carriquiry, E., Fernández, J. A., & Yáñez, E. A. (2016). Influencia del peso vivo y la alimentación sobre el desempeño de terneros en su primer invierno. *Revista Veterinaria*, 27(1), 14-20. <http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v27n1/v27n1a04.pdf>
- Carriquiry, E., Mesa, J., & Elola, U. (1992). *Precocidad en la producción de verdes asociados*. INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4157/1/precocidad-produccion-verdeos-asociados-1992.pdf>
- Cepeda, M., Scaiewicz, A., & Villagrán, J. (2005). *Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32839/1/Cepeda Maximiliano.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32839/1/Cepeda_Maximiliano.pdf)
- Chalkling, D. J. (2008). *Producción intensiva de carne en el sistema agrícola-ganadero*. INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2821/1/18429130709161102.pdf>
- Colabelli, M., Agnusdei, M., Mazzanti, A., & Labreveux, M. (1998). *El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/01-proceso_crecimiento.pdf
- De Vecchi, S., & Franzoni, C. (2023). *Utilización de raigrás (*Lolium multiflorum* c. *Bill max*) en la alimentación de terneros: Efecto de la oferta de forraje sobre el consumo, la selección y el comportamiento* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Correcciones bibliográficas de Trabajos finales de grado. <http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/view/176/124/3595>
- Di Marco, O. N. (2004). *Fisiología de crecimiento de vacunos*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externior/16-fisiologia_del_crecimiento.pdf

- Di Marco, O. N. (2006). *Eficiencia de utilización del alimento en vacunos*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/89-eficiencia_utilizacion_alimento.pdf
- Di Marco, O. (2007). *Conceptos de crecimiento aplicados a la producción de carne*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/19-conceptos_de_crecimiento.pdf
- Expo Melilla. (2017). *Recría de terneras/os con suplementación: Sexta Expo Melilla*. <https://expomelilla.com.uy/wp-content/uploads/2017/04/RECRIA-DE-VACUNOS-CON-SUPLEMENTACION.pdf>
- Formoso, F. A. (1988). Manejo de especies y mezclas. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Jornada de Forrajeras Resumen de los trabajos presentados* (pp. 11-14). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15881/1/UY.CIAAB.JF.1988.Colonia-del-Sacramento.pdf;forrajeras#page=12>
- Formoso, F. A. (1996). Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. En D. Risso, E. J. Berretta & A. Moron (Eds.), *Producción y manejo de pasturas* (pp. 1-19). INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8473/1/ST80-p.1-19.pdf>
- Formoso, F. (2009). Aspectos a considerar para mejorar la producción y utilización de forraje durante otoño e invierno. *Revista INIA*, (17), 41-47. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4826/1/revista-INIA-17.pdf>
- Formoso, F. (2010). *Producción de forraje y calidad de verdeos de invierno y otras alternativas de producción otoño-invernales*. INIA. <https://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429280111152635.pdf>
- Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (s.f.). *Ray grass, verde*. <https://www.fundacionfedna.org/forrajes/ray-grass-verde>
- Gallarino, H. (2010). *Intensidad y frecuencia de defoliación de una pastura*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/158-defolicacion_8.pdf
- Gentos. (s.f.). *Rye grass anual Bill Max*. <https://gentos.com.ar/productos/rye-grass-anual-bill-max/>

- Gonella, C. A. (2000). *Producción de carne en sistemas pastoriles*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/07-produccion_en_sistemas_pastoriles.pdf
- González, M., Tapia, V., & Marilyn, M. (Eds.). (2017). *Manual bovino de carne*. INIA. <https://biblioteca.inia.cl/items/a76dd508-66f4-4e24-a0fb-5c29dc08980f>
- Guerrero, J. N., Conrad, B. E., Holt, E. C., & Wu, H. (1984). Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. *Agronomy Journal*, 76(4), 577-580.
- Haydock, K. P., & Shaw, N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 15(76), 663-670. <https://doi.org/10.1071/EA9750663>
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: Science into practice*. Longman.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2018a). *El concepto de carga o dotación: Sistema ganadero extensivo*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11190/1/Ficha-tecnica-35-El-concepto-de-carga-o-dotacion.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2018b). *Recría: Sistema ganadero extensivo*. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9517/1/Ficha-tecnica-7v5-Alimentacion-invernal.pdf>
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual del protagonista nutrición animal*. <https://www.biopasos.com/documentos/087.pdf>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. (2021). *Requerimientos nutricionales en bovinos*. <https://www.intagri.com/articulos/ganaderia/requerimientos-nutricionales-en-bovinos>
- Invernizzi, G., Puig, C., & Viroga, S. (2007). *Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibri. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32809/1/InvernizziGonzalo.pdf>

- Jamieson, W. S., & Hodgson, J. (1979). The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*, 34(4), 261-271. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01478.x>
- Joandet, G. (1990). *Tamaño corporal: Su incidencia en la eficiencia de producción de carne*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/34-tamano_corporal.pdf
- Lombardo, S. (2012). Asignación de forraje: ¿Cuánto pasto hay que ofrecer a los animales? *Revista Plan Agropecuario*, (143), 32-35. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R143/R_143_32.pdf
- Luzardo, S., Cuadro, R., Lagomarsino, X., Montossi, F., Brito, G., & La Manna, A. (2014). Tecnologías para la intensificación de la recría bovina en el Basalto- uso estratégico de suplementación sobre campo natural y pasturas mejorada. En E. J. Berretta, F. Montossi, & G. Brito (Eds.), *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto* (pp. 93-125). INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4264/1/ST-217p93-125.pdf>
- Márquez, F., Sánchez, J., Urbano, D., & Dávila, C. (2007). Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*): 1. Rendimiento y contenido de proteína. *Zootecnia tropical*, 25(4), 253-259. <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v25n4/art03.pdf>
- Marsh, R. (1979). Effect of herbage DM allowance on the immediate and longer term performance of young Friesian steers at pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 22(2), 209-219. <https://doi.org/10.1080/00288233.1979.10430739>
- Maschio, F., Soria, S., & Stábile, F. (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://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/36675/1/Maschio_Franco.pdf
- Masci, C., Ruquet, V., Corbetta, C., & Zanettini, J. L. (2018). *Avena: Pasto, pasto más heno y uso doble propósito*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/130-avena_pasto_0.pdf

- McDonald, P., Edwards, R. A., & Greenhalgh, J. F. D. (1966). *Animal nutrition*. Oliver and Boyd.
- Méndez, D. (2013). *Avances en raigrás: Red de evaluación de cultivares de raigrás*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/76-Avances_en_Raigras_1.pdf
- Méndez, D., & Davies, P. (2004). *Herramientas para mejorar las ganancias de peso*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/39-herramientas_mejorar_ganancias_de_peso.pdf
- Meunier, J. (1973). *El pasto bajo los dientes de los animales: Consideraciones sobre la explotación racional de praderas*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/07-pasto_bajo_dientes.pdf
- Montossi, F., Risso, D. F., & Pigurina, G. (1996). Consideraciones sobre utilización de pasturas. En M. Carámbula (Ed.), *Producción y manejo de pasturas* (pp. 93-105). INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8482/1/ST80-p.93-105.pdf>
- Montossi, F., & Soares De Lima, J. M. (2020). Suplementación invernal de la recría bovina sobre campo natural: Uso eficiente de la mano de obra y su impacto productivo y económico. *Revista INIA*, (61), 18-22. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14488/1/Rev-INIA-61-Junio-2020-p-18-22.pdf>
- Montossi, F., & Soares De Lima, J. M. (2021). Intensificación de la recría bovina en sistemas ganaderos semi-extensivos: Uso estratégico de áreas reducidas de pasturas sembradas y de suplementación restringida e infrecuente. *Revista INIA*, (65), 25-29. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15758/1/Revista-INIA-65-Junio-2021-07.pdf>
- Moreno, F., & Molina, D. (2007, 15 de junio). *Buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta*. FAO. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122621/records/647761b9a3fd11e4303c0335>

- Mott, G. O. (1960). Grazing pressure and measurements of pasture production. En *Proceedings of the Eighth International Grassland Congress: Held at the University of Reading, England, 11-21 July 1960* (pp. 606-611). Alden Press.
- Nabinger, C., & de Faccio Carvalho, P. C. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: Aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia (Uruguay)*, 13(3), 18-27.
- Noutary, J. (2014). *Ventajas de las siembras tempranas de avena*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_in_vierno/101.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2022). *Anuario estadístico agropecuario 2022*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2022>
- Parga, J., & Teuber, N. (2006). Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. En H. Navarro, E. Siebaid, & S. R. Celis (Eds.), *Manual de producción de leche para pequeños y medianos productores* (pp. 47-57). Gobierno de Chile. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/7073/NR33823.pdf?sequence=6&isAllowed=y>
- Perrachon, J. (2009). Pensemos en los verdeos de invierno. *Revista Plan Agropecuario*, (132), 42-46. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R132/R_132_42.pdf
- Pigurina, G. (1994). Manejo y alimentación de la recria: Suplementación invernal estratégica. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Mejoramiento de campo en cristalino* (pp. 29-30). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11077/1/SAD-29p29-30.pdf>
- Pigurina, G. (2001). Sistemas de recria e invernada en Uruguay. En *III Jornadas de Recursos Técnicos* (pp. 29-33). INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6647/1/Jornada-2001.pdf>
- Pigurina, G., Brito, G., Pittaluga, O., Scaglia, G., Risso, D. F., & Berretta, E. J. (1997). *Suplementación de la recria en vacunos*. En Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Ed.), *Suplementación estratégica de la cría y recria ovina y vacuna* (pp. iv1-iv6). <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11898/1/sad12cap4p1-6.pdf>

- Pigurina, G., & Methol, M. (2004). Tabla de contenido nutricional de pasturas y forrajes del Uruguay. En J. M. Mieres (Ed.), *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 1-9). INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807141556.pdf>
- Pineda, O. (2017). Determinación de la capacidad de carga animal en los potreros.
https://www.engormix.com/lecheria/manejo-pastoreo/determinacion-capacidad-carga-animal_a40866/
- Pizzio, R., & Royo Pallarés, O. (1999). *Manejo del pastoreo, carga animal en pasturas* [Contribución]. Jornada de actualización en forrajeras subtropicales, Mercedes.
<https://fcvinta.files.wordpress.com/2013/10/jornada-pasturas-pizzio-carga-animal-mod1.pdf>
- Planisich, A., Larripa, M., & Galli, J. (2017). Evaluación de raigrás anual bajo pastoreo. *Agromensajes*, 47, 14-19.
<https://rephip.unr.edu.ar/server/api/core/bitstreams/e41c754d-c496-4d18-bb3b-50b51ae925be/content>
- Polcaro, S. (2022). Análisis de resultados de la encuesta de buenas prácticas de manejo de campo natural. En *Anuario de OPYPA 2022* (pp. 571-588). MGAP.
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/estudios/analisis-resultados-encuesta-buenas>
- Puente, B. A., & Quishpe, A. S. (2022). *Evaluación de varias frecuencias e intensidades de defoliación sobre la productividad y calidad de raigrás perenne (Lolium perenne L.)* [Trabajo final de grado, Universidad central del Ecuador]. Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/28757>
- Ramírez, R. C. (2013). Formulación de raciones para carne y leche: Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. *InterSedes*, 14(29), 128-153.
<https://www.redalyc.org/pdf/666/66629448009.pdf>
- Rebuffo, M. (2000). *Avena: Manejo del cultivo para producción de forraje*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5595/1/HD-66-A.pdf>

- Reuter, R., Alkire, D., Sunstrum, A., Cook, B., & Blanton J. (2017). Feed efficiency and how it's measured. *Brangus Journal*, 65, 30-34.
https://issuu.com/gobrangus/docs/brangus_journal_-_january_2017
- Rinaldi, C., Soca, P., Apeztequia, F., & Orcasberro, R. (1997). Características de la pastura y desempeño invernal de novillos en crecimiento sobre pastizal nativo. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 5(1), 7-9.
- Rodríguez, D. (2005). *Estrategias para hacer más eficiente el consumo en bovinos de carne en pastoreo*. Sitio Argentino de la Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/45-mas_eficiente_e_%20consumo.pdf
- Rosenstein, L. (2014). *Selección por eficiencia de conversión*.
<https://www.valorcarne.com.ar/seleccion-por-eficiencia-de-conversion/>
- Rossi, C. (2017). *Manual de producción de semilla de raigrás anual*. INIA.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6522/1/bd-112.pdf>
- Rovira, J. (2012). *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Hemisferio Sur.
- Saldivia, E. (2007). Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la dinámica del macollamiento de *Lolium perenne* L. en una pradera mixta [Trabajo final de grado, Universidad Austral de Chile]. Cybertesis.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/fas162e/sources/fas162e.pdf>
- Schlegel, M. L., Wachenheim, C. J., Benson, M. E., Black, J. R., Moline, W. J., Ritchie, H. D., Schwab, G. D. & Rust, S. R. (2000). Grazing methods and stocking rates for direct-seeded alfalfa pastures: I. Plant productivity and animal performance. *Journal of Animal Science*, 78(8), 2192-2201.
https://www.researchgate.net/publication/12373901_Grazing_methods_and_stocking_rates_for_direct-seeded_alfalfa_pastures_I_Plant_productivity_and_animal_performance
- Shike, D. (2013). Beef cattle feed efficiency. En University of Illinois at Urbana-Champaign (Ed.), *Driftless Region Beef Conference* (pp. 3-4).
<https://dr.lib.iastate.edu/server/api/core/bitstreams/dd9ecb91-917e-4167-8c70-f3d638978b57/content>

- Simeone, A., Beretta, V., D'Ambrosio, B., Motta, M., & Pedetti, J. (2021). Suplementación invernal con Lupino en la recría de terneros pastoreando campo natural sobre Basalto. 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. 40-47). UPIC.
- Simeone, A., Beretta, V., Franco, J., & Baldi, F. (2004). Manejo nutricional en ganado de carne. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *Jornada anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne* (p. 19). UPIC.
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2004.pdf>
- Simeone, A., Beretta, V., Franco, J., Pancini, C., Caorsi, M., Novac, M., Panizza, V. & Rodríguez, V. (2018). Uso del DDGS de sorgo en raciones de engorde a corral, con "suministro restringido" como estrategia de manejo del comedero. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *20a Jornada Anual de Producción Intensiva de: 20 años de investigación para una ganadería más rentable* (pp. 44-52). UPIC.
<http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2018.pdf>
- Symonds, R. E. (1982). Métodos para mejorar la eficiencia en la utilización de pasturas mejoradas en el crecimiento y engorde de novillos en el litoral. En Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca & Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Eds.), *Utilización de pasturas* (pp. 1-8). Universidad de Almería.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5924/1/UY.CIAAB.MISCELANEA.1982.no.39.pdf>
- Teuber, N., Balocchi, O., & Parga, (Eds.). (2007). *Manejo del pastoreo*. Universidad Austral de Chile; Universidad de La Frontera; INIA Remehue; Fundación para la Innovación Agraria.
<https://bibliotecadigital.fia.cl/server/api/core/bitstreams/0b65fc50-9283-43a6-8e92-36373c5c898d/content>
- Uruguay XXI. (2022). *Sector ganadero en Uruguay*.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vargas, L., Lauz, O. G., da Silva, C. E., Denardin, O. A., Sell, C. M., & Silveira, F. A. (2014). Morfogenesis del raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.) diploide y tetrapoide. *Zootecnia Tropical*, 32(1), 45-51.

- Vaz Martins, D., & Bianchi, J. L. (1982). Relación entre distintos parámetros de la pastura y el comportamiento de animales en pastoreo. En Ministerio de Agricultura y Pesca & Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (Eds.), *Utilización de pasturas* (pp. 1-16). Universidad de Almería.
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5924/1/UY.CIAAB.MISCELANEA.1982.no.39.pdf>
- Zamora, Y. G. (s.f.). *Intensidad de Pastoreo*. Universidad Autónoma del Estado de México.
https://www.academia.edu/24813855/INTENSIDAD_DE_PASTOREO#:~:text=La%20intensidad%20de%20pastoreo%20indica,de%20utilizaci%C3%B3n%20de%20la%20pradera.
- Zanoniani, R. A., Ducamp, F., & Bruni, M. A. (2003). *Utilización de verdes 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. (1997). *Verdeos de invierno*. Plan Agropecuario.
<http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart2/Cart2.htm>

8 ANEXOS**Anexo A***Ganancias medias diarias en el primer subperíodo del día 1 al 57*

Tratamiento	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior
2,5	0,1253	0,0481	0,05	0,02807	0,2226
5	0,3681	0,0481	0,05	0,2708	0,4653
7,5	0,3872	0,0481	0,05	0,2899	0,4845
10	0,5757	0,0481	0,05	0,4784	0,673

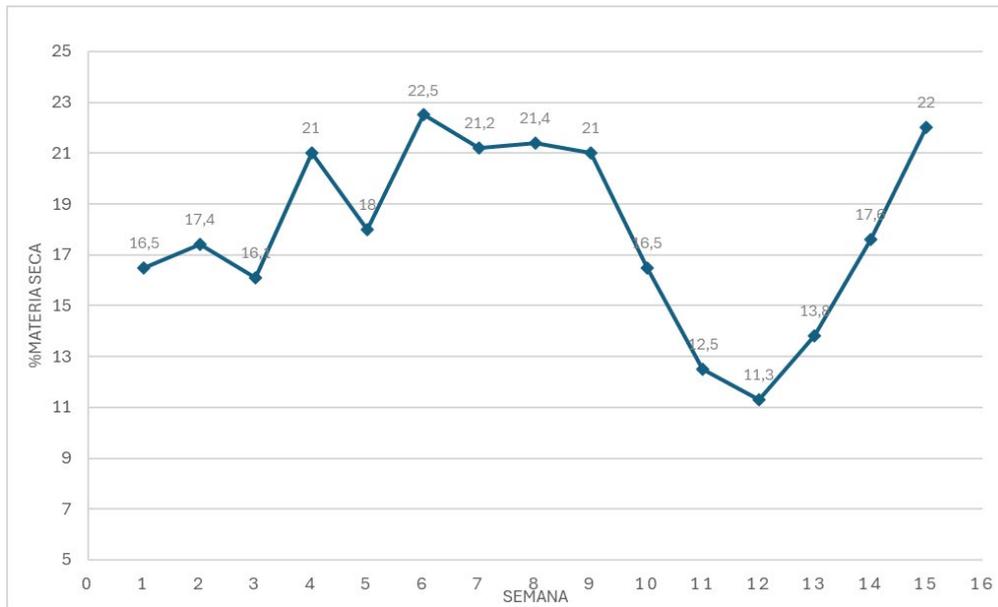
Anexo B

Ganancias medias diarias en el segundo subperíodo del día 57 al 99.

Tratamiento	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior
2,5	0,1053	0,06402	0,05	-0,02425	0,2349
5	0,5784	0,06402	0,05	0,4488	0,7079
7,5	0,7205	0,06402	0,05	0,5909	0,85
10	0,9211	0,06402	0,05	0,7915	1,0506

Anexo C*Tabla de contenido de Materia Seca semanal y promedio*

Semana	% MS
1	16,5
2	17,4
3	16,1
4	21
5	18
6	22,5
7	21,2
8	21,4
9	21
10	16,5
11	12,5
12	11,3
13	13,8
14	17,6
15	22
Promedio	17,9

Anexo D**Gráfico de contenido de Materia Seca semanal y promedio**

Anexo E

Peso final (kg/a) según asignación de forraje (kg MS/100 kg PV)

