

**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 CONSUMO,
LA SELECCIÓN Y EL COMPORTAMIENTO**

por

**Sofía DE VECCHI
Candela FRANZONI**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2023**

PAGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

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

Tribunal:

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

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

Ing. Agr. Natalia Zabalveytia

Fecha:

11 de octubre de 2023

Autores:

Sofía De Vecchi

Candela Franzoni

AGRADECIMIENTOS

A nuestros padres, hermanos y amigos, por el apoyo brindado durante toda la carrera.

A los tutores de tesis Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone, por guiarnos y acompañarnos en todas las etapas de este trabajo.

Al Sr. Diego Mosqueira y el resto del personal de campo, por la colaboración en el manejo de los animales y a la Ing. Agr. Natalia Zabalveytia por su disposición y ayuda.

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
TABLA DE CONTENDIO	4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS	6
RESUMEN.....	8
SUMMARY	9
1. INTRODUCCIÓN.....	10
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS VERDEOS DE INVIERNO	13
2.1.1. Avena	13
2.1.2. Raigrás (<i>Lolium multiflorum</i>)	13
2.1.3. Recomendaciones de manejo del pastoreo	18
2.2. INTERFASE PLANTA-ANIMAL: COMPORTAMIENTO Y CONSUMO EN PASTOREO	19
2.2.1. Comportamiento animal.....	20
2.2.2. Consumo de forraje	21
2.3. OFERTA DE FORRAJE E INTENSIDAD DE PASTOREO	23
2.3.1. Efecto sobre el consumo.....	24
2.3.2. Efecto sobre el comportamiento y la selección	26
2.3.3. Efecto sobre la producción de la pastura	28
2.4. HIPÓTESIS.....	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
3.1. UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL	30
3.2. SUELO	30
3.3. INFRAESTRUCTURA	30
3.4. PASTURA	30
3.5. ANIMALES	31
3.6. TRATAMIENTOS	31
3.7. MANEJO	31
3.8. REGISTROS, MEDICIONES Y MUESTREOS	31
3.8.1. Biomasa del forraje disponible	31
3.8.2. Altura de forraje disponible	32

3.8.3. Biomasa y altura de forraje remanente	32
3.8.4. Peso vivo	32
3.8.5. Patrón de comportamiento ingestivo y de defoliación	32
3.8.6. Caracterización de la composición botánica del forraje ofrecido y consumido	33
3.9. VARIABLES CALCULADAS.....	34
3.9.1. Utilización de la pastura	34
3.9.2. Patrón de pastoreo	34
3.9.3. Selectividad	34
3.9.4. Consumo de forraje	34
3.10. ANÁLISIS QUÍMICO	34
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1. REGISTROS CLIMÁTICOS	37
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	38
4.3. CONSUMO DE FORRAJE	44
4.4. COMPOSICIÓN BOTÁNICA	45
4.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA	50
4.6. SELECCIÓN EN BASE A LA PROTEÍNA CRUDA	52
4.7. COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	53
4.7.1. Patrón de pastoreo	56
4.7.2. Patrón de defoliación	57
4.8. DISCUSIÓN GENERAL	58
5. CONCLUSIÓN.....	61
6. BIBLIOGRAFÍA.....	62
7. ANEXOS	73

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla No.

Tabla 1. Valor nutritivo del raigrás anual según su estado fisiológico.....	17
Tabla 2. Efecto de diferentes asignaciones de forraje en el consumo de forraje por novillos y terneros durante el invierno sobre diferentes tipos de pasturas....	25
Tabla 3. Datos meteorológicos históricos correspondientes al período abril a agosto entre 2013-2021 y registros observados en el periodo abril a agosto en el año 2022.	37
Tabla 4. Efecto de la asignación de forraje (T) y semana experimental (S) sobre la biomasa y altura pre y pos pastoreo y la utilización del raigrás cv. Bill Máx pastoreada por terneros Hereford.....	39
Tabla 5. Efecto del tratamiento (T) y la semana de medición (S) sobre el consumo de materia seca de forraje.	44
Tabla 6. Efecto del tratamiento, la semana y la interacción entre ambos sobre la composición botánica del forraje disponible, del rechazo y de la dieta seleccionada.....	46
Tabla 7. Efecto del tratamiento, de la semana y del tratamiento por semana sobre la composición química.....	50
Tabla 8. Efecto del tratamiento sobre la PC de la pastura, de la dieta y el índice de selectividad.....	52
Tabla 9. Efecto de la asignación de forraje sobre variables describiendo comportamiento animal y tasa de bocado (bocados/minuto) durante el periodo diurno.	54

Figura No

Figura 1. Modelo conceptual de las relaciones suelo -clima-planta-animal	19
Figura 2. Relaciones entre biomasa aérea acumulada pre pastoreo y oferta de forraje según fecha (20/09, 22/10, 10/11 y 30/11).....	29
Figura 3. Precipitaciones promedio y temperatura media correspondientes al periodo 2013-2021 y año 2022	38
Figura 4. Efecto e niveles crecientes de asignación de forraje (2,5 a 10 kg MS/100 kg peso vivo) sobre la evolución de la biomasa disponible y altura de raigrás Bill Max pastoreada por terneros	40
Figura 5. Efecto de la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) sobre la biomasa (kg MS/ha) y la altura (cm) del rechazo del raigrás	41
Figura 6. Efecto de la asignación de forraje sobre la evolución semanal de la biomasa de rechazo (kg MS/ha, líneas) y la altura (cm, barras) desde la semana 1 hasta la semana 14 del experimento	42
Figura 7. Utilización de forraje (%) en función de la asignación de forraje	43
<i>Figura 8. Efecto de la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) sobre el consumo de forraje expresado en kg MS/a/día y en % peso vivo.....</i>	<i>45</i>
Figura 9. Composición botánica del disponible en función de las semanas 3, 7 y 12	48

Figura 10. Composición botánica del remanente en función de las semanas 7 y 12	49
Figura 11. Composición química en función de las semanas.....	51
Figura 12. Tasa de bocado (bocados/minuto) en función de la asignación de forraje	55
Figura 13. Desarrollo de la actividad de pastoreo durante el día.....	56
Figura 14. Dinámica de defoliación de la pastura (cm) durante los días de permanencia en la parcela semanal de pastoreo.....	57
Figura 15. Consumo de forraje (% PV), utilización de forraje (%) y tasa de bocados (bocados por minuto) en función de la asignación de forraje	59

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la intensidad de pastoreo, la cual fue 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 consumo de materia seca, la eficiencia de utilización del forraje, la calidad de la pastura y el comportamiento animal, para de esta forma poder generar coeficientes técnicos que sean útiles al momento de tomar decisiones. El experimento fue realizado en el potrero número seis de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) localizada en la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni” (EEMAC) Facultad de Agronomía, Paysandú; Uruguay. El período experimental abarcó un total de 106 días comprendidos entre el 20 de mayo hasta el 3 de setiembre del 2022. Para el experimento se utilizaron 48 terneros de la raza Hereford, nacidos en la primavera del 2021, pertenecientes al rodeo experimental de la EEMAC. Los animales iniciaron el experimento con un peso vivo promedio de 121 ± 31 kg, fueron sorteados en 12 grupos (previa estratificación por peso vivo) y éstos asignados al azar a los diferentes tratamientos definidos por la oferta de forraje, las cuales fueron 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; kg MS/100 Kg de PV animal, respectivamente. De acuerdo con esto, cada tratamiento estuvo compuesto por 3 repeticiones integradas por 4 terneros pastoreando una parcela independiente. Se realizó pastoreo rotativo, cada parcela con 7 días de ocupación retornando a la misma en función de la biomasa acumulada. Durante el período experimental, no se detectó un efecto significativo del tratamiento ($P > 0,05$) sobre la disponibilidad y la altura pre pastoreo. El rechazo y la altura asociada al mismo mostraron una respuesta cuadrática, donde a medida que aumentó la asignación de forraje se registraron incrementos decrecientes encontrándose el máximo forraje remanente y su altura, en la asignación 10%. La utilización presentó una respuesta cuadrática negativa, observándose el menor valor de utilización en la asignación de 8%. Por otro lado, el consumo de los animales siempre fue superior en el tratamiento de mayor asignación (10%), en relación a la asignación más restrictiva (2,5%). Dicho consumo presentó una respuesta cuadrática, tal es así que pasar de una asignación de 2,5% a 5% representó un aumento de 51%, mientras que al pasar de la asignación 7,5% a 10% este aumentó tan solo un 23%. La asignación de forraje, no afectó a la composición química de la pastura ofrecida ($P > 0,05$), pero mejoró la concentración de proteína cruda de la dieta seleccionada; en base a esto el consumo real de proteína cruda fue superior a la que presenta la pastura, evidenciando la selectividad. En la actividad de pastoreo no se encontraron diferencias significativas frente a cambios en la asignación de forraje ($P > 0,05$). Respecto a la rumia y el descanso, si se detectaron diferencias significativas para el efecto tratamiento ($P < 0,01$). Por último, hubo efecto del tratamiento ($P < 0,05$), sobre la tasa de bocado, la cual presentó una respuesta cuadrática que se maximiza en la AF 7,6%.

Palabras clave: terneros, Bill Max, asignación de forraje, consumo de forraje, comportamiento animal, utilización de forraje, calidad de forraje, pastoreo

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the effect of grazing intensity, which was regulated through the supply of forage (kg dry matter / 100 kg live weight), from a ryegrass pasture (*Lolium multiflorum* cv. Bill Max) on dry matter intake, forage utilization efficiency, pasture quality and animal behavior and in this way, generate technical coefficients that are useful when planning and making decisions. The experiment was carried out in paddock number six of the Intensive Meat Production Unit of the Experimental Station of the Faculty of Agronomy "Dr. Mario A. Cassinoni" (EEMAC), located in the department of Paysandú, Uruguay. The experimental period was developed during 106 days between May 20 and September 3, 2022. For the experiment, 48 calves of the Hereford breed, born in the spring of 2021, belonging to the EEMAC experimental herd, were used. The animals started the experiment with an average live weight of 121 ± 31 kg, they were sorted into 12 groups (previous stratification by live weight) and these were randomly assigned to the different treatments defined by the forage supply, which were 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; kg DM/100 kg of animal LW, respectively. Accordingly, each treatment consisted of 3 repetitions made up of 4 calves grazing an independent plot. Rotational grazing was carried out on the plot for 7 days of occupation, returning to it based on the accumulated biomass. During the experimental period, no significant effect of the treatment ($P>0.05$) on availability and pre-grazing height was detected. The rejection and the height associated with it showed a quadratic response, whereas the forage allocation increased, decreasing increases were recorded, finding the maximum remaining forage and its height, in the 10 % allocation. Utilization presented a negative quadratic response, with the lowest utilization value being observed in the 8% allocation. On the other hand, the consumption of the animals was always higher in the treatment with the highest allocation (10%), in relation to the most restrictive allocation (2.5%). Said consumption presented a quadratic response, so much so that going from an allocation of 2.5% to 5% represented an increase of 51%, while going from the allocation of 7.5% to 10% this increased by only 23 %. Forage allocation did not affect the chemical composition of the offered pasture ($P>0.05$), but it did improve the crude protein concentration of the selected diet; Based on this, the real consumption of crude protein was higher than that presented by the pasture, evidencing selectivity. No significant differences were found in the grazing activity compared to changes in forage allocation ($P>0.05$). Regarding rumination and rest, significant differences were detected for the treatment effect ($P<0.01$). Lastly, there was an effect of the treatment ($P<0.05$) on the bite rate, which presented a quadratic response that is maximized in FA 7.6%.

Keywords: calves, Bill Max, forage allowance, forage consumption, animal behavior, forage utilization, forage quality, herding

1. INTRODUCCIÓN

La producción de las pasturas naturales en el periodo otoño-invierno se encuentra afectada por el lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas invernales determinando una escasez de forraje (Zanoniani & Noëll, 1997). En este contexto, terneros manejados en invierno exclusivamente en campo natural experimentan pérdidas de peso vivo alrededor de 100-200 gramos/día (Echeverría et al., 2014).

Los verdeos de invierno aparecen como una de las opciones posibles para enfrentar la problemática mencionada, ya que, se caracterizan por producir un volumen muy alto de forraje de buena calidad en un período corto de tiempo. Su importancia ha aumentado últimamente debido a la intensificación en la ganadería uruguaya, llegando a ocupar, tanto verdeos de invierno como de verano, una superficie de 644.589 miles de ha en el año 2022 siendo este valor un 18% superior a la superficie ocupada por los mismos en el año 2017 (529.891 miles de ha) (Sistema Nacional de Información Ganadera, 2022).

Los verdeos invernales más utilizados son la avena y el raigrás, su complementariedad se explica por la combinación de la precocidad otoñal de la avena, con la elevada producción del raigrás durante el invierno y la primavera (Carámbula, 2002). Ambas especies se utilizan tanto para la recría de terneros como para el engorde de novillos.

El raigrás Bill Max, se propone como una nueva alternativa para la obtención de forraje temprano en el otoño, ya que presenta un ciclo temprano a intermedio con rápida producción inicial, alargando su fase vegetativa hasta fines de invierno y comienzos de la primavera (Gentos, s.f.). Cuantificar las relaciones entre el manejo del pastoreo y la respuesta animal es relevante para optimizar la producción a partir de este recurso forrajero.

El manejo de la intensidad de pastoreo a través de la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) incide sobre la performance animal debido a su efecto sobre, el consumo de forraje, la selección y el comportamiento animal. Maschio et al. (2020) evaluando con novillos pastoreando raigrás Bill Max en un amplio rango de oferta de forraje (2,5 a 10 kg MS/ 100 kg de peso vivo) reportan una respuesta lineal positiva en el consumo de materia seca frente a aumentos en la asignación de forraje, mediada por cambios en la tasa de bocado y en la actividad de rumia. Es probable que esta respuesta varíe cuando el verdeo es pastoreado por categorías más jóvenes.

Cuantificar las relaciones entre el manejo de pastoreo del raigrás Bill Max con terneros en un amplio rango de asignaciones de forraje (2,5 a 10 kg MS/ 100 kg de peso vivo) y su impacto sobre el consumo, la selección y el comportamiento

animal, contribuiría al diseño de estrategias de pastoreo que optimicen el uso del verdeo con dicha categoría.

1.1. OBJETIVO GENERAL

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 consumo de materia seca, la selección y el comportamiento animal.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Generar la curva otoño-invernal de consumo de materia seca de terneros en respuesta a aumentos en la oferta de forraje. Estimar el efecto de la intensidad de pastoreo sobre la calidad del forraje ofrecido y consumido; su utilización, la dinámica de defoliación y el comportamiento ingestivo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Actualmente en el Uruguay se explotan 16.357.000 hectáreas, de las cuales el 85,9% son dedicadas a la ganadería. A su vez, dentro de la superficie de pastoreo ganadero el campo natural ocupa un 82% del total, mientras que las pasturas mejoradas ocupan un 18% de la SPG (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2019).

Según Echeverría et al. (2014), terneros manejados en invierno cuya base forrajera es únicamente campo natural experimentan pérdidas de peso vivo alrededor de 100-200 gramos/día, esto se debe a la baja disponibilidad de forraje de calidad, además de condiciones climáticas adversas, como lo son las bajas temperaturas lo que se traduce en baja oferta de forraje debiéndose compensar dicha escasez mediante la utilización de alternativas forrajeras (Zanoniani et al., 2000).

Incluir los verdeos invernales no solo corrige el déficit forrajero, sino que a su vez satisface considerablemente los requerimientos energéticos y proteicos del rodeo ganadero que hace uso del mismo (Correa Urquiza, 2004). Los verdeos se definen como gramíneas anuales que se destacan por producir un alto volumen de forraje de muy buena calidad en un corto periodo de tiempo. Se caracterizan por presentar alto contenido de agua, bajo contenido de fibra y una alta proporción de proteína rápidamente degradable en rumen (Zanoniani et al., 2000).

El pastoreo de verdeos de invierno es uno de los recursos comúnmente utilizados en la etapa de recría debido a los valores de digestibilidad que presentan, los cuales se encuentran por encima de 70%, siendo considerado como un valor sobresaliente (Mayo & Tranier, 2014). Dicha etapa es de suma importancia debido a que, por tratarse de una fase de crecimiento, define en gran medida el tamaño adulto, el cual es fundamental para aumentar el peso de faena, la producción individual y la del sistema (Ceconi & Méndez, 2018).

En lo que refiere a la recría para reposición, es necesario que los animales puedan desarrollarse y lograr un peso determinado para poder ser puestos en servicio, y para alcanzar dicho objetivo, hay que maximizar la ganancia de peso por individuo. En contraposición a lo mencionado anteriormente, para el caso de la recría de machos, los verdeos de invierno se pueden pastorear con altas cargas logrando maximizar la producción de carne por hectárea (Trainer, 2014).

La cría se realiza principalmente sobre campo natural, pero existen casos donde los establecimientos no cuentan con suficiente disponibilidad de forraje y por ende deben recurrir la inclusión de otros recursos para suplir dicha deficiencia (Labarthe, 2014).

2.1. PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS VERDEOS DE INVIERNO

Los verdeos invernales utilizados más frecuentemente son la avena y el raigrás, su complementariedad posibilita un desarrollo adecuado sobre una amplia gama de suelos, y a su vez una elevada producción de forraje. Este fenómeno se explica por la combinación de la precocidad otoñal de la avena, con la elevada producción del raigrás durante el invierno y la primavera (Carámbula, 2002).

2.1.1. Avena

La avena se caracteriza por presentar una buena producción de forraje, precocidad, capacidad de macollar, y posibilidad de siembra a partir de enero, es susceptible a ataques de pulgón y roya de hoja, a su vez se debe considerar que no tolera los excesos de humedad ni mucho pisoteo y su forraje cuenta con bajo contenido de fósforo y calcio (Perrachón, 2010).

La fecha de siembra está comprendida desde febrero hasta julio, según la variedad y el destino de la misma, ya sea forraje o grano. Existen tres grupos de especies: avena negra (strigosa), avena amarilla (byzantina) y avena blanca (sativa), todas alcanzan una aceptable producción de forraje, diferenciándose en el momento del año que aportan el mayor volumen de forraje y en la producción de grano (Perrachón, 2010).

Las producciones para los distintos cultivares de avena son de 6842 a 7214 kg MS/ha para el caso de la avena strigosa, 7953 a 8547 kg MS/ha para el caso de la avena sativa y por último 7812 a 8475 kg MS/ha para la avena bizantina (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIA] & Instituto Nacional de Semillas [INASE], 2022).

En relación al valor nutritivo de la avena Mieres et al. (2004) establecen que en términos de materia seca el valor más alto se da en primavera (34,6%), luego un valor intermedio en invierno (19,2%), y en el otoño se registra el valor más bajo (14,2%). Considerando el porcentaje de proteína, se registró el valor más alto en invierno (17,8%), intermedio en otoño (16,3%), y el valor más bajo en primavera (13,7%). Por último, en lo que respecta a la energía metabolizable, la misma arroja una tendencia similar a la proteína cruda, presentando un valor máximo en invierno (2,58 MCal/kg MS), intermedio en otoño (2.51 MCal/kg MS) y mínimo en primavera (2.37 MCal/kg MS).

2.1.2. Raigrás (*Lolium multiflorum*)

Se caracteriza por ser una gramínea de ciclo largo, rústica, con buena producción de forraje, excelente calidad, buen rebrote, buen comportamiento sanitario (roya de hoja), poco afectado por pulgón y adecuada resistencia al pisoteo. Muy buena resiembra y excelente respuesta a la fertilización nitrogenada (Perrachón, 2010).

Presenta una producción tardía, realizando buenos aportes a comienzos del invierno por lo que se complementa muy bien con la avena. Si la siembra es llevada a cabo en marzo se logran pastoreos a mediados-fines de otoño, lo que corresponde a 60 días post siembra, en cambio si la siembra se realiza a fines de marzo-abril, se puede pastorear a fin de invierno y comienzos de primavera (Perrachón, 2010).

Últimamente se ha generado una gran cantidad de cultivares que se pueden clasificar según su requerimiento de frío para su floración y su ploidía (Perrachón, 2010).

Se pueden diferenciar dos tipos productivos de raigrás, WESTERWOLD e ITALIANO. El tipo ITALIANO presenta un ciclo intermedio-tardío, extendiendo su producción hasta el final de la primavera. Posee requerimientos de frío para florecer, si los macollos generados a fin de invierno y primavera no florecen, permanecen en estado vegetativo durante el verano, presentando un comportamiento bi anual (Ayala et al., 2010; Correa Urquiza, 2004).

En relación al tipo WESTERWOLD su ciclo es temprano-intermedio con un gran aporte de forraje inicial, el final de su fase vegetativa se da al final de la primavera, el mismo no tiene requerimientos de frío, presenta respuesta a incrementos de temperatura y fotoperiodo, debido a esto la mayoría de los macollos florecen independientemente de la época de siembra determinando que sean estrictamente anuales (Ayala et al., 2010; Correa Urquiza, 2004).

Tanto el raigrás anual como el perenne se encuentran como plantas diploides, sin embargo, se ha logrado duplicar el número de cromosomas. Los cultivares diploides y tetraploides existen para cada tipo productivo de raigrás, ya sea anual, bianual o perenne (Ayala et al., 2010).

Las plantas tetraploides presentan células más grandes y con mayor contenido celular que pared celular, aumentando el contenido de carbohidratos solubles, lípidos y proteínas, y a su vez promoviendo un funcionamiento ruminal más eficiente resultando en un aumento del producto animal (3-5%). A su vez éstos cultivares se diferencian de los diploides por tener menor cantidad de macollos, pero de mayor tamaño, hojas anchas y de color verde oscuro, menor contenido de materia seca, semillas más grandes y mayor palatabilidad (Ayala et al., 2010).

La producción de forraje invernal está principalmente influenciada por la temperatura; estableciendo que con una temperatura media de 4,5 °C el crecimiento del verdeo se ve fuertemente afectado, en cambio cuando las temperaturas incrementan por encima de 15°C la producción de materia seca aumenta sustancialmente (Holt, 1972 como se cita en Carámbula, 2007). A su vez, excesos o déficits hídricos afectan el comportamiento de los verdeos (Carámbula, 2007).

El raigrás se adapta a una amplia variabilidad de suelos, desarrollándose tanto en suelos arcillosos como arenosos, con distintos niveles de fertilidad y valores de pH (Carámbula, 2007). Según Frakes (1973) como se cita en Carámbula (2007) si bien el raigrás prefiere suelos drenados, soporta suelos húmedos con lapsos reducidos de inundación. Según Masoller et al. (1990) como se cita en Carámbula (2007) se debe contar con pendientes adecuadas para evitar el desarrollo de zonas anegadas que traen como consecuencia problemas por pisoteo.

Para lograr una correcta implantación se debe considerar la calidad de las semillas (Formoso, 2008); la elección de la chacra, preparación del suelo y siembra, la época de siembra, la densidad de siembra, el nivel de fertilidad y el método de siembra (Carámbula, 2007).

La preparación del suelo es un factor de gran importancia para lograr obtener un control de malezas aceptable, mayor almacenaje de agua y descomposición de los restos vegetales (Borrajo, 2010). El objetivo de efectuar labores previas a la siembra es lograr un piso firme que permita pastoreos tempranos y un mejor aprovechamiento y manejo de la pastura (Carámbula, 2007). Los verdeos de invierno son mejor aprovechados bajo siembra directa ya que ofrece un mejor piso durante los periodos lluviosos (Terra et al., 1998).

En relación a la calidad de la semilla, se debe tener en cuenta la seguridad en la identificación varietal; la pureza, el porcentaje de germinación; y el peso de 1000 semillas. A su vez se debe considerar que una adecuada disponibilidad de agua en el suelo y un buen contacto semilla-suelo, asociado a profundidades de 1 a 1,5 cm determina mayores porcentajes de implantación (Formoso, 2008).

Para determinar una densidad de siembra adecuada se debe tomar en consideración el peso de 1000 semillas, el mismo es muy heterogéneo y depende de la variedad del raigrás; en el caso de un raigrás tetraploide el peso varía entre 4 a 5 gramos, mientras que un diploide no supera los 2 gramos. En las variedades con un peso de 1000 semillas inferior a 3 gramos se sugiere sembrar con una densidad de 20 kilogramos por hectárea, mientras que en las que tienen un peso de 1000 semillas superior a 3 gramos es recomendable aumentar a 30 kilogramos por hectárea. El objetivo es lograr entre 250-350 plantas por metro cuadrado (Correa Urquiza, 2004).

Cantidad de semilla (kg/ha)= (N° plantas/m² * Peso 1000 semillas (g)) / Valor cultural (%) (Amigone & Kloster, 1997).

La fertilización es esencial para lograr elevadas producciones de forraje, esto es debido a la limitante frecuente de nitrógeno y fósforo que presentan los suelos, y la elevada respuesta a la fertilización que poseen las gramíneas. Se debe tener en cuenta la especie a fertilizar, la fecha de siembra, las condiciones climáticas, el estado fisiológico de la especie y el tiempo entre fertilización y utilización (Zanoniani & Noëll, 1997).

En los verdeos de invierno se debe aplicar fertilizante en tres momentos esenciales a lo largo del ciclo; a la siembra, durante el macollaje, y en la estación primaveral (Zanoniani et al., 2000).

Se aconseja realizar análisis de suelo previo a la siembra, esta práctica de manejo posibilita utilizar de forma más eficiente el recurso fertilización; cuando los niveles de nitrato en suelo son mayores de 18 ppm no es necesario aplicar nitrógeno a la siembra. De no realizarse análisis de suelo, es recomendable no utilizar dosis mayores a 30-40 kg/ha de nitrógeno. Por otro lado, se debe tener en cuenta que los niveles de fósforo deberán ser como mínimo 10 ppm (Bray 1) en el suelo (Zanoniani et al., 2000).

Posterior a un periodo de pastoreo, se recomienda realizar una fertilización nitrogenada en cobertura con el objetivo de apoyar el rebrote del verdeo, el mismo deberá ser aplicado solamente cuando las condiciones ambientales promuevan el crecimiento del verdeo, siempre y cuando el suelo esté húmedo. Como recomendación general se establece que luego de cada pastoreo se debe aplicar entre 50 y 100 kilogramos de urea por hectárea, lo que equivale a 20 y 40 kilogramos de nitrógeno por hectárea (Carámbula, 2007).

Generalmente se considera que en estado vegetativo en invierno se producen entre 20 y 30 kilogramos de materia seca por kilogramo de nitrógeno agregado, en cambio en primavera, en donde las condiciones son más favorables para el crecimiento y desarrollo, la respuesta sería mayor obtenido entre 35 y 45 kilogramos de materia seca por kilogramo de nitrógeno agregado (Carámbula, 1997).

Según García (1995) el raigrás anual fertilizado con nitrógeno, tiene un rendimiento promedio de 7 ton MS/ha, en cuanto a la distribución estacional del mismo, la producción en otoño es de 0,8 toneladas de materia seca por hectárea, en invierno es de 2,8 ton/MS/ha, y finalmente en primavera arroja una producción de 3,4 ton/MS/ha, estación donde alcanza el estado reproductivo, semilla y muere la planta, permaneciendo durante el verano en forma de semilla. A su vez Chiara (1975) como se cita en Crempien (1983) registró que la producción del raigrás es de 8250 kilogramos de materia seca por hectárea.

La tasa de crecimiento en raigrás mostró que varía entre los 30 y 50 kilogramos de materia seca por hectárea por día, las mayores tasas de crecimiento se dieron en el mes de septiembre. En cambio, las tasas más bajas se dan en julio-agosto (INIA, 2019).

El desarrollo del cultivo a medida que avanza en los distintos estados de crecimiento, afecta la composición química del mismo, determinando un alto valor nutritivo en los inicios del desarrollo que va declinando a medida que alcanza el estado de madurez donde el rendimiento aumenta pero la digestibilidad y el consumo disminuye a la vez que lo hacen los compuestos nitrogenados, el contenido mineral y la cantidad de hojas mientras que los tallos aumentan,

determinando mayor cantidad de lignina y fibra. En relación a los carbohidratos solubles, éstos aumentan a medida que avanza la estación de crecimiento y al llegar su punto máximo, comienzan a disminuir debido a que se inicia el llenado de grano (Zanoniani et al., 2000).

En relación al valor nutritivo del raigrás, se puede decir que el mismo es muy elevado, explicado por los parámetros de calidad que se determinan en base a sus tejidos muy bien equilibrados. En adición a lo mencionado anteriormente, presenta a su vez una alta palatabilidad, siendo probablemente de las más elevadas entre todas las plantas forrajeras, siendo aceptado por todos los animales. Al dejar florecer el raigrás, la planta se encaña y alcanza su máximo grado de madurez y comienza a perder valor nutricional, lo cual promueve a que sea rechazada por los animales (Carámbula, 2002).

En relación a las digestibilidades de esta especie las mismas se estiman para las estaciones de otoño invierno y primavera siendo 76, 74, y 68 respectivamente (Crempien, 1983).

En la tabla No. 1 se presenta el valor nutritivo del raigrás anual diferenciándose según su estado fenológico.

Tabla 1

Valor nutritivo del raigrás anual según su estado fisiológico

Raigrás <i>Lolium multiflorum</i>	Estado fisiológico	DMO	PC	Ceniz a	EM	ENI	ENm	ENg
Planta entera	Vegetativo	70,1± 2,1	12,72 ±6,6	13± 1,41	2,23±0, 78	1,34±0, 80	1,4±0,67	0,79±0,6 5
Planta entera	Floración	50,89 ±4,27	11,56 ± 2,01	9,7±1, 49	1,56±0, 50	0,99±0, 68	0,72±0,4 5	0,15±0,4 5

Nota. Digestibilidad de la materia orgánica (DMO, %), Proteína cruda (PC, %), Energía (Mcal/kg MS) metabolizable (EM), neta para lactación (ENI), neta para mantenimiento (ENm), neta para ganancia (ENg). Adaptado de Carámbula (2007).

2.1.2.1. Raigrás Bill Máx

En relación al raigrás Bill Máx, es un raigrás anual tetraploide tipo Westerwoldicum, presenta un ciclo temprano a intermedio con rápida producción inicial, alargando su fase vegetativa hasta fines de invierno y comienzos de la primavera; a su vez cuenta con una gran estabilidad en la producción ya sea en distintas zonas o entre años (Gentos, s.f.).

La producción del raigrás Bill Máx reportada por Zabalveytia et al. (2021) para el invierno 2020 arroja un valor de 3947 kg/MS/ha, asimismo Maschio et al. (2020) establecen, habiendo evaluado la misma base forrajera en la misma área

experimental mencionada anteriormente que su producción para el invierno 2018 fue de 5037 kg/MS/ha y su composición química de 16,7% de materia seca, 13,47% de Proteína cruda, 23,06% de Cenizas, 29,09% de fibra detergente ácido, y 2,53 Mcal/kg de MS de energía metabolizable.

2.1.3. Recomendaciones de manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo del raigrás está directamente asociado con sus características morfofisiológicas, la disposición de sus macollas con respecto al suelo, su capacidad de macollaje y su largo de ciclo. Estos aspectos influyen no solamente en la capacidad de producción y distribución de forraje, sino que también determinan la forma cómo deberá ser manejado el verdeo para que logre desarrollar su potencial. La recomendación general es implementar pastoreos rotativos con altas cargas, comenzando los mismos cuando la planta presenta una altura entre 15-20 cm, mientras que la altura de salida no debe ser inferior a 5 cm, ya que el raigrás presenta una escasa capacidad de acumular reservas por lo tanto dependen fundamentalmente del área foliar remanente para su rebrote (Zanoniani et al., 2000).

No se debe pastorear con excesiva intensidad ya que se pueden ocasionar pérdidas de plantas debido a que es una especie cespitosa y acumula sus reservas en la base de los macollos y el primer tercio de hojas. A su vez se debe tratar de evitar altas acumulaciones de forraje, que generalmente se asocian a mayores proporciones de hojas secas y por lo tanto desperdicio de forraje (Zanoniani & Noëll, 1997).

La implementación de pastoreos rotativos tiene como objetivo permitir el descanso de la pastura por un periodo de tiempo lo suficientemente largo como para que la pastura recupere sus reservas y logre volver a rebrotar. La variante más utilizada es el pastoreo en franjas, donde la superficie de las parcelas y el tiempo de ocupación de los animales son breves. La diferencia que tiene el pastoreo rotativo convencional con el pastoreo en franjas, es que el primero tiene menor número de parcelas y por ende mayor tiempo de permanencia en cada una (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

En relación al tiempo de ocupación, se lo define como el periodo en horas o días en que cada franja es pastoreada, a menor tiempo de permanencia mayor y más uniforme es la producción por animal debido a que desde el inicio del pastoreo los animales consumen las partes de las plantas de mayor digestibilidad, mientras que a medida que avanza el mismo, se observa como remanente forraje de menor calidad y cantidad (Reinoso Ortiz & Soto Silva, 2006).

Según Pereira (1997), el pastoreo en franjas promueve un mayor crecimiento del forraje acompañado de una mejor calidad del mismo, esto se explica debido a que en un sistema de pastoreo convencional se dan grandes desperdicios de forraje mientras que el pastoreo en franjas permite lograr una

mayor utilización del mismo mediante el uso racional de las reservas de las plantas y con una carga más elevada. Otros beneficios de dicho sistema son la mejor distribución de heces y orina, promoviendo un reciclaje de nutrientes más homogéneo.

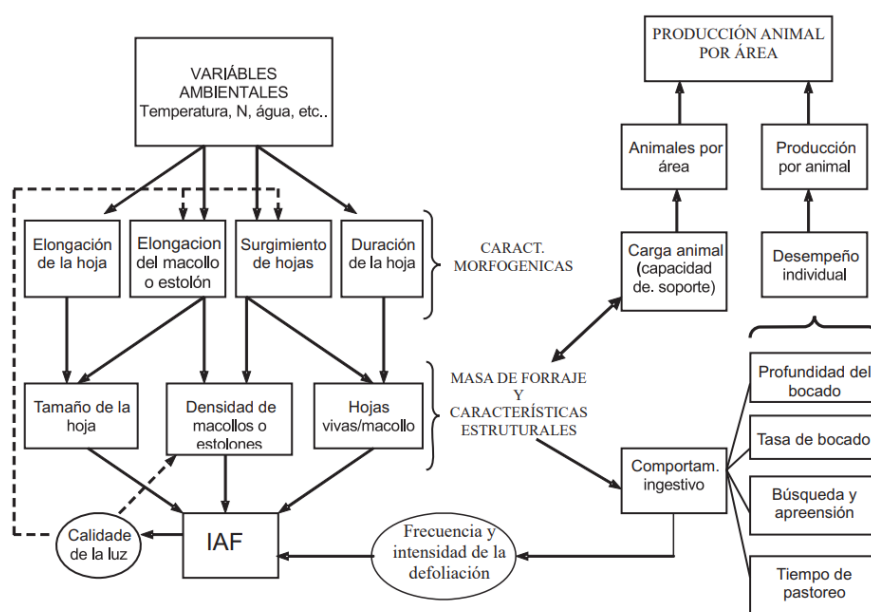
2. 2. INTERFASE PLANTA-ANIMAL: COMPORTAMIENTO Y CONSUMO EN PASTOREO

Comprender la interacción planta-animal es fundamental para maximizar la producción animal en los sistemas pastoriles (Montossi et al., 1995). Para lograr incrementar la eficiencia en el proceso productivo se debe conseguir equilibrar y optimizar la producción de forraje, el consumo del mismo y la producción animal (Carámbula, 2008).

En dicho proceso, se deben considerar los efectos de la pastura sobre el animal, siendo los mismos la disponibilidad, la digestibilidad, la palatabilidad y la estructura de la pastura, factores que influyen fuertemente el comportamiento y el consumo de los animales en pastoreo. Por otro lado se deben tener en cuenta los efectos del animal sobre el forraje, la defoliación, las deyecciones y el pisoteo, los cuales afectan sustancialmente la capacidad de producción de materia seca y el rebrote de las pasturas (Carámbula, 2008).

Figura 1

Modelo conceptual de las relaciones suelo-clima-planta-animal



Nota. Tomado de Nabinger y Carvalho (2009).

En la figura No. 1 se visualiza el modelo que considera las condiciones del medio, (temperatura, agua, radiación solar, fertilización, etc.) y de manejo (frecuencia e intensidad de defoliación) repercutiendo en las características morfogénicas de las plantas, alterando su estructura y determinando el comportamiento ingestivo de los animales.

Las variables morfogénicas (tasa de aparición y elongación foliar, tasa de elongación del macollo o estolón y vida media foliar) determinan la capacidad de soporte de la pastura, y en conjunto con las variables estructurales de la planta establecen el índice de área foliar (Nabinger & Carvalho, 2009).

Comprender la respuesta de las especies forrajeras a las variables ambientales permite establecer la velocidad de acumulación de forraje y la utilización óptima por parte de los animales para poder determinar el potencial productivo y lograr alimentar más animales por unidad de área, considerando que los factores que pueden ser controlados (agua y nutrientes) se encuentren en niveles óptimos (Nabinger & Carvalho, 2009).

La principal relación pasto-animal ocurre mediante la defoliación, a través de la misma, los animales afectan los mecanismos de rebrote de las pasturas (Nabinger & Carvalho, 2009).

2.2.1. Comportamiento animal

El comportamiento de los animales bajo pastoreo está influenciado tanto por sus necesidades nutricionales como por las condiciones climáticas especialmente asociado a la cantidad y calidad del forraje ofrecido, que usualmente limitan su potencial genético (Montossi et al., 1995).

Los animales que se encuentran en pastoreo llevan a cabo diversas actividades, entre ellas se destacan, el pastoreo, la rumia, el descanso ya sea echados o parados, y el consumo de agua. Se puede definir al ocio como el tiempo que destina el animal en estar parado, sin pastorear y sin rumiar, mientras que permanecer echado implica llevar a cabo la rumia o el descanso, siendo la actividad de mayor importancia el pastoreo (Rovira, 1996).

En lo que refiere a los periodos de pastoreo, los dos más importantes son el amanecer y el atardecer. El primer periodo inicia previo a la salida del sol y se extiende durante dos o tres horas. El segundo, comienza al finalizar la tarde y se prolonga hasta tiempo después de la puesta de sol. En general, el 70% del tiempo de pastoreo transcurre durante el día y el 30% en la noche (Rovira, 1996). Bignoli (1971) afirma que el tiempo de pastoreo en bovinos de carne es de 7,5 a 7,9 horas por día.

La actividad de rumia se realiza principalmente durante el periodo nocturno, alcanzando su mayor intensidad enseguida del anochecer. El tiempo que dedica el animal a la rumia suma un total de 7 horas diarias donde cada período dura aproximadamente unos 30 minutos (Rovira, 1996). En la misma línea de resultados Bignoli (1971) expresa que el tiempo de rumia es 6.8 a 7.8 horas por día.

Stockdale y King (1983) como se cita en Balocchi et al. (2002) coinciden en que los animales destinan el 40% de su tiempo a la actividad de pastoreo y el 27% rumiando, a su vez Hodgson (1990) señala que los valores promedios para el tiempo de pastoreo es 35,8% y para el tiempo de rumia 32,5%.

2.2.2. Consumo de forraje

Se considera que la productividad animal depende en más de un 70% de la cantidad de alimento consumido (Waldo, 1986 como se cita en Chilibroste, 1998).

El consumo en pastoreo es sumamente dinámico, el mismo está regulado por factores inherentes a la pastura, al animal y al ambiente; las variaciones en la calidad, la cantidad y la distribución del forraje disponible tienen un efecto muy relevante (Galli et al., 1996).

El forraje consumido por día es producto de la multiplicación del tiempo de pastoreo (min/día) por la tasa de bocados (bocados/min) y por el peso de bocado (mg MO/kg PV), siendo estos dos últimos, los componentes de la tasa de consumo. Estas variables describen el comportamiento ingestivo del animal en pastoreo, el mismo determina la capacidad del animal para mantener la tasa de consumo en caso de condiciones limitantes de la pastura o la capacidad para modificar el tiempo de pastoreo con el objetivo de contrarrestar los efectos de una tasa de consumo reducida (Galli et al., 1996). En la misma línea, Cangiano (1996), establece que ante disminuciones en el peso de bocado el animal aumenta la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo.

El peso del bocado es la variable del comportamiento ingestivo con mayor relevancia, ya que explica en mayor proporción la variación en el consumo diario de forraje, se deben considerar los factores que componen el peso de bocado, el mismo es producto del volumen (área x profundidad) y de la densidad del forraje en el horizonte de pastoreo (Galli et al., 1996).

Según Cangiano (1996), el consumo está determinado por dos tipos de factores principales, nutricionales y no nutricionales. En relación a este último, la capacidad de cosecha del animal es regulada mediante el comportamiento ingestivo y a su vez es afectado por la selección de la dieta y la estructura de la pastura. En relación a los factores nutricionales el consumo es afectado por la

digestibilidad, el tiempo de retención en rumen y la concentración de productos metabólicos de importancia en la regulación del consumo, considerando una oferta de forraje no limitante.

Una de las teorías que explican el consumo en rumiantes es la adoptada por Ketelaars y Tolkamp (1968) como se cita en Galli et al. (1996) quienes establecen que el estímulo para el consumo es la tendencia del animal a lograr su máxima capacidad genética de crecimiento y/o producción, por lo tanto cuando la dieta cuenta con una alta concentración de energía, vitaminas y minerales, el animal consume hasta satisfacer su apetito, en este caso es el propio potencial del animal quien limita el consumo, mientras que en dietas con reducido valor nutritivo, el consumo está limitado por la capacidad del tracto digestivo y restringido por el efecto de llenado de la dieta.

En la misma línea, en escenarios donde la cantidad de forraje es alta, pero de baja calidad, el principal mecanismo de regulación del consumo de forraje de rumiantes en pastoreo es la distensión de la pared del retículo-rumen, sin embargo la digestibilidad y la tasa de pasaje también afectan el consumo voluntario (Mejía Haro, 2002). En situaciones de alta cantidad y calidad de forraje, el consumo está regulado mayoritariamente por mecanismos metabólicos. En cambio frente a bajas cantidades de forraje, la calidad no influiría sobre el consumo, el mismo estaría determinado por el comportamiento ingestivo del animal mediante el peso de bocado, la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo (Cangiano, 1996).

Se considera a la digestión ruminal como un proceso dinámico que involucra la ingestión, rumia y el pasaje de líquidos, bacterias y alimentos no digeridos desde el abomaso hacia el tracto digestivo. El índice de degradación está determinado por la rapidez en la renovación y la fermentación, es así que la tasa de renovación ruminal ejerce un efecto significativo en la utilización del forraje y existe una relación inversa entre la tasa de pasaje y la degradación de los alimentos. La ingesta de gramíneas en distintos estados vegetativos condicionan su degradabilidad, consumo y tasa de pasaje ruminal, a su vez las mismas se caracterizan por presentar diferencias naturales que afectan los puntos de rotura de las fibras e interfieren la fermentación microbiana (Kamande, 2006).

Bajo la misma óptica Firkins et al. (1986) reportaron que una rápida tasa de pasaje presentó una influencia negativa en la eficiencia de utilización de la energía por el animal, explicado por el menor tiempo en que el alimento está sometido a la influencia de los microorganismos en el rumen y las enzimas digestivas en el tracto digestivo. Es por esto que se ha establecido que a medida que aumenta la tasa de pasaje, la digestibilidad de los alimentos consumidos por el rumiante disminuye (McDonald et al., 2006). No obstante, una tasa de pasaje más elevada permite una más rápida evacuación del contenido ruminal y posibilita que el animal ingiera más alimento (Chilibroste, 1998), lo que en parte podría compensar la menor digestión del mismo a lo largo del tracto digestivo.

La estructura de la pastura se puede describir a través de la biomasa aérea, la altura, la cobertura y la densidad de forraje en los distintos estratos. Las variaciones en cualquiera de estas variables afectan el área, la profundidad y el peso de bocado (Galli et al., 1996), determinando que el consumo de forraje aumente a la vez que la disponibilidad o la altura de la pastura incrementan, relacionado con la habilidad que presentan los animales en cosechar el forraje alcanzando la máxima tasa de consumo (Montossi et al., 1995).

Las cualidades de los animales que también cumplen una función en la determinación del consumo potencial son el tamaño de la boca y la movilidad de la mandíbula, labios y lengua (Hodgson, 1990).

Weston (1981) como se cita en Montossi et al. (1995) estableció que los efectos del clima como la temperatura ambiente, radiación solar y humedad relativa inciden sobre el consumo en condiciones de pastoreo, si la temperatura aumenta el consumo disminuye mientras que ante una disminución de la misma el consumo aumenta.

El gusto y el olfato son determinantes ante la preferencia entre las distintas estructuras del forraje, aunque también la visión y el tacto contribuyen al acercamiento inicial y apreciación de los componentes (Hodgson, 1990). En general los animales tienen preferencia por el consumo de hojas y materiales verdes antes que de tallos y tejidos muertos (Cangiano, 1996).

Los mecanismos de selección fueron definidos por varios autores, los cuales establecieron que dicho proceso se desarrolla en dos niveles siendo los mismos, el sitio de pastoreo y la localización del bocado durante el pastoreo. El sitio de pastoreo hace referencia a la selección que realiza el animal a nivel horizontal, entendiéndose como pequeñas comunidades vegetales dentro de un potrero. En contraste con lo mencionado anteriormente la selección a nivel de bocado está relacionada con la selección individual del bocado en los planos horizontales o verticales a nivel de cada pequeña comunidad, siendo un ejemplo de esto los parches de pastoreo (Gordon & Lascano, 1993, Hodgson, 1982, Milne, 1991 como se cita en Montossi et al., 1995).

2.3. OFERTA DE FORRAJE E INTENSIDAD DE PASTOREO

La intensidad de pastoreo, regulada a través de la asignación de forraje (kg MS ofrecida/ 100 kg peso vivo, PV) (Beretta et al., 2010) es una de las prácticas de manejo que inciden fuertemente en el consumo de forraje por parte del animal (Méndez & Davies, 2004).

La intensidad de pastoreo es la principal determinante de las variables morfogénicas que caracterizan el tamaño de la hoja y la densidad de macollos y, en consecuencia, el IAF promedio del canopeo, por lo que, el manejo de la

intensidad de pastoreo influye en el crecimiento y la estructura de la pastura, incidiendo directamente sobre el proceso de cosecha e ingestión de forraje ya que el comportamiento ingestivo es fuertemente dependiente de las características estructurales del forraje (Nabinger & Carvalho, 2009).

De acuerdo con Poppi et al. (1987) cuando la asignación de forraje es baja el consumo queda establecido por los factores no nutricionales asociados con la estructura de la pastura. En la misma línea, Nabinger y Carvalho (2009) establecieron que frente a asignaciones de forraje bajas los animales pastorean a un ritmo acelerado, por más tiempo, caminan más y de forma más rápida y realizan menor número de comidas, pero de mayor duración.

Según Mertens (1987) y Poppi et al. (1987) como se cita en Baudracco et al. (2010), con altas asignaciones de forraje, los factores nutricionales como la calidad del forraje y los requerimientos metabólicos del animal controlan el consumo mediante dos mecanismos básicos como lo son el tiempo de retención en rumen y la regulación de la proporción de productos metabólicos de la ingesta.

En la misma línea se debe considerar que la asignación de forraje determina el horizonte pastoreo, a mayor asignación de forraje, se pastorean principalmente las hojas presentes a mayor altura, en cambio cuando la asignación es baja, se pastorean las hojas hasta una mayor profundidad, lo que provocaría que a medida que disminuye el horizonte de pastoreo disminuye el tamaño del bocado (Ungar, 1996 como se cita en Invernizzi et al., 2007).

2.3.1. Efecto sobre el consumo

En la tabla No. 2, se presentan diversos experimentos, en los cuales se reporta la relación entre la asignación de forraje con el consumo de materia seca de terneros y novillos pastoreando verdeos invernales.

Tabla 2

Efecto de diferentes asignaciones de forraje en el consumo de forraje por novillos y terneros durante el invierno sobre diferentes tipos de pasturas

Pastura	BD kg MS/h a	Categoría	AF (%PV)	UF (%)	CMS (%PV)	Fuente
Av	2634	Novillos	2,5	-	1,43	Berasain et al. (2002)
	2883		5	-	2,03	
Av + Rg	2616	Novillos	2,5	59	2,07	Elizondo et al. (2003)
	2749		5	35	3,16	
Rg	2109	Novillos	2,5	61	1,88	Damonte et al. (2004)
	2022		5	35	1,97	
Rg	2615	Novillos	2	69,6	1,4	García et al. (2008)
	3911		4,5	66,3	3	
	4799		7	46,2	3,2	
	4016		9,5	34,4	3,4	
Rg Bill Max	2649	Novillos	2,5	52,3	1,31	Maschio et al. (2020)
	2600		5	34,5	1,73	
	2687		7,5	21,9	1,65	
	2481		10	22,8	2,28	
Pr (F,TB,L) (2do año)	772	Terneros	2,5	70	1,78	Invernizzi et al. (2007)
	1187		5	56	2,78	
Av	2913	Terneros	2,5	77,9	2,24	Algorta et al. (2015)
	2347		5	59,2	3,06	
Rg Bill Max	3090	Terneros	2,5	50	1,4	Acland et al. (2023)
	3905		5	46,8	2,4	

Nota. BD= biomasa disponible, AF= asignación de forraje, PV= peso vivo, UF= utilización de forraje, CMS= consumo de materia seca, Rg. = raigrás, Av= avena, Pr= pradera, TB= trébol blanco.

Berasain et al. (2002) establecieron que novillos Hereford pastoreando avena en invierno aumentaron el consumo de materia seca un 34% (en función del peso vivo) al comparar asignaciones de forraje de 2,5% con 5%. Se identificaron a los factores no nutricionales como los causantes de la regulación del consumo tales como la asignación de forraje, altura y cantidad de rechazo, humedad del forraje y estructura del forraje residual.

García et al. (2008) afirman ante incrementos en la asignación de forraje el consumo de materia seca se ajustó a una ecuación cuadrática, presentando el máximo consumo en la asignación de forraje 9,15% PV.

Maschio et al. (2020) reportan como varió el consumo animal según diferentes asignaciones de forraje siendo 2,5%, 5%, 7,5%, 10%. Los resultados obtenidos demostraron que existe una respuesta lineal positiva en el consumo. Hubo efecto del tratamiento, de la semana y de la interacción entre el tratamiento y la semana, en el consumo de materia seca, a su vez se constató que, a pesar de las variaciones en la disponibilidad de biomasa previo al pastoreo, el consumo siempre fue superior en el tratamiento de AF 10% en relación con el tratamiento AF 2,5%. Hacia el final del experimento, la diferencia en el consumo de materia seca entre los tratamientos se hizo mayor.

Algorta et al. (2015) reportaron que terneros manejados sobre verdeos de invierno con ofertas de forraje de 2,5% y 5%, aumentaron el consumo de materia seca un 27% más (en función del peso vivo).

Acland et al. (2023) establecieron que el consumo de forraje fue afectado significativamente por la asignación de forraje, promediamente los animales que pastorearon en AF 5% tuvieron un consumo de forraje 71% mayor que los de AF 2,5%.

Combellas y Hodgson, como se cita en Baudracco et al. (2010), reportan que, frente a altos niveles de asignación de forraje la relación entre oferta y consumo se vuelve asintótica, registrándose aumentos decrecientes del consumo a medida que aumenta la oferta de forraje. A su vez, en un experimento realizado por Beretta et al. (2010), se encontró para terneras Hereford pastoreando avena, un máximo en el consumo de forraje con una asignación de forraje del 8%, para un rango de OF entre 2,5 5,0 7,5 y 10,0 kg/MS/100 kg PV.

De acuerdo con Forbes (1988), la altura del forraje disponible influye en mayor medida sobre el consumo en relación a la densidad o la proporción de biomasa verde.

De acuerdo con Carámbula (2004), un aspecto a tener en cuenta es que el consumo animal y la velocidad a la que disminuye la biomasa de la pastura no se mantiene constante durante el periodo de ocupación. A su vez, establece que la disponibilidad de forraje disminuye con el transcurso de los días. Al momento de ingresar a la franja la disponibilidad de forraje y la asignación de forraje es elevada lo que se traduce en un aumento del consumo, pero a medida que la altura de la biomasa disminuye, se reduce su accesibilidad repercutiendo negativamente en el consumo.

2.3.2. Efecto sobre el comportamiento y la selección

El comportamiento ingestivo puede ser caracterizado por el peso de bocado, la tasa de bocados, el tiempo de búsqueda y prehensión del forraje, y el tiempo diario de pastoreo. Todos estos componentes son afectados por la disponibilidad global del forraje y estructura general de la pastura, que, asociado

a la calidad de la dieta ingerida, determinan la performance animal individual (Nabinger & Carvalho, 2009).

Los cambios en el comportamiento ingestivo entre días o a lo largo de un día, otorgan la posibilidad de que los animales realicen consumos de forraje similares, dicho efecto se evidencia independientemente de la asignación de forraje cuando la misma oscila en un rango entre 2,5 y 5 kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo (Invernizzi et al., 2007).

Los datos reportados por Maschio et al. (2020), establecen que la actividad de pastoreo no fue afectada por la asignación de forraje, ni por la semana, aun así, hubo un efecto del día de la semana, lo que indica que conforme transcurre la misma, en pastoreos en franjas semanales, la probabilidad de ocurrencia de la actividad de pastoreo es menor. A su vez, hubo un efecto del tratamiento sobre la actividad de rumia, determinando que a menores asignaciones, el tiempo de rumia sea mayor. También se detectó un efecto del tratamiento sobre la probabilidad de que los animales evaluados estén descansando, observando que la actividad de descanso aumentó de forma lineal conforme aumenta la asignación de forraje. Por último, hubo un efecto del tratamiento en la tasa de bocado, la cual disminuyó de manera lineal frente al aumento en la AF.

Según Berasain et al. (2002), en cuanto al comportamiento, el tiempo de pastoreo, entre las 10:00 y las 18:00 no fue afectado significativamente por la asignación de forraje, sin embargo hubo una tendencia a aumentar al restringirse la oferta. La rumia y el descanso tampoco fueron afectadas significativamente por la asignación de forraje, aunque a pesar de esto, el tiempo de rumia mostró una tendencia a aumentar cuando la AF paso de 2,5% a 5%. En la asignación de 2,5% se visualizó una tendencia a que los animales destinaran menor tiempo a la rumia y mayor tiempo al pastoreo. La tasa de bocado no se vio afectada significativamente por las asignaciones de forraje, sin embargo, en ambas asignaciones hubo una tendencia a disminuir la tasa de bocado a lo largo del pastoreo, observándose una caída mayor en la AF 2,5% debido a la disminución en la altura y densidad de la pastura. El promedio de bocados por minutos entre ambas asignaciones fue de 33 bocados por minuto en novillos.

Los resultados obtenidos por Algorta et al. (2015), establecen que conforme avanzaron los días dentro de la semana, aumentó la probabilidad de encontrar un animal pastoreando, para compensar un menor tamaño de bocado debido al descenso de la disponibilidad. Una mayor asignación de forraje determinó una mayor probabilidad de descanso, al reducirse la AF 5% para 2,5% aumentó la probabilidad de pastoreo, a expensas de un detrimento en la actividad de descanso.

El patrón de pastoreo a lo largo del día se mantuvo invariable entre los tratamientos, salvo entre las 15 y 17 horas, donde sí se manifestaron diferencias significativas, observándose una mayor actividad de pastoreo y menor actividad de descanso. Mientras que el patrón de rumia no presentó diferencias

significativas entre tratamientos a lo largo del día. En cuanto a la rumia, se puede decir en términos generales que existe una tendencia a acompañar la actividad de pastoreo, lo que permite deducir que inmediatamente del pastoreo los animales rumiaban. En tasa de bocado promedio, la única variable que manifestó efectos significativos fue la AF. El promedio de bocados por minuto resultó de 31,9 en 2,5% y de 35,8 bocados/min en 5% de AF. Siendo el promedio entre ambas AF, 33,8 bocados/min. (Algorta et al., 2015).

Méndez y Davies (2004) establecen que existen variaciones en la calidad del alimento consumido por el animal, cuando se modifica la asignación de forraje, ya que a través de ésta el animal puede hacer mayor o menor selección. A su vez, Wales et al. (1998) afirman que animales pastoreando a mayores asignaciones de forraje seleccionan dietas de mayor calidad, mayor proteína cruda y menor nivel de fibra detergente neutro en relación a animales a bajas asignaciones de forraje.

Hardoy y Danelón (1989) reportan que los animales bajo pastoreo optan por una dieta compuesta por mayor proporción de hojas en relación a los tallos y mayor contenido de biomasa verde con escasa preferencia de restos secos.

En pastoreos en franjas de siete días, la evolución de la composición botánica de la pastura durante el transcurso de la semana y la diferencia entre las proporciones de los diferentes componentes de la misma entre el ofrecido y rechazado, corroboran que el bovino opta por consumir la hoja en detrimento al tallo y el material verde en relación al seco (Cazzuli et al., 2016).

2.3.3. Efecto sobre la producción de la pastura

Escuder (1997) afirma que la intensidad de pastoreo es el principal factor que repercute en la productividad de un sistema pastoril, la misma puede ser regulada a través de la carga (tipo y número de animales por unidad de área) y el método de pastoreo, ambos afectan la distribución espacial y temporal de los animales en los potreros.

El aumento de la intensidad de pastoreo incrementa el porcentaje de utilización del forraje, lo que conlleva a una menor altura de remanente y a cambios en la tasa de crecimiento incidiendo sobre la producción estacional y/o total de forraje (Bransby et al., 1988, Bryan et al., 2000, Cullen et al., 2006 como se cita en Mattiauda et al., 2009).

De acuerdo con Bianchi (1982) a mayor presión de pastoreo menor biomasa y altura de forraje rechazado, mientras que ante menores presiones de pastoreo, es decir mayor asignación de forraje, el rechazo será mayor.

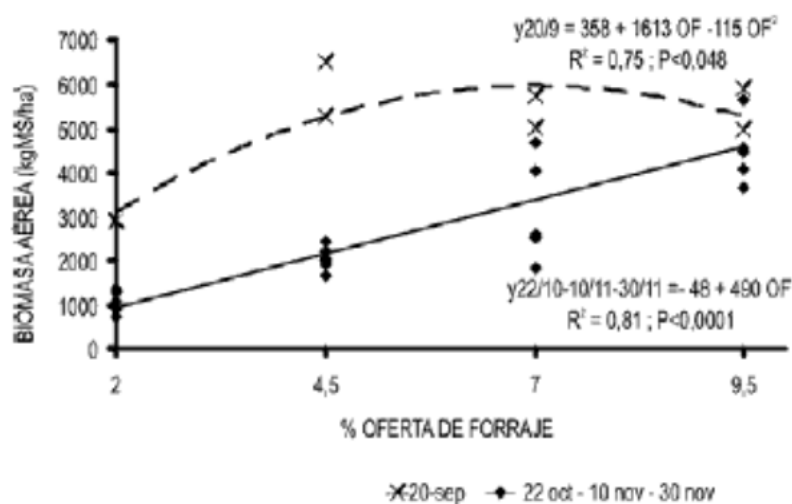
Los datos reportados por Maschio et al. (2020) que relacionan la asignación de forraje (kg/MS/100 kg PV) y la producción de forraje (kg/MS/ha) no mostraron una tenencia clara frente a aumentos en la asignación de forraje,

registrándose valores de 4633 kg/MS/ha, 5598 kg/MS/ha, 4492 kg/MS/ha y 5525 kg/MS/ha, para asignaciones de 2,5% 5% 7,5% y 10%, respectivamente.

Saldanha et al. (2012) realizaron un experimento (7/8/2012-30/11/2012) sobre una pastura mezcla de raigrás perenne cv. Horizon, trébol blanco cv. Zapican y Lotus corniculatus cv San Gabriel donde establecieron que la relación entre la biomasa aérea y las OF (2%, 4,5%, 7% y 9,5%) al 20 de setiembre presentó una respuesta cuadrática con un máximo en 7% de OF.

Figura 2

Relaciones entre biomasa aérea acumulada pre pastoreo y oferta de forraje según fecha (20/09, 22/10, 10/11 y 30/11)



Nota. Tomado de Saldanha et al. (2012).

2.4. HIPÓTESIS

En terneros pastoreando raigrás Bill Max durante otoño - invierno, el manejo de la intensidad de pastoreo, a través del uso de niveles crecientes de oferta de forraje permite incrementar el consumo de pastura y nutrientes. No obstante, en un amplio rango de ofertas (2,5 a 10 kg MS/ 100 kg de peso vivo) existe un nivel de oferta que optimiza dicha respuesta.

Los cambios en el consumo estarían mediados por cambios en la eficiencia de utilización de forraje, en la calidad del forraje consumido, y en el comportamiento animal.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

El experimento se realizó dentro de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC) localizada en la Estación Experimental “Dr. Mario Alberto Cassinoni” (EEMAC) Facultad de Agronomía, Paysandú; Uruguay. El mismo se llevó a cabo en el potrero N°6 (32°39'S; 58°04'W) y abarcó un total de 106 días, comprendidos desde el 27 de mayo hasta el 3 de septiembre del 2022.

3.2. SUELO

El área experimental estuvo situada sobre la formación de suelos Fray Bentos, Unidad San Manuel, donde predominan los suelos Brunosoles eutrícos típicos (hápticos), asociados se encuentran Brunosoles eutrícos 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 materiales utilizados para llevar adelante el experimento fueron estacas, hilo de eléctrico, pisón, piques de madera y aislantes de corriente, todos ellos utilizados para conformar 12 parcelas de pastoreo. Para suministrar el agua se utilizaron bebederos, los cuales fueron distribuidos uno por parcela.

3.4. PASTURA

La base forrajera del experimento fueron 6 hectáreas de raigrás anual Bill Max tipo Westerwoldicum, una especie tetraploide de ciclo temprano-intermedio que no posee requerimientos de frío. Los herbicidas utilizados previo a la siembra fueron 2,4-D amina y Glifosato. Se sembró el 20 de marzo de 2022, a una densidad de siembra de 25 kg/ha, y se realizó una fertilización inicial de 80 kg/ha con 18-46/46-0.

El primer pastoreo se realizó el 20 de mayo del 2022, una semana previa al inicio del experimento con el propósito de comenzar el acostumbramiento de los animales al raigrás Bill Máx. El 27 de mayo comenzó el periodo experimental, con una disponibilidad promedio de 3681 kg MS/ha y 26,35 cm de altura.

Durante el experimento se realizó un tratamiento con fungicida Avatar, el cual se caracteriza por presentar como principios activos a Pyraclostrobin-Estrobirulina y Epoxiconazole-Triazol a una dosis de 0,40 litros/ha.

3.5. ANIMALES

Se utilizaron 48 terneros de raza Hereford, nacidos en la primavera del 2021 todos pertenecientes al rodeo de la EEMAC, presentando al 27/05/2022 un peso promedio de 121 kg ($\pm$ 31).

3.6. TRATAMIENTOS

Fueron evaluadas cuatro ofertas de forraje en el manejo otoño-invernal del pastoreo de Raigrás Bill Max con terneros: 2,5 - 5,0 – 7,5 y 10,0 kg de MS/100 kg de peso vivo (% PV). Cada tratamiento contó con tres repeticiones, cada repetición representada por una parcela de pastoreo utilizada por 4 terneros.

Los 48 terneros fueron sorteados a 12 grupos (previa estratificación por peso vivo) y estos fueron sorteados a los diferentes tratamientos.

3.7. MANEJO

El manejo establecido para llevar a cabo el experimento fue un pastoreo rotativo en franjas de 7 días de ocupación. La oferta de forraje en cada tratamiento fue ajustada variando el tamaño de cada parcela según el peso promedio de los animales y la cantidad de animales en cada parcela, los días que iban a permanecer dentro de la parcela y la disponibilidad de MS. Se retornó a las parcelas que habían sido pastoreadas, teniendo en cuenta el volumen de forraje acumulado. El cambio a una nueva parcela fue realizado cada viernes por la tarde.

3.8. REGISTROS, MEDICIONES Y MUESTREOS

3.8.1. Biomasa del forraje disponible

La disponibilidad de materia seca fue determinada semanalmente, tres días previos al ingreso a la parcela, para el ajuste de la oferta de forraje.

El método empleado para la cuantificación de la oferta de forraje fue la técnica de *rendimientos comparativos* (Haydock & Shaw, 1975). Se utilizó como referencia una escala de tres puntos con dos repeticiones en función de la cantidad de biomasa aérea, donde el punto 1 representa baja cantidad de biomasa, el punto 3 representa alta cantidad de biomasa y el punto 2 intermedio. Se arrojó un cuadro de muestreo de 30x30 cm de forma aleatoria, 20 veces para el tratamiento 2,5, 40 veces para el tratamiento 5, 60 veces para el tratamiento 7,5, y 80 veces para el tratamiento 10, registrando la frecuencia de aparición de cada escala. Se realizaron 6 cortes de biomasa al ras del suelo (2 por cada escala) utilizando el mismo cuadrado de 30x30 cm.

El forraje cortado fue pesado en fresco y secado en una estufa a 62°C hasta llegar a peso constante, para determinar el contenido de materia seca. Una vez obtenido el peso seco de cada escala y la frecuencia de aparición, se estimó la disponibilidad de materia seca de forraje en cada parcela.

3.8.2. Altura de forraje disponible

Para la determinación de altura del forraje se tomaron 5 mediciones dentro del cuadrado utilizado para la obtención de la escala correspondiente. Las mediciones se realizaron con una regla milimétrica registrando el punto de contacto más alto.

A su vez de forma conjunta con la determinación de las frecuencias de las escalas, se estimó la altura donde el número de repeticiones se ajustaba al nivel de oferta de forraje correspondiente a cada parcela, las mismas fueron de 20, 40, 60, 80 para los tratamientos de 2,5; 5; 7,5; y 10% de oferta de forraje respectivamente.

3.8.3. Biomasa y altura de forraje remanente

El método empleado para cuantificar la biomasa de materia seca y altura de forraje remanente fue el mismo que se utilizó para la estimación del forraje disponible, mientras que, a diferencia del procedimiento realizado para obtener la disponibilidad, en este caso se utilizaron escalas de cinco puntos, debido a la mayor heterogeneidad en altura y densidad del remanente. Las medidas para cuantificar dichas variables se realizaban posterior al traslado de los animales a la nueva parcela.

3.8.4. Peso vivo

El peso vivo de los animales se obtuvo mediante pesadas con balanza electrónica, la primera fue realizada al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días hasta el fin del mismo. Los animales fueron pesados llenos por la tarde y a la mañana siguiente, se registró el peso vivo vacío, luego de permanecer la noche previa encerrados en un corral sin acceso a agua ni comida.

3.8.5. Patrón de comportamiento ingestivo y de defoliación

Para estudiar el comportamiento, en las semanas 3, 7, y 12 se registró el patrón de actividad de los animales durante las horas de luz comprendidas entre las 7:30 y 17:30, mediante observación directa, registrando cada 10 minutos la actividad que se encontraba realizando el animal: pastoreo, rumia, descanso o consumo de agua. También se contabilizó la tasa de bocado, contando el número de bocados realizados por minuto, durante la primera sesión de pastoreo de la

mañana y de la tarde. Todos estos registros fueron tomados en 1 animal por parcela dentro de cada tratamiento seleccionado según el peso promedio de los 4 animales presentes en la parcela. El mismo se realizó los días 2, 4, y 6 dentro de cada semana de comportamiento.

Por otro lado, en las mismas semanas y a efectos de caracterizar el patrón de defoliación diario de la pastura durante el tiempo de permanencia en la franja de pastoreo, se midió la altura del forraje al momento de entrada en la parcela y cada 24 horas, durante la semana de observación. Las mediciones tomadas fueron 20; 40; 60; 80 registros de altura para los tratamientos 2,5; 5; 7,5; y 10% de oferta de forraje, respectivamente.

3.8.6. Caracterización de la composición botánica del forraje ofrecido y consumido

Para determinar la contribución relativa de los componentes de la pastura, en las mismas semanas en que se registró el comportamiento, las muestras de forraje cortadas para la determinación de forraje disponible y remanente, fueron utilizadas para caracterizar el aporte de las fracciones lámina, vaina y resto seco en base fresca; en el caso del remanente no se recabaron los datos correspondientes a la composición botánica de la semana 3. Para el caso del disponible fueron utilizadas 3 muestras, una por cada punto de la escala de doble muestreo, mientras que para el remanente fueron utilizadas 5 muestras, una por cada punto de la escala. Una vez separadas las fracciones estas fueron secadas en estufa de aire forzado hasta peso constante y pesadas poder así obtener la contribución relativa de cada fracción.

En base a la diferencia entre la composición botánica de la biomasa disponible y de la biomasa remanente y el CMS se estimó la proporción de hoja, vaina y restos secos en la dieta para los cuatro tratamientos en estudio.

Adicionalmente para determinar la calidad de la dieta, se muestreó la pastura mediante la técnica de *hand clipping*, tomando una muestra de forraje por parcela, simulando la selección animal. Para estas muestras, se procedió en la separación de fracciones de igual forma que se describió para el forraje ofrecido.

3.8.7. Registros meteorológicos

Los registros climáticos fueron recabados de la estación meteorológica propia de la EEMAC, tanto los registros ocurridos durante el periodo experimental, en el año 2022, como los datos históricos, para los mismos se utilizó la serie comprendida entre los años 2013-2021.

3.9. VARIABLES CALCULADAS

3.9.1. Utilización de la pastura

La utilización de la pastura se evaluó para todas las repeticiones en todas las semanas del experimento; para dicha evaluación se consideró la diferencia entre el forraje disponible y el remanente y se lo expresó como porcentaje del disponible.

3.9.2. Patrón de pastoreo

El patrón de pastoreo se determinó mediante los datos recabados en el comportamiento animal. Para su cálculo se tomó como referencia las horas de luz (7:30 a 17:30), donde en base a las mismas se obtuvo la proporción de tiempo destinado al pastoreo, para de esta forma poder evaluar en qué momento del día se concentra dicha actividad.

3.9.3. Selectividad

Se estimó el índice de selectividad, el cual se obtiene dividiendo el consumo real de proteína cruda sobre el consumo esperado de proteína cruda (Leonardi & Armentano, 2003).

3.9.4. Consumo de forraje

El consumo se estimó semanalmente para cada uno de los 4 tratamientos mediante la diferencia entre la biomasa previa al pastoreo y la biomasa remanente post pastoreo, el mismo se expresó en porcentaje de peso vivo y en kg/animal/día.

3.10. ANÁLISIS QUÍMICO

Para el caso del disponible se realizaron 9 muestras compuestas, 3 por cada semana, reflejando las escalas 1, 2 y 3, correspondientes a las semanas 3, 7 y 12.

Las mismas se enviaron a analizar al Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía para poder determinar el contenido de materia seca (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2012) a través del método 934.01, cenizas (AOAC, 2012) a través del método 942.05, proteína cruda (AOAC, 2012) con el método 984.13, fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas, y fibra detergente ácido corregida por cenizas (Van Soest et al., 1991), los resultados fueron expresados en base seca.

Las muestras del forraje seleccionado (hand clipping) en las semanas 3, 7 y 12 fueron combinadas en una muestra compuesta por repetición, cada semana contribuyendo en igual proporción. Las muestras se enviaron al mismo laboratorio

mencionado anteriormente, y se analizó el contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC), ambos resultados fueron expresados en base seca.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizó el experimento según un diseño de parcelas al azar con medidas repetidas en el tiempo, estableciendo como unidad experimental a la parcela pastoreada por 4 terneros, utilizando el paquete estadístico SAS, y según los siguientes modelos descriptos a continuación:

El consumo de materia seca y (todas las variables asociadas a la pastura) fueron analizadas como medida repetida en el tiempo, utilizando el procedimiento MIXED de SAS, e incluyendo en el modelo el efecto de tratamiento, momento de medición del consumo, y la interacción entre ambos con sus errores asociados.

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

donde,

Y_{ijk} : 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 del consumo.

$(\alpha S)_{ik}$: 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.

En relación a las variables de comportamiento ingestivo animal, las mismas fueron analizadas utilizando el procedimiento GLIMMIX de SAS, siendo expresadas como la probabilidad de ocurrencia de las actividades de pastoreo, descanso, rumia y acceso a bebedero durante el período de observación.

$$\ln(P/(1-P)) = \mu + \alpha_i + S_j + D(s) + (\alpha S)_{ij} + (\alpha D)_{ik}$$

Donde,

P: probabilidad de ocurrencia de la actividad.

μ : media poblacional.

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

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

$D(s)$: efecto relativo del día dentro de la semana en que se realizó la medición.

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

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

Finalmente, el Índice de selectividad fue analizado mediante el procedimiento GLM, el cual sigue el modelo a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = selectividad

μ = Media general

τ_i = tratamiento ($i = 1, 2, 3, 4$)

Cuando el efecto de tratamiento fue significativo, se testaron los contrastes lineal y cuadrático. Cuando alguno de estos efectos fue significativo, se ajustaron las curvas de tendencia para las medias por tratamiento, calculándose el coeficiente de regresión lineal o el nivel óptimo, respectivamente. Se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error Tipo I fue menor al 5%.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. REGISTROS CLIMÁTICOS

En la tabla No. 3 se presenta la caracterización meteorológica histórica (desde el 2013 hasta el 2021), diferenciándose en temperatura media y precipitaciones promedio para los meses de abril a agosto, y los valores observado para las mismas variables durante el periodo experimental.

Tabla 3

Datos meteorológicos históricos correspondientes al período abril a agosto entre 2013-2021 y registros observados en el periodo abril a agosto en el año 2022

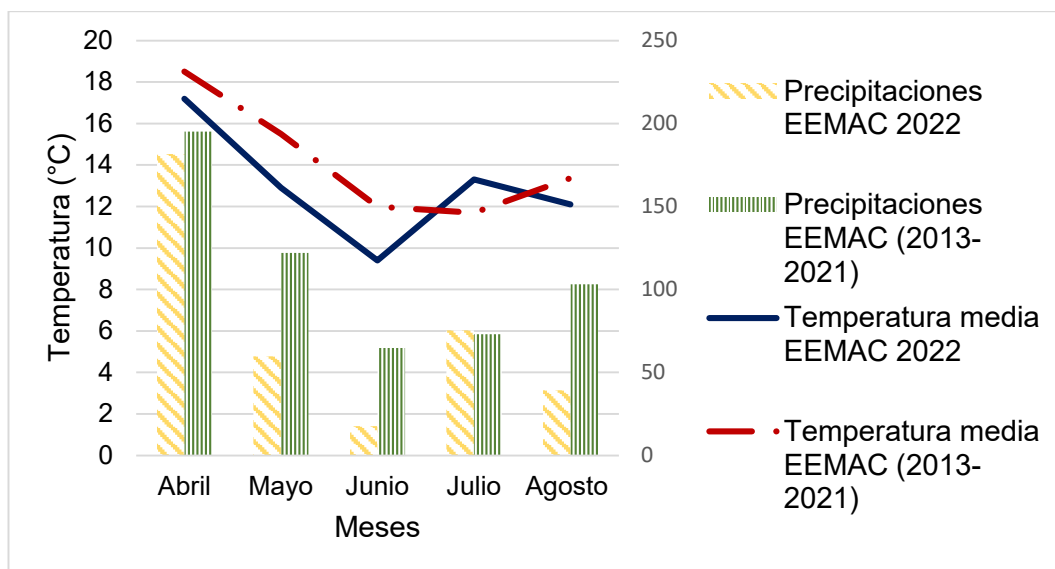
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Registros históricos					
Temperatura media (°C)	18,5	15,5	12	11,7	13,37
Temperatura máxima media (°C)	31,2	25,7	24,6	26,2	29,0
Temperatura mínima media (°C)	6,8	3,5	0,3	0,0	0,4
Precipitaciones (mm)	195,2	122	64,7	73	103,2
Registros observados					
Temperatura media (°C)	17,2	12,9	9,4	13,3	12,1
Temperatura máxima media (°C)	22,4	17,9	14,5	18,1	17,9
Temperatura mínima media (°C)	12,0	8,1	4,7	9,1	6,2
Precipitaciones (mm)	181,6	59,8	17,7	75,4	39,2

Nota. L. Sviridenko (comunicación personal, 5 de mayo, 2023).

Se puede observar que las temperaturas promedio mensuales observadas se encuentran dentro del rango de temperaturas mínimas y máximas históricas; mientras que al analizar las precipitaciones acontecidas en el 2022 y en el periodo 2013-2021, se puede distinguir que, las precipitaciones acumuladas entre abril-agosto en el 2022 resultaron ser un 33% más bajas en relación a las acumuladas en los registros históricos.

Figura 3

Precipitaciones promedio y temperatura media correspondientes al periodo 2013-2021 y año 2022



Nota. L. Sviridenko (comunicación personal, 5 de mayo, 2023).

La producción de forraje invernal está principalmente influenciada por la temperatura; estableciendo que, con temperaturas medias de 4,5 °C el crecimiento del verdeo se ve fuertemente afectado, en cambio cuando las temperaturas incrementan por encima de 15°C la producción de materia seca aumenta sustancialmente (Holt, 1972 como se cita en Carámbula, 2007). En relación a la humedad, en determinadas situaciones se pueden evidenciar excesos o déficits de agua, condiciones que afectan el comportamiento de los verdeos (Carámbula, 2007).

En relación a los requerimientos hídricos, se considera que el raigrás es muy exigente, siendo sus requerimientos normales entre 12 y 25 mm de precipitación por semana (Departamento Agronomía Infoagro, s.f.). Terán et al. (2014) reportan que las producciones obtenidas en el primer corte se ubicaron alrededor de las 9 toneladas de MS/ha con 410 mm de agua.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

En la tabla No. 4, se presenta el efecto de la asignación de forraje sobre la disponibilidad pre pastoreo, el forraje rechazado y la asociación entre ambas variables con sus respectivas alturas y a su vez se detalla el porcentaje de utilización sobre una pastura de raigrás cv. Bill Máx pastoreada por terneros Hereford desde el 27/05/2023 hasta el 3/09/2023.

Tabla 4

Efecto de la asignación de forraje (T) y semana experimental (S) sobre la biomasa y altura pre y pos pastoreo y la utilización del raigrás cv. Bill Máx pastoreada por terneros Hereford

	Asignación de forraje (kg MS/ 100 kg de peso vivo)					Efecto (P-valor)		
	2,5	5	7,5	10	EE	T	S	T*S
Biomasa disponible (kg MS/ha)	3933,1	4014,6	4138,7	4153,9	56,9	ns	**	**
Altura (cm)	27,9	28,7	28,3	28,6	0,7	ns	**	**
Rechazo (kg MS/ha)	918,4	1373,3	1938,3	2215,5	17,1	**	**	**
Altura rechazo (cm)	7,9	12,8	15,3	16,8	0,3	**	**	**
Utilización (%)	76,1	65,3	52,8	45,8	0,6	**	**	**

Nota. Periodo abarcado desde 27/05/2022 hasta el 3/09/2022. EE: Error estándar. Significancia de los efectos: ** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05). T: Efecto del tratamiento. S: Efecto de la semana. T*S: efecto de la interacción tratamiento por semana.

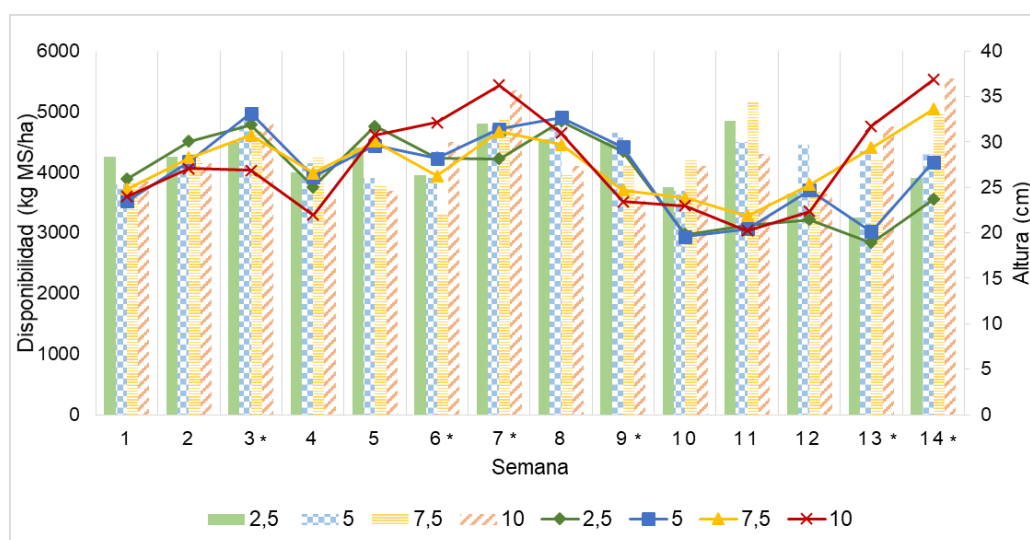
En términos promedio no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos (P>0,05), en biomasa disponible y altura de la pastura pre pastoreo. Sin embargo, la biomasa de forraje disponible y altura pre pastoreo variaron con la semana experimental (P<0,01) siendo este efecto dependiente de la oferta de forraje a las cual se pastoreo (T*S, P<0,01). La disponibilidad y la altura previo al ingreso de los animales, arrojaron valores de 4060,08 kg MS/ha y 28,36 cm respectivamente, un 18% de materia seca para el periodo experimental (Ver anexo A).

Contrariamente, Acland et al. (2023) trabajando en la misma área experimental reportan para el raigrás Bill Max en el invierno 2020 una disponibilidad y altura promedio pre pastoreo de $3417 \pm 429,4$ kg MS/ha y $22,4 \pm 1,5$ cm respectivamente, observando un efecto significativo de la AF tanto sobre la disponibilidad pre pastoreo como la altura, a favor de una AF de 5%. Asimismo Maschio et al. (2020) establecen para el invierno 2018, habiendo evaluado la misma base forrajera en la misma área experimental mencionada anteriormente, que la disponibilidad promedio inicial fue de $1500 \pm 61,6$ kg MS/ha, con una altura promedio de 15 cm, detectándose un efecto del tratamiento, de la semana y de la interacción de ambos sobre la disponibilidad de forraje pre pastoreo. En cuanto al efecto del tratamiento reportaron una respuesta lineal negativa (P<0,01), por cada unidad de aumento en la asignación de forraje la disponibilidad de forraje pre pastoreo disminuyó 16,6 kg MS/ha.

Nabinger y Carvalho (2009) concluyen que la altura de ingreso para la mezcla raigrás + avena debe encontrarse alrededor de los 25 cm con el objetivo de potenciar la producción primaria y/o secundaria, en la misma línea de investigación Carámbula (2004) afirma que dependiendo de las condiciones climáticas y la estación del año la altura del forraje previo al pastoreo debería alcanzar valores entre 25 a 30 cm. Los valores hallados en el presente trabajo se ubicaron dentro de este rango.

Figura 4

Efecto de niveles crecientes de asignación de forraje (2,5 a 10 kg MS/100 kg peso vivo) sobre la evolución de la biomasa disponible y altura de raigrás Bill Max pastoreada por terneros



Nota. Disponibilidad (líneas) y altura (barras). Período abarcado desde el 27/05/2023 hasta el 3/09/2023. * (Semanas con diferencias significativas entre tratamientos para la disponibilidad).

En la figura No. 4, se puede visualizar la evolución semanal de la biomasa disponible y su respectiva altura a lo largo del período experimental. Como primera aproximación de los datos que se muestran en el gráfico se observa que los cuatro tratamientos mantuvieron en cierta medida la misma tendencia, no visualizándose un efecto sistemático de desventaja de un tratamiento, permitiendo llegar a la suposición de que en aquellas semanas donde la biomasa se diferenció del resto, puede estar asociado a la heterogeneidad de la pastura, en las situaciones donde hubo una disminución de la misma puede estar explicado por la variabilidad del suelo existente en la zona donde se desarrolló el experimento en la cual cabe la posibilidad de encontrar suelos solonetz solodizados como fue mencionado en el punto 3.2 del capítulo de materiales y métodos. A su vez puede estar explicado por un efecto del pastoreo asociado a la oferta de forraje, considerando que si bien ante elevadas asignaciones de forraje, el remanente es mayor, posibilitado un mejor rebrote y disponibilidad de forraje futura, también ante elevadas AF la acumulación de restos secos y material muerto es mayor, lo que puede incidir de

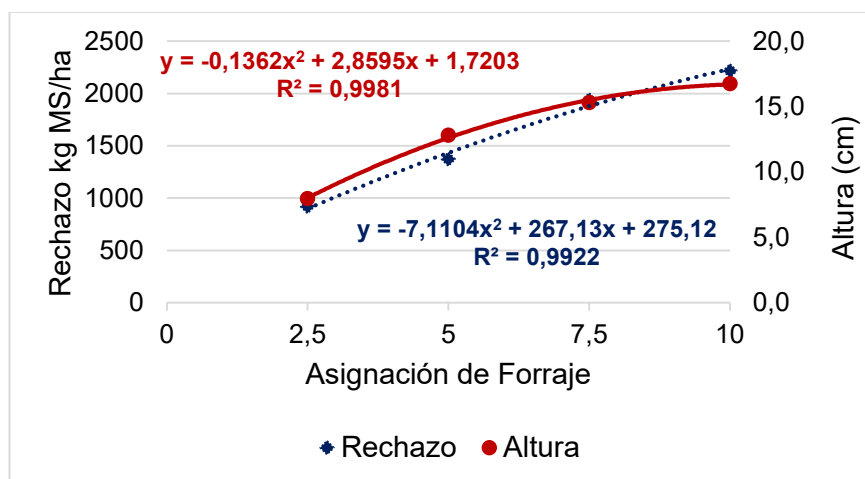
manera negativa en el rebrote de la pastura y por ende en su disponibilidad futura. Se debe considerar que en la semana 8 comenzó el segundo pastoreo en los tratamientos 7,5% y 10%, y en la semana 10 se inició el segundo pastoreo en los tratamientos 2,5% y 5%.

Por otra parte, la biomasa y altura del rechazo, fueron afectadas significativamente ($P < 0,01$) por el tratamiento, la semana y su interacción, observándose una respuesta cuadrática ($P < 0,01$) para el efecto del tratamiento, donde por cada unidad de aumento en la asignación de forraje se generan incrementos decrecientes tanto en el forraje rechazado como en la altura, alcanzándose los mayores valores de rechazo y altura del mismo en la asignación de 10%. (Figura 5).

Maschio et al. (2020), pastoreando raigrás Bill Max con novillos reportan que el rechazo mostró una respuesta cuadrática encontrándose el máximo de forraje rechazado en la asignación de forraje 8,2%, en cuanto a la altura del rechazo la misma presentó una respuesta lineal, aumentando 1,27 cm por cada unidad de aumento en la asignación de forraje. Según Carámbula (2004) la altura post pastoreo puede variar de 4 a 10 cm, siendo que Zanoniani y Noëll (1997) recomiendan 5 cm para el remanente.

Figura 5

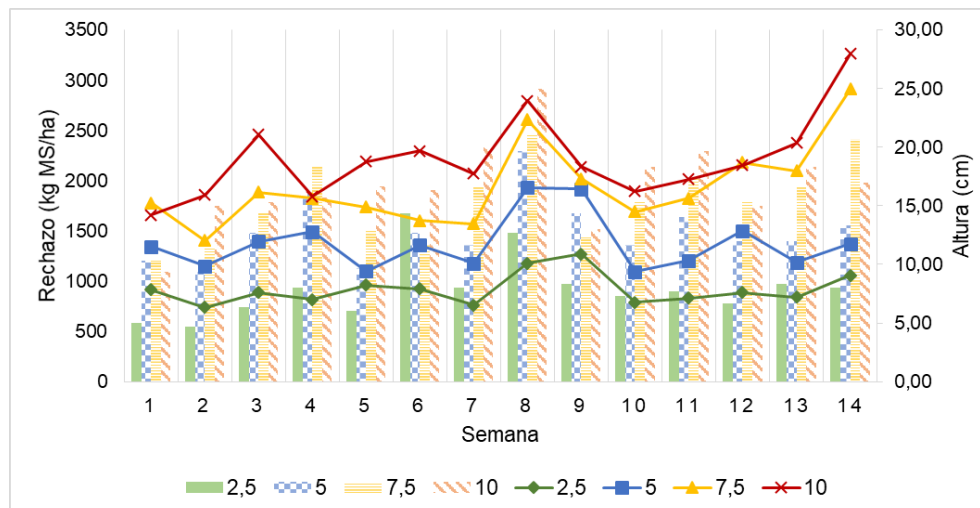
Efecto de la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) sobre la biomasa (kg MS/ha) y la altura (cm) del rechazo del raigrás



De acuerdo con Bianchi (1982) a mayor presión de pastoreo menor biomasa y altura de forraje rechazado, mientras que ante menores presiones de pastoreo, es decir mayor asignación de forraje, el rechazo será mayor.

Figura 6

Efecto de la asignación de forraje sobre la evolución semanal de la biomasa de rechazo (kg MS/ha, líneas) y la altura (cm, barras) desde la semana 1 hasta la semana 14 del experimento

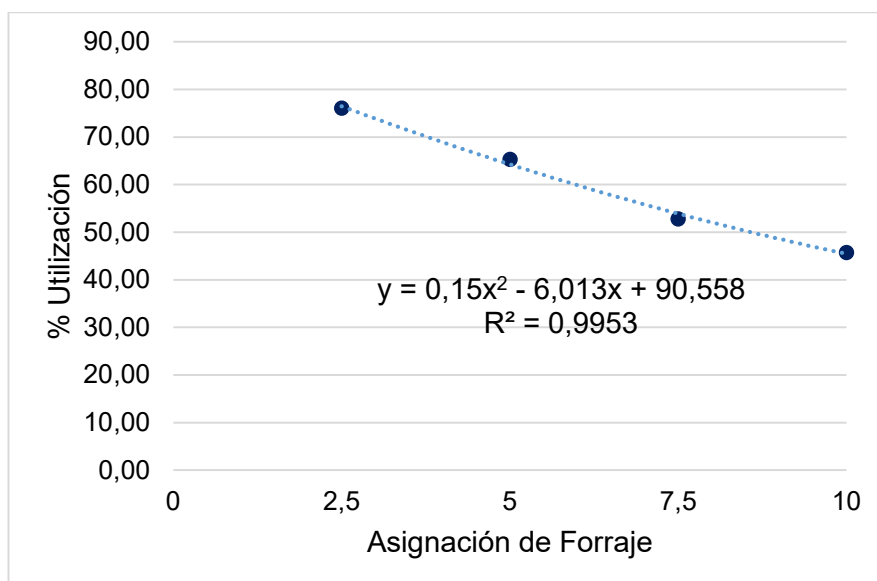


En la figura No. 6 se puede observar la evolución del rechazo y la altura conforme avanzaron las semanas en el experimento, a diferencia de lo sucedido con la biomasa disponible en este caso hubo diferencias significativas entre tratamientos en todas las semanas, siendo variable dentro de cada semana la magnitud del efecto. Como tendencia general se observó que a medida que aumentó la presión de pastoreo disminuyó tanto la biomasa remanente como la altura. En los animales que fueron sometidos a la mayor intensidad de pastoreo (2,5%) se visualizó que el rechazo siempre fue menor que el observado en las demás asignaciones de forraje, en cambio aquellos animales cuya asignación de forraje fue al 10%, tanto el rechazo (kg MS/ha) como la altura (cm) del mismo fueron mayores en comparación con los demás tratamientos.

En la figura No. 7 se visualiza la utilización del forraje en función de la asignación de forraje, la utilización presentó una respuesta de tipo cuadrática, la misma disminuyó a medida que aumentó la asignación de forraje, para este experimento el mínimo valor de utilización fue en la asignación de 8%.

Figura 7

Utilización de forraje (%) en función de la asignación de forraje



Rovira (2005) realizó un experimento cuya base forrajera fue una pradera de 2º año de trébol blanco, raigrás, lotus y dactilis pastoreada por novillos Hereford y cruza Aberdeen Angus de 15 meses de edad con un peso vivo inicial de 317 kg, como uno de los resultados la utilización del forraje ofrecido disminuyó a medida que aumentó la asignación de forraje, siendo la utilización de la pastura de 68%, 52% y 50%, para las asignaciones de forraje 4% , 8% y 12%, respectivamente. En la misma línea de investigación Maschio et al. (2020) reportaron valores de utilización para un verdeo de raigrás Bill Max pastoreado por novillos Hereford de 52,6%, 34,5%, 21,9% y 22,8% para asignaciones de forraje de 2,5%, 5%, 7,5% y 10% respectivamente, asimismo Acland et al. (2023), establecieron que los valores de utilización obtenidos para un verdeo de raigrás Bill Max pastoreado por terneros Hereford fueron 54,0% y 46,8% para asignaciones de forraje de 2,5% y 5%, respectivamente.

Al observar en todas las características de la pastura efectos significativos en la semana y en la interacción semana por tratamiento se realizó un estudio de las semanas 3, 7 y 12, las cuales fueron elegidas debido a su ubicación en el periodo experimental representando el inicio, medio y fin del mismo. Se debe considerar que las semanas 3 y 7 estuvieron incluidas dentro del primer pastoreo para los cuatro tratamientos, mientras que la semana 12 formó parte del segundo pastoreo también para los cuatro tratamientos, sin embargo el pasaje del primer pastoreo al segundo para los tratamientos 7,5% y 10% se dio en la semana 8 y para los tratamientos 2,5% y 5% se dio en la semana 10. En relación al forraje disponible en el primer pastoreo los valores promedios obtenidos para los 4 tratamientos tanto para la semana 3 (4600,83 kg MS/ha) como para la semana 7 (4761,42 kg MS/ha) fueron mayores que el obtenido para la semana 12 (3520,00 kg MS/ha). Asociado al disponible, la altura presentó el mismo comportamiento,

arrojando valores superiores en la semana 3 (31,42 cm) y 7 (33,00 cm) en comparación a la semana 12 (25,75 cm). En contraste con lo descrito anteriormente las variables de rechazo, altura y utilización no mostraron estar relacionadas a si se trataba del primer o segundo pastoreo (Ver anexo B).

4.3. CONSUMO DE FORRAJE

El consumo de forraje se expresó tanto en kg de MS/a/día como en porcentaje de peso vivo, este último método de medición permite que el consumo se independice del peso vivo (Tabla 5).

Tabla 5

Efecto del tratamiento (T) y la semana de medición (S) sobre el consumo de materia seca de forraje

	Asignación de forraje (kg MS/100kgPV)				EE	Efecto (P-valor)		
	2,5	5,0	7,5	10,0		T	S	TxS
Consumo (kg/a/d)	2,40	4,58	5,58	6,64	0,22	**	**	**
Consumo (% PV)	1,90	3,27	3,96	4,58	0,05	**	**	**

Nota. Período comprendido entre el 27 de mayo y 3 de setiembre.

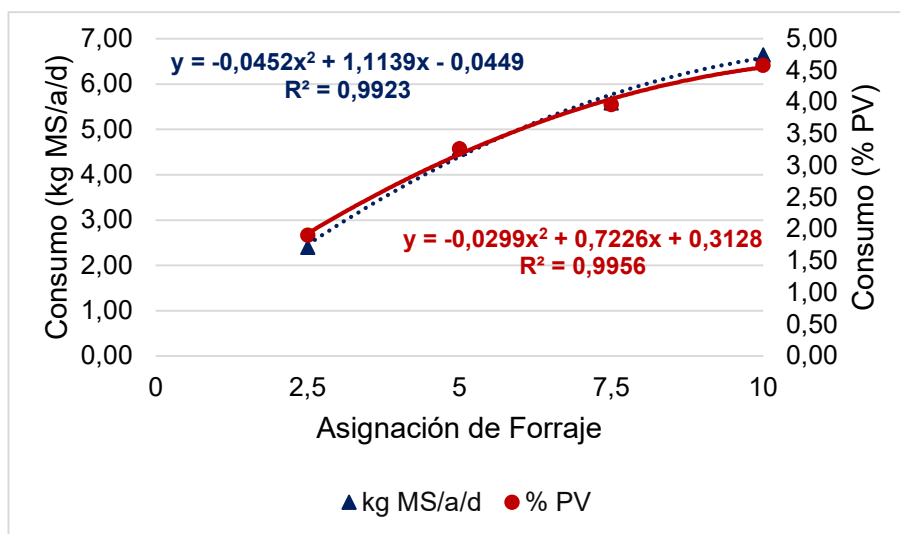
Significancia de los efectos: ** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05). EE: Error Estándar.

La tabla No. 5 refleja que existieron diferencias significativas para los efectos tratamiento, semana y tratamiento por semana tanto para el consumo expresado en kg MS/a/día como para el expresado en porcentaje de peso vivo (Anexo C).

El consumo potencial para los terneros de este trabajo, estimado a partir del peso estándar de referencia y la edad del animal (Australian Feeding Standards, 1990, 2007, como se cita en Simeone & Beretta, 2022) arrojó un valor de 9,55 kg MS/a/día, el cual fue sustancialmente mayor a los resultados visualizados en la tabla No. 5, los cuales variaron en 2,40, 4,58, 5,58 y 6,64 kg MS/a/día para las asignaciones 2,5%, 5%, 7,5% y 10% respectivamente; evidenciando que los animales podrían consumir aún más. A su vez se debe considerar que el consumo (% PV, kg MS/a/d) mostró una respuesta cuadrática frente a incrementos en la asignación de forraje, evidenciando que a medida que aumenta la asignación de forraje también lo hace el consumo, dichos incrementos se vuelen cada vez menores como se visualiza en la figura No. 8., sin embargo, no se alcanza el consumo potencial de los terneros, evidenciando que el consumo está limitado por otro tipo de variables, como lo son la calidad de la pastura, la digestibilidad de la MS, la disponibilidad de forraje y la estructura del forraje.

Figura 8

Efecto de la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) sobre el consumo de forraje expresado en kg MS/a/día y en % peso vivo



Cuando la asignación de forraje es baja, el consumo queda establecido por los factores no nutricionales asociados con la estructura de la pastura, mientras que frente a niveles altos de asignación de forraje la relación que existe entre dicha variable y el consumo se torna asintótica determinando aumentos del consumo paulatinamente más bajo a medida que aumenta la asignación de forraje. A su vez se debe considerar que, con altas asignaciones de forraje, los factores nutricionales como la calidad del forraje y los requerimientos metabólicos del animal estarían controlando el consumo mediante dos mecanismos básicos como lo son el tiempo de retención en rumen y la regulación de la proporción de productos metabólicos de la ingesta (Baudracco et al., 2010).

De acuerdo con Invernizzi et al. (2007) los valores de consumo de materia seca en función del peso vivo para terneros Hereford cuyo peso vivo promedio fue de $211,8 \pm 24,5$ kg fueron 1,78% y 2,78% para asignaciones de forraje 2,5% y 5% respectivamente. En la misma línea Algorta et al. (2015) reportaron valores de consumo de materia seca para terneros Hereford cuyo peso vivo promedio fue de $192,3 \pm 6,9$ kg de 2,24% y 3,06% para asignaciones de forraje 2,5 y 5% respectivamente. Por último, Acland et al. (2023) establecieron que los valores de consumo de materia seca para terneros Hereford cuyo peso vivo promedio fue de $148,3 \pm 25,8$ kg para asignaciones de forraje 2,5% y 5% fueron de 1,4% y 2,4% respectivamente.

4.4. COMPOSICIÓN BOTÁNICA

En la tabla No. 6 se visualiza el efecto del tratamiento, de la semana y de la interacción tratamiento por semana sobre la composición botánica del forraje ofrecido, del rechazo y de la dieta seleccionada.

Tabla 6

Efecto del tratamiento, la semana y la interacción entre ambos sobre la composición botánica del forraje disponible, del rechazo y de la dieta seleccionada

	Asignación de forraje (kg MS/100 kg PV)				Efecto (P-valor)		
	2,5	5	7,5	10	T	S	TxS
Disponible (%)							
Hoja	63,7	62,7	58,7	60,1	**	**	**
Vaina	18,3	19,0	19,2	19,0	ns	**	*
RS	17,9	17,9	22,3	21,1	**	**	**
Rechazo (%)							
Hoja	32,7	36,5	38,2	39,0	**	**	**
Vaina	26,5	28,0	27,3	26,5	**	**	ns
RS	40,8	35,5	34,7	34,2	**	**	**
Dieta (%)							
Hoja	72,5	76,7	76,8	91,0	**	**	**
Vaina	15,3	13,7	9,8	7,3	**	**	**
RS	12,7	9,8	13,2	1,5	**	**	**

Nota. Significancia de los efectos: ** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05). T: Efecto del tratamiento. S: Efecto de la semana. TxS: efecto del tratamiento por la semana.

La composición botánica del disponible, del remanente y de la dieta seleccionada, estimada a partir de la proporción hoja, vaina y restos secos, fue afectada significativamente por el tratamiento, la semana de muestreo y por la interacción entre ambos, a excepción del efecto tratamiento sobre el componente vaina en el disponible y la interacción tratamiento por semana sobre el componente vaina en el rechazo en donde no se detectaron diferencias significativas.

La proporción de hoja en la biomasa disponible mostró una respuesta cuadrática (P<0,01), mientras que en el rechazo y en la dieta tuvo una respuesta lineal positiva (P<0,01). Para el caso de la vaina en el disponible no presentó respuesta (P>0,05), en el rechazo fue cuadrática y en la dieta lineal negativa. Por último los restos secos mostraron una respuesta lineal positiva para el disponible, y una respuesta cuadrática para el rechazo y la dieta. En síntesis, por cada unidad de aumento en la AF, la proporción de hoja en la dieta se incrementó 5,57%, en tanto que la proporción de vaina se redujo un 2,78% y la proporción de RS en la dieta fue mínima en la AF 10% (Ver anexo D).

A partir de estos datos es posible establecer la preferencia de los animales por cada componente, observando una clara tendencia a seleccionar el componente hoja, ya que a medida que aumentó la asignación de forraje se observó un aumento en la proporción del componente hoja en la dieta y una disminución de los componentes vaina y restos secos. El aumento del componente hoja en la dieta respecto a la proporción de la misma en el disponible, se da para los cuatro tratamientos ya que los valores obtenidos para dicho componente en la dieta, se encuentran por encima de los valores que determinan los intervalos de confianza establecidos para el componente hoja en el disponible. Para el caso de los componentes vaina y resto seco, los mismos mostraron valores por debajo de los intervalos de confianza establecidos para la proporción de cada uno en el disponible, indicando que disminuyó la contribución de cada uno en la composición de la dieta de los animales (Ver anexo E).

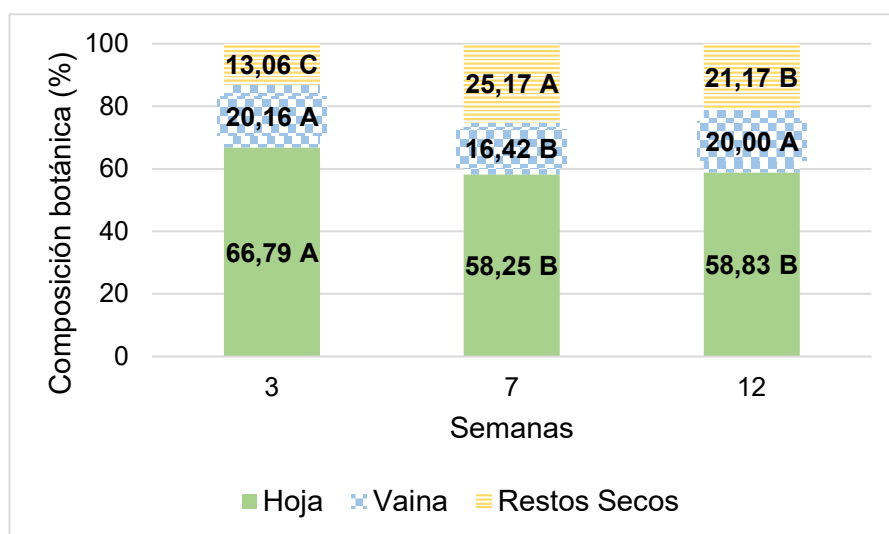
Hardoy y Danelón (1989) reportan que los animales bajo pastoreo optan por una dieta compuesta por mayor proporción de hojas en relación a los tallos y mayor contenido de biomasa verde con escasa preferencia de restos secos.

Según Beltrán et al. (2005) como se cita en Liendo et al. (2019) un aspecto que influye en la relación hoja tallo y afecta en gran medida el comportamiento morfofisiológico y productivo de las forrajeras es la intensidad de pastoreo. En la misma línea de razonamiento Cruz Hernández et al. (2011) como se cita en Liendo et al. (2019) afirman que cuanto mayor sea la intensidad de pastoreo menor será la contribución de las hojas en la dieta, adecuar la intensidad de pastoreo según la pastura permite una cosecha de forraje de mayor calidad, con mayor proporción de hojas.

La evolución de la composición botánica de la pastura durante el transcurso de la semana y la diferencia entre las proporciones de los diferentes componentes de la misma entre el ofrecido y rechazado, corroboran que el bovino opta por consumir la hoja en detrimento al tallo y el material verde en relación al seco (Cazzuli et al., 2016).

Figura 9

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

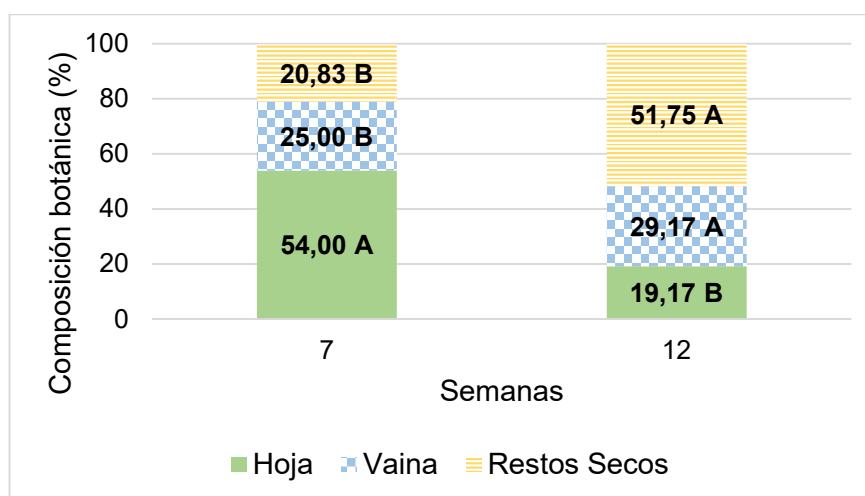


Nota. Las letras distintas reflejan diferencias significativas entre semanas para cada componente.

En la figura No. 9 está ilustrada la proporción de hoja, vaina y resto seco en función de las tres semanas elegidas para llevar a cabo este estudio, a su vez se puede extraer como fue la evolución de cada componente a lo largo del experimento. En base a las letras que caracterizan cada componente se puede visualizar si difieren significativamente entre semanas, observando que la proporción de hoja disminuyó desde la semana 3 hacia la semana 7 y no varió hacia la semana 12, en cuanto a la vaina la misma disminuyó hacia la semana 7 y aumentó hacia la semana 12 y los restos secos aumentaron hacia la semana 7 y disminuyeron al llegar a la semana 12.

Figura 10

Composición botánica del remanente en función de las semanas 7 y 12



Nota. Las letras diferentes reflejan diferencias significativas entre semanas para cada componente.

En lo que refiere a la semana 7 y 12 se detalla la evolución de hoja, vaina y restos secos observando diferencias significativas en los tres componentes, visualizándose una disminución en el caso de la hoja y aumento en los componentes vaina y restos secos hacia la semana 12.

Diversas evidencias experimentales establecen que a medida que los estados fenológicos de una pastura se dirigen hacia la madurez fisiológica, el peso de las hojas y su proporción disminuye respecto al peso y proporción de los tallos, lo que determina una disminución en la calidad nutricional del forraje (Liendo et al., 2019).

4.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA

En la tabla No. 7 se presenta la composición química del ofrecido por tratamiento del forraje disponible.

Tabla 7

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

% Base seca	Tratamientos				Efecto (P-valor)		
	2,5	5	7,5	10	T	S	TxS
Cenizas (%)	11,3	11,4	11,3	11,2	ns	**	ns
Proteína (%)	9,5	9,6	9,6	9,7	ns	**	**
FDN (%)	44,4	44,8	44,5	44,5	ns	**	ns
FDA (%)	21,2	21,4	21,3	21,4	ns	**	ns

Nota. Significancia de los efectos: ** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05). T: Efecto del tratamiento. S: Efecto de la semana. TxS: efecto del tratamiento por la semana. FDN: Fibra detergente neutro. FDA: Fibra detergente ácido.

Al observar los datos ilustrados en la tabla No. 7 se puede distinguir que el único efecto que presentó diferencias significativas en todas las variables estudiadas fue el efecto semana, de lo contrario en el efecto tratamiento no se detectaron diferencias significativas en ninguna de las variables; en lo que respecta al efecto tratamiento por semana solo se detectaron diferencias significativas para la variable proteína (%).

Según Pigurina y Methol (2004) el valor promedio de proteína cruda para raigrás es de 14,7%, estableciendo que los valores reportados en la tabla No. 7 para la pastura en estudio estuvieron por debajo del promedio.

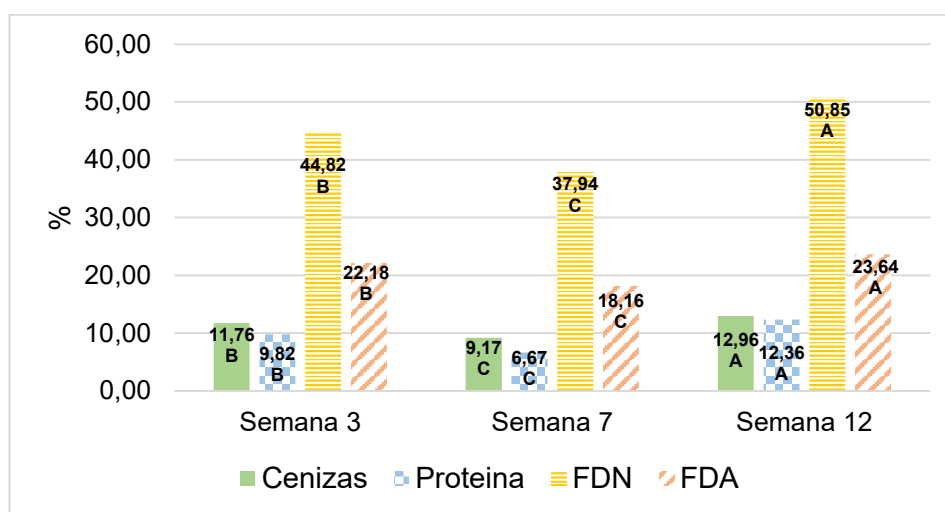
Según Di Marco (2011) el principal parámetro que define la calidad del forraje es la digestibilidad de la materia seca; una forma de estimar la digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) a partir de la fibra detergente ácida (FDA), a través de la ecuación: $\% \text{DIVMS} = 88.9 - (\% \text{FDA} \times 0.779)$, arrojando valores de 72,42%, 72,20%, 72,32% y 72,21% para los tratamientos 2,5%, 5%, 7,5% y 10% respectivamente. A su vez la DIVMS es utilizada para estimar el contenido de energía metabolizable (EM) del alimento con la siguiente ecuación: $\text{EM} = 3.61 \times \text{DIVMS}$, obteniendo un valor de 2,61 Mcal/kg de energía metabolizable para los cuatro tratamientos en cuestión (2,5%, 5%, 7,5% y 10%).

Se considera que un forraje es de alta calidad cuando tiene aproximadamente un 70% de digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta

(PB). Por lo contrario, es de baja calidad cuando la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PB baja a menos del 8%. Por lo tanto la base forrajera utilizada en el experimento fue de alta calidad ya que presentó un 72,3% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), un 44,5% de fibra detergente neutra (FDN), se debe considerar que la PC tuvo un valor de 9,6%, sin embargo el mismo debió haber alcanzado valores en torno al 15% de proteína cruda (PC) (Di Marco, 2011).

Figura 11

Composición química en función de las semanas



Nota. Las letras distintas reflejan diferencias significativas entre semanas para cada componente.

De la figura No. 11 se puede extraer que la composición química fue evolucionando de forma variable a lo largo del experimento, pudiendo observar que para las cuatro variables analizadas los valores obtenidos para la semana 3 disminuyeron significativamente hacia la semana 7 y aumentaron de forma significativa hacia la semana 12.

Castro-Hernández et al. (2017) afirman que a medida que avanza el estado fisiológico de la pastura aumenta el contenido de materia seca, de fibra detergente ácido y fibra detergente neutra, en cambio el porcentaje de materia orgánica y la proteína cruda disminuyen. En términos de calidad nutricional del forraje, la digestibilidad y aporte de minerales se vieron disminuidos con la madurez de la planta.

A su vez Maschio et al. (2020) reportan para este tipo de pastura y misma área experimental valores de composición química del forraje ofrecido al inicio en el primer pastoreo (Período 1) y al final en el segundo pastoreo (Período 2) de su experimento, en el Período 1 el porcentaje de materia seca fue de 18.42%, cenizas 12.77%, proteína 18.61%, fibra detergente ácido 29.30% y 2.56 Mcal/kg

de energía metabolizable, mientras que en el periodo 2 el porcentaje de materia seca fue de 14.91%, cenizas 10.29%, proteína 8.33%, fibra detergente ácido 28.88% y 2.51 Mcal/kg de energía metabolizable.

4.6. SELECCIÓN EN BASE A LA PROTEÍNA CRUDA

En la tabla N°.8 se presenta el contenido de proteína cruda en la pastura, de la dieta y el índice de selectividad, entendiéndose por el mismo como la división entre el consumo real de proteína curda sobre el consumo esperado de proteína curda.

Tabla 8

Efecto del tratamiento sobre la PC de la pastura, de la dieta y el índice de selectividad

	Tratamientos				Pr > F
	2,5	5	7,5	10	
PC_PASTURA (%)	9,5	9,6	9,6	9,7	ns
PC_DIETA (%)	11,8	12,6	13,7	12,4	ns
INDICE SELECTIVIDAD (%)	124,0	131,2	142,3	127,4	ns

A partir de la tabla No. 8 se observa que la AF no afecto la concentración de proteína del forraje disponible, de la dieta y el índice de selectividad. Es posible afirmar que el consumo real de proteína curda fue superior al esperado indicando la presencia de selección por parte de los animales (Ver anexo F). Estos resultados concuerdan con lo observado en la sección de composición botánica, en donde se observó una clara tendencia por parte de los animales a seleccionar el componente hoja, caracterizado por presentar una elevada concentración de PC.

Hodgson (1990) y Montossi et al. (1995), reportan que durante el proceso de pastoreo lo primero en ser consumido por los animales es la fracción hoja verde, debido a su mayor palatabilidad y preferencia frente a los restantes componentes del forraje. A medida que aumenta la presión de pastoreo, el tallo también es removido por los animales a causa de una menor oportunidad de selección.

Esta preferencia está determinada por la oportunidad de seleccionar que se le adjudica a los animales, la accesibilidad a los diversos componentes de la pastura y la palatabilidad de los mismos (Hodgson, 1990).

Trujillo y Uriarte (s.f.) establecen que en las gramíneas la cantidad de proteína cruda tanto en la lámina como en la fracción "tallo más vaina" disminuye

a medida que la planta alcanza la madurez fisiológica, se debe considerar que dicha reducción es un algo menor en la lámina. A su vez, afirman que el contenido de proteína cruda y pared celular en las plantas más jóvenes es de 15 a 25 % para el caso de la lámina y de 10 a 15 % para la fracción “tallo más vaina”, a su vez la pared celular representa un 25 a 28 % en la lámina mientras que en la fracción “tallo más vaina” es de 30 a 35%. En relación a las plantas maduras el porcentaje de proteína cruda es para el caso de la lámina y la fracción “tallo más vaina” es de 7 a 10 % y de 3 a 5 % respectivamente; en cuanto a la pared celular en este estado fenológico la misma representa un 45 a 50 % en láminas y un 60 a 65 % en la fracción “tallo más vaina”.

Según Bianchi (1982) al momento del pastoreo el animal realiza un consumo diferencial entre las partes de las plantas disponibles, donde al seleccionarlás el animal consume forraje caracterizado por un mayor contenido de proteína cruda, digestibilidad y palatabilidad, repercutiendo de manera positiva en el consumo, a su vez establece que mediante la selectividad el animal es capaz de llevar a cabo una dieta de mayor calidad que el promedio de la pastura.

4.7. COMPORTAMIENTO ANIMAL

El estudio del comportamiento animal se llevó a cabo en las semanas 3, 7 y 12 del experimento, donde se evaluaron distintas variables que serán detalladas a continuación (Tabla N°9), en busca de profundizar sobre el desempeño de los animales pastoreando el verdeo de raigrás.

Según Cangiano (1996) el comportamiento ingestivo está determinado por el tiempo de pastoreo (minutos/día), tasa de bocado (bocado/minuto) y el peso de bocado (gramos), a su vez el mismo es afectado por la selección de la dieta y la estructura de la pastura. El consumo está fuertemente influenciado por cambios en la fitomasa, la oferta de forraje y altura, de tal forma que ante leve variaciones en alguna de estas variables repercutirían en la producción animal.

En la tabla No. 9 se expresa la probabilidad de que los animales se encuentren realizando alguna de las siguientes actividades, pastoreo, rumia, descanso y acceso a bebedero, en términos generales se pueden ordenar dichas actividades según la probabilidad que existe de encontrar a los animales realizando alguna de ellas, siendo el pastoreo el que presenta la mayor probabilidad, seguido del descanso, la rumia y por último el acceso a bebedero.

Tabla 9

Efecto de la asignación de forraje sobre variables describiendo comportamiento animal y tasa de bocado (bocados/minuto) durante el periodo diurno

Actividad	Tratamiento				Efecto (P-valor)				
	2,5	5	7,5	10	T	S	D(S)	TxS	TD(S)
Pastoreo	0,42	0,44	0,45	0,39	n	s	*	ns	ns
Rumia	0,14 C	0,27 A	0,21 B	0,23 AB	**	**	ns	*	ns
Descanso	0,40 A	0,24 B	0,32 A	0,36 A	**	n	s	*	*
Acceso a bebedero	0,03 A	0,04 A	0,02 B	0,02 B	**	n	s	ns	*
Tasa Bocado (boc/min)	24,25 B	31,77 AB	35,40 A	32,30 A	*	**	ns	ns	ns

Nota. Significancia de los efectos: ** (P<0,01); * (P<0,05); ns (P>0,05). T: Efecto del tratamiento. S: Efecto de la semana. D(S): Efecto día dentro de semana. TxS: Efecto del tratamiento por la semana. TD(S): Efecto tratamiento por día dentro de semana.

En relación a los efectos analizados, con excepción de la actividad de pastoreo (P>0,05), la asignación de forraje afectó a todas las restantes variables. El efecto semana afectó (P<0,05) a todas las variables con excepción de las actividades descanso y acceso a bebedero. El efecto día dentro de semana solamente afectó a el descanso (P<0,05), la interacción tratamiento por semana solo afectó a la rumia (P<0,05) y por último el efecto tratamiento por día dentro de semana generó diferencias significativas (P<0,05) en las actividades de descanso y acceso a bebedero.

En referencia a la tasa de bocado (bocados/minuto) se detectaron diferencias significativas para los efectos tratamiento y semana, mientras que para los efectos día dentro de semana, tratamiento por semana y tratamiento por día dentro de semana no se encontraron diferencias significativas (P>0,05).

Maschio et al. (2020) reportan que la actividad de pastoreo no fue afectada por la asignación de forraje, ni por la semana. Sin embargo, se visualizó un efecto del día de la semana el cual indica que a medida que transcurre la misma, la probabilidad de ocurrencia de pastoreo es menor. Por otra parte, se observó un efecto del tratamiento sobre la actividad de rumia, determinando que a menores asignaciones, el tiempo de rumia es mayor, a su vez un efecto de la semana y del día dentro de la semana, la rumia disminuyó conforme avanzaron los días dentro de cada semana. Por último se observó un efecto del tratamiento sobre la probabilidad de que los animales evaluados estén descansando, la actividad de descanso aumentó de forma lineal conforme se incrementa la asignación de

forraje, a su vez se visualizó un efecto del día de la semana, donde a medida que transcurren los días dentro de la semana, los tiempos de descanso son menores.

Castle y Watkins (1979) como se cita en Rovira (1996) determinaron que el tiempo destinado al pastoreo, varía entre 7 y 10 horas por día. De la misma manera Bignoli (1971) afirmó que el tiempo de pastoreo en bovinos de carne es de 7,5 a 7,9 horas por día, a su vez el tiempo de pastoreo en vacas lecheras aumentó con el transcurso de los días desde que ingresaban a la pastura, reportando 7,8; 9,4 y 9,8 horas/ día para el primero, segundo y tercer día; es decir las horas de pastoreo aumentan cuando disminuye la altura de la pastura.

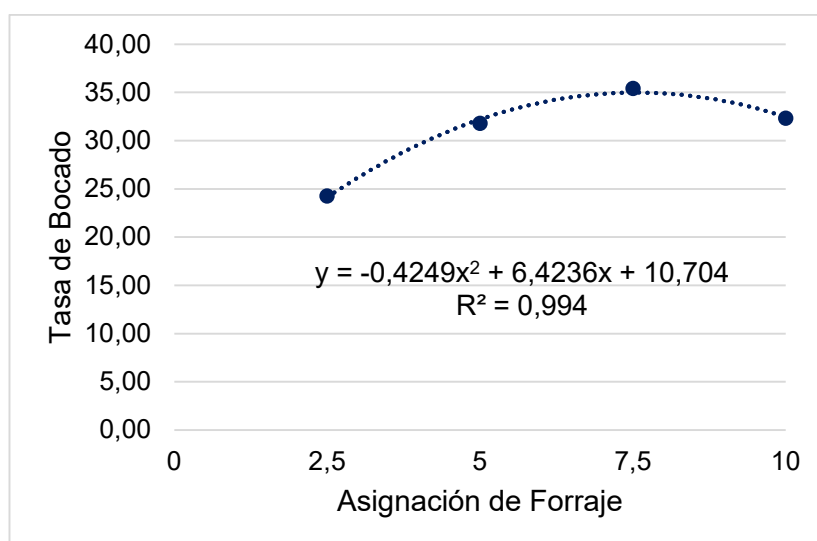
El tiempo de pastoreo puede arrojar una tendencia a aumentar a medida que disminuye la biomasa o la altura de la pastura, puede no haber respuesta ante variaciones en la biomasa, o dicha respuesta puede ser curvilínea, donde el tiempo de pastoreo máximo se obtiene con cantidades intermedias de biomasa; esta última respuesta coincide con lo observado en el experimento (Galli et al., 1996).

En relación a la rumia de acuerdo con Rovira (1996) el tiempo que el animal le dedica a la actividad de rumia es del orden de 7 horas diarias, teniendo una duración de 30 minutos en promedio cada periodo. En la misma línea de resultados Bignoli (1971) expresa que el tiempo de rumia es 6.8 a 7.8 horas por día.

Stockdale y King, Phillips, como se cita en Balocchi et al. (2002) coinciden en que los animales destinan el 40% de su tiempo a la actividad de pastoreo y el 30% rumiando, a su vez Hodgson (1990) reporta valores promedios para el tiempo de pastoreo de 35,8% y para el tiempo de rumia 32,5%.

Figura 12

Tasa de bocado (bocados/minuto) en función de la asignación de forraje



En la figura No. 12 se visualiza la curva obtenida al graficar la tasa de bocado en función de la asignación de forraje, la misma presentó una respuesta cuadrática donde se distingue que en la asignación de forraje 7,6 es donde se maximizó la tasa de bocado.

Maschio et al. (2020) establecieron que la tasa de bocado presentó un efecto significativo de la asignación de forraje, la misma disminuyó de manera lineal frente al aumento en la AF, reportando valores de tasa de bocado de 41, 39, 36, 33 bocados por minuto para las asignaciones de forraje 2,5%, 5%, 7,5% y 10% respectivamente.

Galli et al. (1996) establecieron que la tasa de bocado tiende a disminuir a medida que aumenta la altura o la biomasa conforme aumenta el peso del bocado.

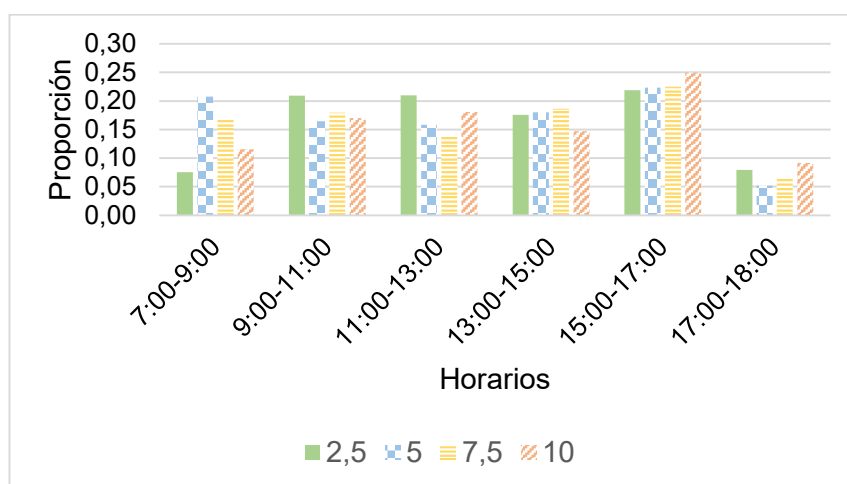
En condiciones no limitantes de disponibilidad de forraje Rovira (1996) reporta que para terneros la tasa de bocado durante el pastoreo es de 60-70 bocados por minuto, dichos valores no coinciden con los obtenidos en el presente trabajo.

4.7.1. Patrón de pastoreo

En la figura No. 13 se detalla la actividad de pastoreo en cada tratamiento a lo largo del día, distribuida en 6 rangos de horarios.

Figura 13

Desarrollo de la actividad de pastoreo durante el día



En términos generales no se visualizaron diferencias significativas para los efectos tratamiento, semana y tratamiento por semana en la distribución de la actividad de pastoreo durante las horas luz de observación; al visualizar la proporción del tiempo que el animal destinó al pastoreo no se identificaron horarios en el día donde dicha actividad registrara picos de mayor concentración.

En contraste con lo observado en el presente trabajo, Chilbroste (2002) reporta que los animales mantienen un patrón de pastoreo que incluye entre 3 y 5 momentos a lo largo del día pudiendo identificar dos picos, uno al amanecer y otro antes del anochecer caracterizado como más largo e intenso.

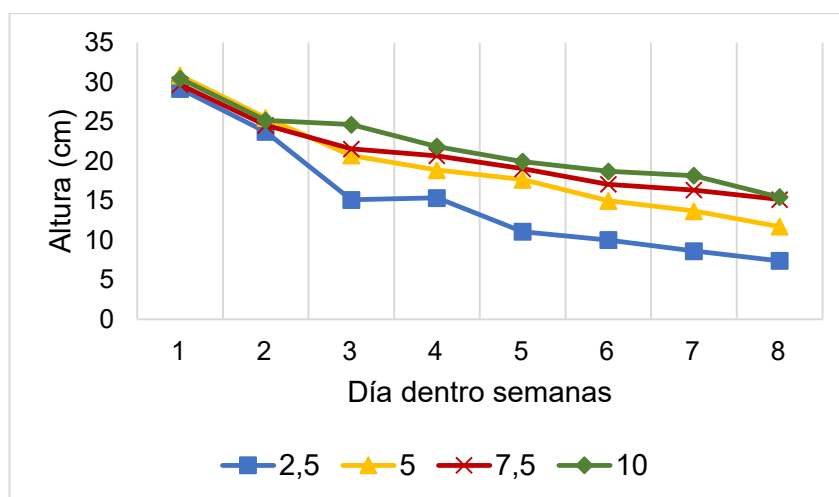
De la misma manera Balocchi et al. (2002) establece que la mayoría de los ciclos de pastoreo ocurren durante el día con periodos de descanso y rumia por la noche.

4.7.2. Patrón de defoliación

En la figura No. 14 se visualiza la evolución de la defoliación de la pastura durante los días de permanencia en la parcela.

Figura 14

Dinámica de defoliación de la pastura (cm) durante los días de permanencia en la parcela semanal de pastoreo



De la figura No. 14 se desprende como tendencia general que la altura de la pastura disminuyó a medida que transcurren los días dentro de la semana de utilización de la parcela de pastoreo, siendo el descenso menos pronunciado al aumentar la AF.

A partir del día 2 se resalta la disminución en altura que presenta el tratamiento 2,5 respecto a los demás tratamientos detectando la existencia de diferencias significativas a excepción del día 4 donde no se visualizaron diferencias significativas entre el tratamiento 2,5 y 5.

Nabinger y Carvalho (2009) sugieren alturas de ingreso de 25 cm en pasturas raigrás + avena con el objetivo de incrementar la producción primaria y/o secundaria, en la misma línea Forbes (1988), establece

que la altura del forraje disponible influye en mayor medida sobre el consumo en relación a la densidad o la proporción de biomasa verde.

De acuerdo con Carámbula (2004), un aspecto a tener en cuenta es que el consumo animal y la velocidad a la que disminuye la biomasa de la pastura no se mantiene constante durante el periodo de ocupación, a su vez la disponibilidad de forraje disminuye con el transcurso de los días de ocupación. Al momento de ingresar a la franja la disponibilidad y la oferta de forraje es elevada lo que se traduce en un aumento del consumo, pero a medida que la altura de la biomasa disminuye, se reduce su accesibilidad repercutiendo negativamente en el consumo.

4.8. DISCUSIÓN GENERAL

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis planteada que establece que a través del uso de niveles crecientes de oferta de forraje, existe un nivel que optimiza el consumo de pastura y nutrientes, no obstante, la oferta de forraje que maximizó el consumo de materia seca fue 12%, se debe considerar que la misma se encuentra fuera del rango analizado en el experimento (2,5 a 10 kg MS/ 100 kg de peso vivo).

Frente una menor intensidad de pastoreo aumentó el consumo de materia seca, resultando en un incremento en la concentración de proteína cruda en la dieta, registrando una superioridad de 24%, 31%, 42% y 27% para las AF 2,5% 5% 7,5% y 10% respectivamente en relación a la PC de la pastura. Esta respuesta resultó consistente con una mayor proporción de hoja en la dieta. Esta respuesta es relevante atendiendo a que se trata de una categoría exigente en proteína. En relación a la energía metabolizable del forraje disponible la misma fue similar en los cuatro tratamientos (2.61 Mcal/kg de EM), sin embargo es de esperar que la selección animal hacia un aumento en el consumo de hoja se haya asociado con un elevado contenido celular donde se encuentra el mayor aporte energético.

El consumo de materia seca presentó una respuesta cuadrática, donde a medida que aumenta la asignación de forraje se generan incrementos decrecientes en el consumo de la misma, tal es así que pasar de una asignación de 2,5% a 5% el CMS aumentó un 51%, mientras que al pasar de la asignación 5% a 7,5% el CMS aumentó un 26%, y al pasar de 7,5% a 10%, este aumentó tan solo un 23% el consumo de materia seca.

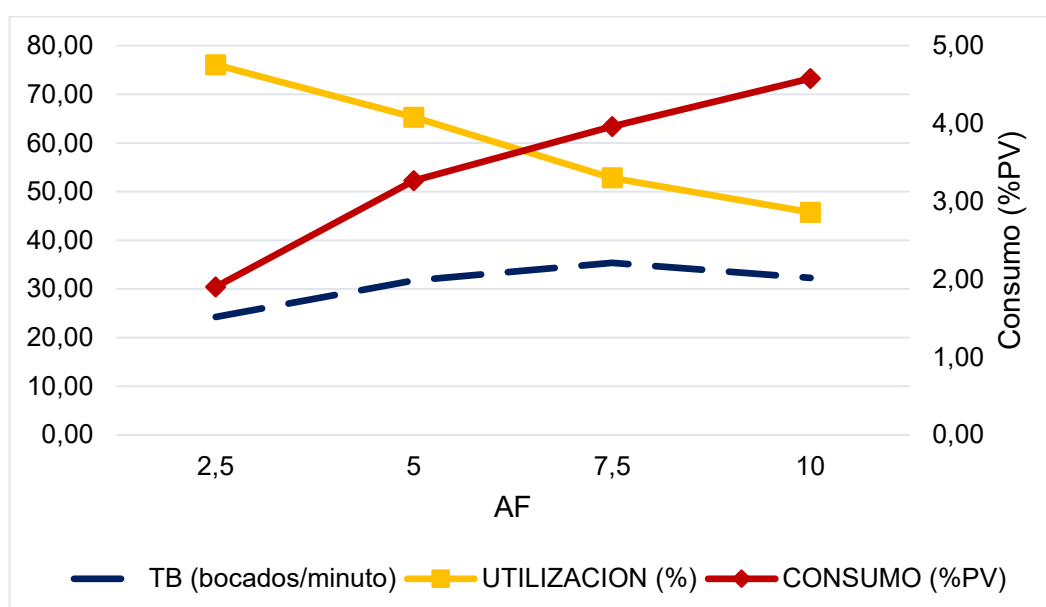
La ingesta de gramíneas en distintos estados vegetativos condicionan su degradabilidad, consumo y tasa de pasaje ruminal, a su vez las mismas se caracterizan por presentar diferencias naturales que afectan los puntos de rotura de las fibras e interfieren la fermentación microbiana (Kamande, 2006). A su vez a pesar de la elevada calidad de las pasturas templadas, los animales no logran alcanzar su óptimo potencial productivo, pudiendo estar explicado por el impedimento físico que sería causado por una disminución en la tasa de pasaje

del alimento por el tracto digestivo y la gran cantidad de agua ingerida con la pastura. Esto trae como consecuencia que el animal deba esperar a que el rumen se evacue antes de continuar ingiriendo alimento. (Dillon, 2006 y Kolver, 2003 como se cita en López et al., 2016).

Frente a bajas asignaciones de forraje la respuesta del consumo podría estar explicado por factores no nutricionales asociados a la estructura de la pastura mientras que ante altas asignaciones de forraje el consumo esta explicado por factores nutricionales asociados a la calidad del forraje y los requerimientos metabólicos del animal (Poppi et al., 1987).

Figura 15

Consumo de forraje (% PV), utilización de forraje (%) y tasa de bocados (bocados por minuto) en función de la asignación de forraje



Relacionando el comportamiento animal con el consumo de materia seca, el cual se compone por el producto entre el tiempo de pastoreo, la tasa de bocado y el peso de bocado, siendo estos dos últimos los componentes de la tasa de consumo; la actividad de pastoreo no arrojó diferencias significativas entre los tratamientos, no obstante en términos de valores absolutos se visualizó un aumento de dicha actividad hasta la asignación 7,5% y una disminución al pasar a 10%. A su vez la tasa de bocado presentó una respuesta de tipo cuadrática, donde se visualizan incrementos decrecientes conforme aumentó la AF, maximizándose en la asignación de forraje 7,6% (Figura No. 12). Por lo tanto, el aumento del consumo hasta la AF 7,5% estuvo asociado a mayores tasas de bocados mientras que por encima de 7,5 % el aumento del consumo pasaría a ser explicado por mayores pesos de bocado, ya que los animales disponen de una mayor superficie de pastoreo, que probablemente les permitió seleccionar el forraje de mayor altura y densidad.

Dichos resultados concuerdan con lo reportado por Galli et al. (1996) quienes establecen que la tasa de bocado tiende a disminuir a medida que aumenta la altura o la biomasa conforme aumenta el peso del bocado. En relación al tiempo de pastoreo, puede no haber respuesta ante variaciones en la biomasa, o dicha respuesta puede ser curvilínea, donde el tiempo de pastoreo máximo se obtiene con cantidades intermedias de biomasa.

A su vez se debe considerar que elevados niveles de consumo están relacionados con bajas utilidades de forraje, asociado básicamente a una mayor biomasa y altura del remanente, al no constatarse diferencias en la biomasa y altura del disponible pre pastoreo ni cambios en el comportamiento ingestivo del animal. Ante una alta asignación de forraje (10%) el consumo es de 4,58% del PV y la utilización es de 45,78%, mientras que frente a una baja asignación de forraje (2,5%) el consumo es de 1,9% del PV y la utilización es de 76,11%. En base a estos datos se puede establecer que se debe lograr un balance entre el consumo de materia seca y la utilización de la pastura para de esta forma no perjudicar tanto la performance animal como la producción de la pastura.

Al analizar cómo repercute la intensidad de pastoreo sobre el crecimiento de la pastura, se destaca que ante una elevada asignación de forraje se registran menores utilidades, en cambio la biomasa y la altura del remanente es mayor favoreciendo el crecimiento futuro de la pastura, ya que la misma dispondrá de mayores reservas para rebrote.

Se debe considerar que en el experimento no se abordó la cuantificación del crecimiento de la pastura sobre la producción de forraje ni sobre la producción animal por ha.

5. CONCLUSIÓN

En terneros pastoreando raigrás Bill Max el consumo de materia seca responde en forma cuadrática ante niveles crecientes de oferta de forraje (2,5 a 10 kg MS/ 100 kg de peso vivo), registrándose el valor máximo de consumo (4,68% PV) para una asignación de forraje 12%, fuera del rango estudiado.

Esta respuesta en consumo aparece mediada por un incremento en la capacidad de selección a favor de fracción hoja y consecuentemente de una dieta con mayor concentración proteica, así como por cambios en el comportamiento animal en pastoreo.

Como contraparte, aumentos en la asignación de forraje, resultan en un disminución en la intensidad de pastoreo, aumentos en la biomasa y altura del remanente, y reducción cuadrática en la utilización de la pastura.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acland, M., Blanco, W., & Soca, D. (2023). *Efecto de la intensidad de pastoreo sobre la respuesta productiva a la suplementación con grano de lupino en terneros Hereford pastoreando en raigrás Bill max durante invierno* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Correcciones bibliográficas de Trabajos finales de grado.
<http://tesis.fagro.edu.uy/index.php/tg/catalog/view/125/77/2281>
- Algorta, B., Irileguy, G., & López, I. (2015). *Evaluación de uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de terneros en condiciones de oferta* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8725/1/4082alg.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). MGAP.
- Amigone, M. A., & Kloster, A. M. (1997). *Verdeos de invierno*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/26-verdeos_de_invierno.pdf
- Association of Official Analytical Chemists. (2012). *Official methods of analysis of AOAC International* (19th ed.). Gaithersburg.
- 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.uy/publicaciones/documentos%20compartidos/18429300810155513.pdf>
- Balocchi, O., Pulido, R., & Fernández, J. (2002). Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. *Agricultura Técnica*, 62(1), 87-98.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000100009#:~:text=El%20mayor%20tiempo%20de%20pastoreo,significativamente%20reducido%20por%20la%20suplementaci%C3%B3n

- Baudracco, J., Lopez-Villalobosa, N., Holmesa C. W., & Macdonald, K. A. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 53(2), 109-133.
<https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/00288231003777665?needAccess=true&role=button>
- Berasain, S., Patrón, L., & Vidart, M. (2002). *Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/26090>
- Beretta, V., Simeone, A., & Viera, G. (2010). Utilización de avena para pastoreo con terneras Hereford. *Agrociencia (Uruguay)*, 14(3), Artículo e201.
<https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/878/908>
- Bianchi, J. (1982). *Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso en novillos en pastoreo* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Bignoli, D. P. (1971). *Comportamiento de los animales en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/etologia_bovinos/55-comportamiento_en_pastoreo.pdf
- Borrajó, C. I. (2010). *Cuidados para la siembra de Raigrás anual*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/57-Raigras_anual.pdf
- Cangiano, C. A. (1996). *Consumo en pastoreo: Factores que afectan la facilidad de cosecha*. INTA.
https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/agronomia/cangiano_1996_48_56.pdf
- Carámbula, M. (1997). *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Hemisferio Sur.

- Carámbula, M. (2002). *Pasturas y forrajes: Vol. 1. Potenciales y alternativas para producir forrajes*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2004). *Pasturas y forrajes: Vol. 3. Pasturas y forrajes: Manejo, persistencia y renovación de pasturas*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2007). *Verdeos de invierno*. Hemisferio Sur.
- Carámbula, M. (2008). *Pasturas naturales mejoradas* (2ª ed.). Hemisferio Sur.
- Castro-Hernández, H., Domínguez-Vara, I., Morales-Almaráz, E., & Huerta-Bravo, M. (2017). Composición química, contenido mineral y digestibilidad in vitro de raigrás (*Lolium perenne*) según intervalo de corte y época de crecimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(2), 201-210. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n2/2448-6698-rmcp-8-02-00201.pdf>
- Cazzuli, A., Silveira, C., & Montossi, F. (2016). *Pastoreo horario para recría invernal de bovinos en la región de basalto*. INIA. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5520/1/st-225-2016.pdf>
- Ceconi, I., & Méndez, D. (2018). *Invernada: Claves para una recría eficiente*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/205-invernada_claves_recria.pdf
- Chilibroste, P. (1998). Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *XXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 1-7). <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/634?show=full>
- Chilibroste, P. (2002). Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el periodo otoño-invernal. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *X Congreso Latinoamericano de Buiatría; XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 90-96). https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/465/JB2002_90-96.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Correa Urquiza, A. (2004). *Raigrás anual: Una alternativa posible*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/11-raigras_anual.pdf
- Crempien, C. (1983). *Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos: Bovinos para carne y ovinos* (2ª ed.). Hemisferio Sur.
- Damonte, I., Irazabal, G., Reinante, R., & Shaw, M. (2004). *Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25452/1/DamonteAcquaronelIgnacio.pdf>
- Departamento Agronomía Infoagro. (s.f.). *El cultivo del raigrás (Lolium spp.)*. Infoagro. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_raigras_em_lolium_em_spp.asp#:~:text=El%20cultivo%20de%20raigr%C3%A1s%20es,precipitaci%C3%B3n%20o%20riego%20por%20semana
- Di Marco, O. (2011). *Estimación de calidad de los forrajes*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf
- Echeverría, J., Rovira, P., & Montossi, F. (2014). Manejo de la alimentación invernal de la recría bovina sobre campo natural. *Revista INIA*, (37), 14-18. <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista-INIA-37.pdf>
- Elizondo, L., Gil, A., & Rubio, L. (2003). *Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25921/1/ElizondoLaurenzoLeonardo.pdf>

- Escuder, C. (1997). Crecimiento de las pasturas cultivadas, algunos factores que lo afectan. En C. Cangiano, C. Escuder, J. Galli, P. Gómez, & O. Rosso (Eds.), *Producción animal en pastoreo* (pp. 15-26). INTA.
- Firkins, I., Berger, L., Merchen, N., Fahey, G., & Nelson, D. (1986). Effects of feed intake and protein degradability on ruminal characteristics and site of digestion in steers. *Journal of Dairy Science*, 69, 2111-2123.
[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(86\)80643-9/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(86)80643-9/pdf)
- Forbes, T. D. A. (1988). Researching the plant-animal interface: The investigation of the ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*, 66(9), 2369-2379.
<http://biblioteca.fagro.edu.uy/refcia/referencia/20110727/3581.pdf>
- Formoso, F. (2008). Instalación de pasturas. *Revista del Plan Agropecuario*, (125), 52-56.
https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R_125_52.pdf
- Galli, J., Cangiano, C., & Fernández, H. (1996). *Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal.
https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf
- García, G., García Pintos, L., & López, M. (2008). *Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de raigrás perenne bajo cuatro presiones de pastoreo* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32727/1/Garc%C3%adaL%C3%b3pezGerm%C3%a1n.pdf>
- García, J. (1995). Producción de forraje de pasturas cultivadas en la región litoral sur. En D. F. Risso, E. J. Berretta, & A. Morón (Eds.), *Producción y manejo de pasturas* (pp.163-168). INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135431.pdf>
- Gentos. (s.f.). *Rye grass annual: Bill Max*.
<https://www.gentos.com.uy/producto.html?cat=gramineas&sub=rye%20grass%20annual>

- Hardoy, A., & Danelón, J. L. (1989). *Selección de la dieta y consumo de rumiantes en pastoreo*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion_dieta_y_consumo.pdf
- Haydock, K., & Shaw, N. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 15(76), 663-670. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000138.pdf>
- Hodgson, J. (1990). Grazing management: Science into practice. *Agricultural Systems*, 37(2), 219-220.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2019). *Resumen de las tasas de crecimiento semanales en el predio demostrativo de UTU-UTEC*. <https://www.alcico.com.uy/wp-content/uploads/2019/02/Resumen-Semestral-de-las-TC-pasturas.pdf>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, & Instituto Nacional de Semillas. (2022). *Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: Anuales, bianuales y perennes periodo 2022*. http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2022/PubForrajerasPeriodo2022.pdf
- Invernizzi, G., Puig, C., & Viroga, S. (2007). *Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32809/1/InvernizziGonzalo.pdf>
- Kamande, G. M. (2006). *Digestión ruminal y nutrición*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/96-digestion_ruminal.pdf

- Labarthe, F. S. (2014). Toma de decisión con conceptos productivos y económicos del verdeo de invierno en ciclo completo en el SOB. En F. Moreyra, F. Giménez, J. R. López, E. Tranier, M. Real Ortellado, H. Krüger, A. Mayo, & F. Labarthe (Eds.), *Verdeos de invierno* (pp. 45-51). INTA. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/109-Verdeos_invierno.pdf
- Leonardi, C., & Armentano, L. E. (2003). Effect of quantity, quality, and length of alfalfa hay on selective consumption by dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 557-564. <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2803%2973634-0>
- Liendo, M. E., González Coletti, A. A., Olea, L. E., Alegre, A., Suárez, L., Guerineau, M., Martín, G. O., & Toll Vera, J. R. (2019). Relación Hoja-Tallo en el estado fenológico de floración, en gramíneas naturales y cultivadas del Chaco Occidental Semiárido del departamento Trancas, Tucumán, Argentina. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino*, 39(1), 45-51. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v39n1/v39n1a05.pdf>
- López, R., Ressio, F., & Zapater, F. (2016). *Efecto del tiempo de acceso al forraje fresco sobre la digestibilidad, la tasa de pasaje y el flujo de proteína microbiana en vacas lecheras alimentadas con una ración totalmente mezclada* [Trabajo final de grado, Universidad de la República]. Colibrí. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/10380/1/FV-31998.pdf>
- Maschio, F., Soria, S., & Stabile 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]. Colibrí. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/36675/1/MaschioFranco.pdf>

- Mattiauda, D. A., Chilibróste, P., Bentancur, O., & Soca, P. (2009). Intensidad de pastoreo y utilización de pasturas perennes en sistemas de producción de leche: ¿Qué niveles de producción permite y qué problemas contribuye a solucionar? En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *XXXVII Jornadas Uruguayas de Buiatría* (pp. 96-103).
https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/55/JB2009_96-103.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mayo, A., & Tranier, E. (2014). Calidad nutricional de verdeos de invierno y silajes de planta entera. En F. Moreyra, F. Giménez, J. R. López, E. Tranier, M. Real Ortellado, H. Krüger, A. Mayo, & F. Labarthe (Eds.), *Verdeos de invierno* (pp. 27-32). INTA. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/109-Verdeos_invierno.pdf
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., & Morgan, C. A. (2006). *Nutrición Animal* (6ª ed.). Acribia.
- Mejía Haro, J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*, 12(3), 56-63. <http://www.acuedi.org/ddata/1050.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
- Mieres, J., Assandri, L., Cúneo, M. (2004). Tablas de valor nutritivo de alimentos. En G. M. Mieres (Ed.), *Guía para la alimentación de rumiantes* (pp. 13-66). INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807141556.pdf>
- Montossi, F., Risso, D. F., & Pigurina, G. (1995). Consideraciones sobre utilización de pasturas. En D. F. Risso, E. J. Berretta, & A. Morón (Eds.), *Producción y manejo de pasturas* (pp. 93-113). INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807135431.pdf>

- Nabinger, C., & Carvalho, P. C. (2009). Ecofisiología de sistemas pastoriles: Aplicaciones para su sustentabilidad. *Agrociencia (Uruguay)*, 13(3), 18-27. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/150-ecofisiologia.pdf
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2019). *Anuario estadístico agropecuario 2019*. MGAP. <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf>
- Pereira, M. (1997). Pastoreo en franjas: Una forma de multiplicar el pasto. *Revista Plan Agropecuario*, (73), 37-41. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R73/R_73_37.pdf
- Perrachón, J. (2010). Praderas y verdeos. En Facultad de Agronomía (Ed.), *Implantación y manejo de pasturas: Material de apoyo para el curso "manejo de pasturas"* (pp. 1-34). Comuna Canaria; MGAP; Comisión Nacional de Fomento Rural; Facultad de Agronomía; INIA; Plan Agropecuario. <https://docplayer.es/10643278-Implantacion-y-manejo-de-pasturas-material-de-apoyo-para-el-curso-manejo-de-pasturas.html>
- 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>
- Poppi, D. P., Hughes, T. P., & L'Huillier, P. J. (1987). Intake of pasture by Grazing Ruminants. En A. Nicols (Ed.), *Livestock feeding on pasture* (pp. 55-64). New Zealand Society of Animal Production.
- Reinoso Ortiz, V., & Soto Silva, C. (2006) *Cálculo y manejo en pastoreo controlado: Pastoreo rotativo y en franjas*. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/52-art_pastoreo2_completo.pdf
- Rovira, J. (1996). *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Hemisferio Sur.

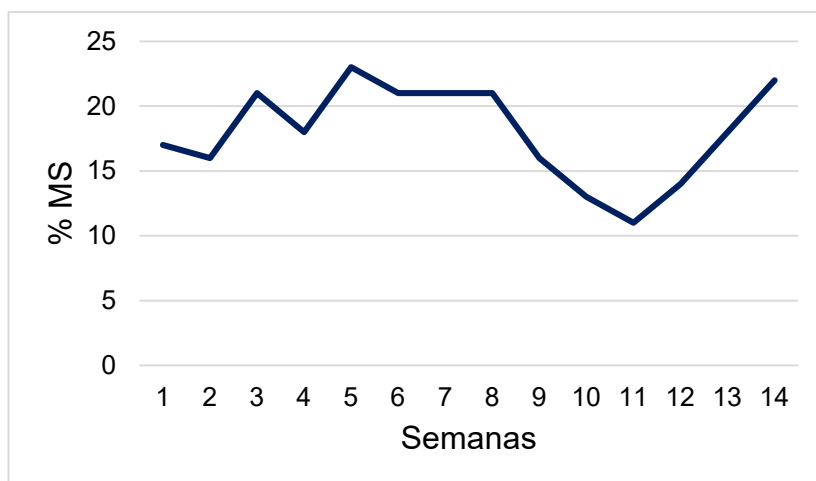
- Rovira, P. (2005). *Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreañó sobre praderas durante la primavera*. INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/14445190313094925.pdf>
- Saldanha, S., Boggiano, P., & Cadenazzi, M. (2012). Oferta de forraje, producción y composición de una pastura de *Lolium perenne*. *Agrociencia (Uruguay)*, 16(1), 150-159.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482012000100018
- Simeone, A., & Beretta, V. (2022). *Sistema de alimentación para ganado de carne: Curso optativo de 5° año: Guía Teórico-práctica*. Facultad de Agronomía.
- Sistema Nacional de Información Ganadera. (2022). *Datos actualizados basados en la Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2021*. MGAP.
<https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-actualizados-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-2021>
- Terán, C., Murcia, G., & García, A. (2014). Determinación de requerimientos hídricos para avena forrajera (*Avena sativa* L.) y raigrás (*Lolium perenne*) en la Sabana de Bogotá (Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 67(2), 1157-1159.
<https://riunet.upv.es/bitstream/id/439746/P%C3%A1ginas%20desdeAT2-10.pdf>
- Terra, J., Scaglia, G., & García Préchac, F. (1998). *Producción física de cuatro intensidades de uso del suelo con tecnología de siembra directa*. INIA.
<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/14445060313163331.pdf>
- Trainer, E. (2014). Manejo de cultivo: Criterios a tener en cuenta en la realización de un verdeo de invierno. En F. Moreyra, F. Giménez, J. R. López, E. Tranier, M. Real Ortellado, H. Krüger, A. Mayo, & F. Labarthe (Eds.), *Verdeos de invierno* (pp. 33-38). INTA. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/109-Verdeos_invierno.pdf

- Trujillo, A., & Uriarte, G. (s.f.). *Valor nutritivo de las pasturas*. Facultad de Agronomía.
http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Carbohydrate Methodology, Metabolism, and Nutritional Implications in Dairy Cattle: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583 - 3597.
- Wales, W. J., Doyle, P. T., & Dellow, D. W. (1998). Dry matter intake and nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(5), 451- 460.
- Zabalveytia, N., Beretta, V., Simeone, A., Burjel, V., Rodríguez, D., Bellenda, F., & Villamil, F. (2021). Producción de forraje en pasturas sembradas: Avances del proyecto “Cuatro estaciones en la UPIC”. En A. Simeone & V. Beretta (Eds.), *22ª Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne: Nuevos datos para una ganadería más eficiente*. (pp. 15-22). UPIC. <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2021.pdf>
- Zanoniani, R., Ducamp, F., & Bruni, M. (2000). *Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal*. Instituto Plan Agropecuario.
- Zanoniani, R., & Noëll, S. (1997). *Verdeos de invierno*. Instituto Plan Agropecuario.

7. ANEXOS

Anexo A

Evolución del % de materia seca de raigrás en función de las semanas del experimento



Anexo B

Información de las características de la pastura, composición botánica y composición química correspondiente a las semanas 3, 7 y 12 del experimento

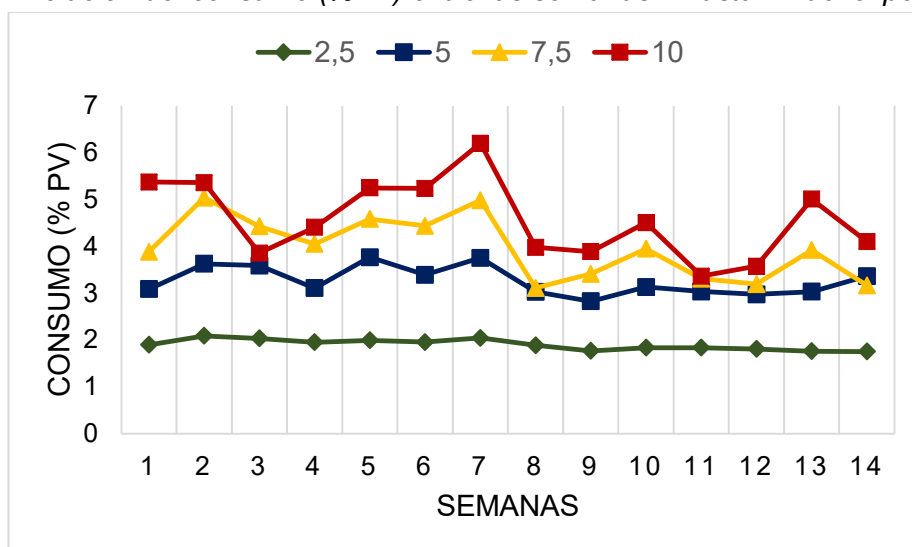
		Tratamiento				Efecto P-valor		
		2,5	5	7,5	10	T	S	TxS
Semana 3	BD (kg MS/ha)	4786,33	4974,00	4612,00	4031,00	ns	**	**
	Altura (cm)	30,00	32,33	31,33	32,00	ns	**	**
	Rechazo (kg MS/ha)	884,67	1395,33	1884,33	2460,67	**	**	**
	Altura (cm)	6,33	12,67	14,33	15,33	**	**	**
	Utilización	81,51	71,82	59,01	38,58	**	**	**
	DH	0,67	0,66	0,67	0,67	**	**	**
	DV	0,19	0,20	0,21	0,21	ns	**	*
	D RS	0,13	0,13	0,13	0,13	**	**	**
	C	11,87	11,85	11,71	11,63	ns	**	ns
	PC	9,84	9,85	9,79	9,78	ns	**	**
	FDN	45,19	45,32	44,53	44,26	ns	**	ns
	FDA	22,32	22,39	22,05	21,94	ns	**	ns
Semana 7	BD (kg MS/ha)	4222,00	4712,33	4671,67	5439,67	ns	**	**
	Altura (cm)	32,00	31,67	32,67	35,67	ns	**	**
	Rechazo (kg MS/ha)	760,33	1179,67	1572,00	2068,33	**	**	**
	Altura (cm)	8,00	11,67	16,67	20,00	**	**	**
	Utilización	81,92	74,99	66,44	62,02	**	**	**
	DH	0,61	0,61	0,56	0,55	**	**	**
	DV	0,16	0,17	0,16	0,16	ns	**	*
	D RS	0,23	0,21	0,28	0,29	**	**	**
	C	9,12	9,10	9,16	9,31	ns	**	ns
	PC	6,53	6,51	6,64	7,00	ns	**	**
	FDN	37,56	37,67	37,87	38,65	ns	**	ns
	FDA	17,85	18,02	18,11	18,68	ns	**	ns
Semana 12	BD (kg MS/ha)	3218,00	3707,00	3799,00	3356,00	ns	**	**
	Altura (cm)	24,33	29,67	24,67	24,33	ns	**	**
	Rechazo (kg MS/ha)	888,67	1501,67	2181,33	2153,33	**	**	**
	Altura (cm)	6,67	12,00	15,33	15,00	**	**	**
	Utilización	72,41	59,51	42,56	35,75	**	**	**
	DH	0,63	0,61	0,53	0,59	**	**	**
	DV	0,19	0,20	0,21	0,20	ns	**	*
	D RS	0,18	0,19	0,26	0,21	**	**	**
	C	12,85	13,15	13,13	12,73	ns	**	ns

PC	12,26	12,46	12,40	12,33	ns	**	**
FDN	50,41	51,27	51,05	50,66	ns	**	ns
FDA	23,31	23,90	23,71	23,65	ns	**	ns

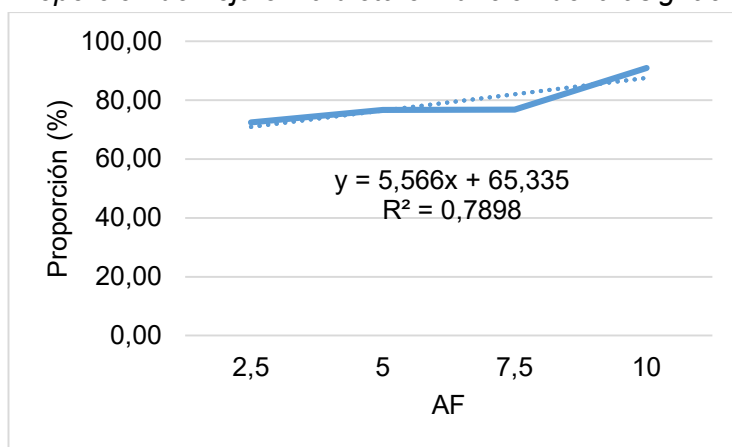
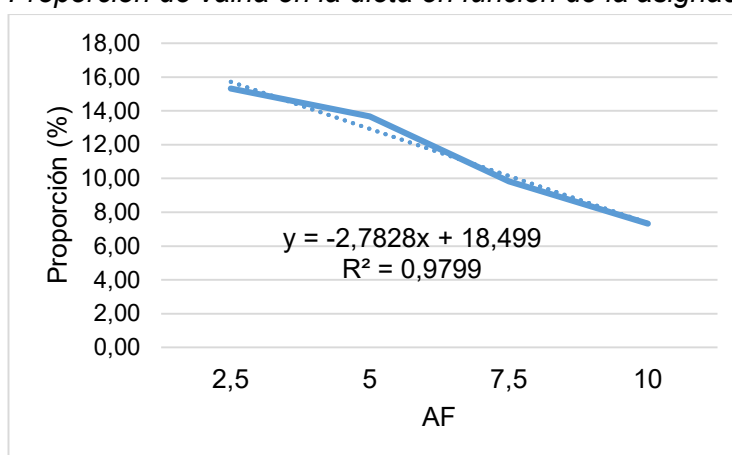
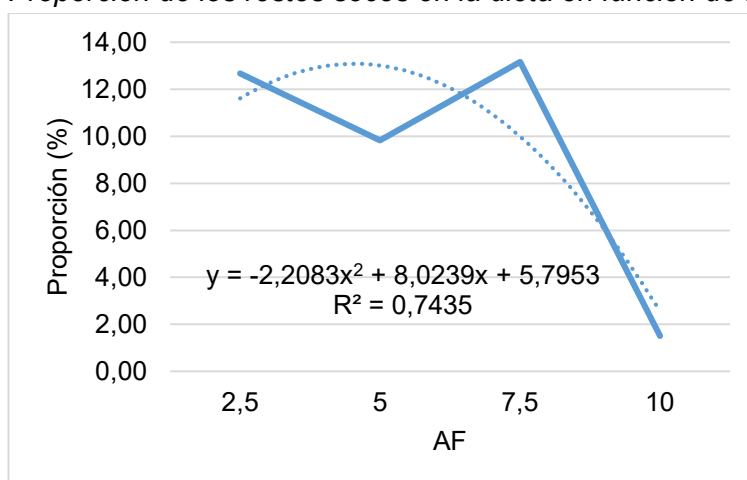
Nota. BD= Biomasa disponible pre pastoreo (kg MS/ha). DH= Disponibilidad de hoja (proporción). DV= Disponibilidad de vaina (proporción). D RS= Disponibilidad de restos secos (proporción). C= Cenizas % del forraje disponible. PC= Proteína cruda % del forraje disponible. FDN= Fibra detergente neutro % del forraje disponible. FDA= Fibra detergente ácido % del forraje disponible.

Anexo C

Evolución del consumo (%PV) entre las semanas 1 hasta 14 del experimento



ANEXO D

Figura D1*Proporción de hoja en la dieta en función de la asignación de forraje***Figura D2***Proporción de vaina en la dieta en función de la asignación de forraje***Figura D3***Proporción de los restos secos en la dieta en función de la asignación de forraje*

Anexo E

Comparación entre la proporción de hoja, vaina y resto seco en el disponible con sus respectivos límites de confianza con la proporción de hoja, vaina y resto seco en la dieta

Disponible	Tratamiento	Disponible Proporción	Límites de confianza 95%		Dieta proporción	Límites de confianza 95%	
			Lower	Upper		Lower	Upper
Hoja	2,5	63,7	[62,98	64,41]	72,5	[66,82	78,18]
	5	62,67	[61,89	63,44]	76,67	[70,98	82,35]
	10	60,13	[59,36	60,9]	76,83	[71,15	82,52]
	7,5	58,67	[57,95	59,38]	91	[85,32	96,68]
Vaina	7,5	19,17	[18,54	19,8]	15,33	[13,63	17,04]
	10	19	[18,32	19,68]	13,67	[11,96	15,37]
	5	19	[18,32	19,68]	9,83	[8,13	11,54]
	2,5	18,27	[17,64	18,9]	7,33	[5,63	9,04]
Restos secos	7,5	22,33	[21,27	23,39]	12,67	[8,55	16,78]
	10	21,08	[19,91	22,25]	9,83	[5,72	13,95]
	2,5	17,89	[16,83	18,96]	13,17	[9,05	17,28]
	5	17,87	[16,7	19,04]	1,5	[-2,63	5,62]

Anexo F

Porcentaje de proteína cruda de la pastura y de la dieta en función de los tratamientos con sus respectivos límites de confianza

Tratamientos	PC PASTURA (%)	Límites de confianza 95%		PC DIETA (%)	Límites de confianza 95%	
2,5	9,53	9,38	9,68	11,84	10,40	13,27
5	9,60	9,45	9,75	12,60	11,16	14,03
7,5	9,63	9,48	9,78	13,68	12,25	15,12
10	9,73	9,58	9,88	12,36	10,92	13,79