

UNIVERSIDAD DE LA EMPRESA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL DE
TERNERAS HEREFORD PASTOREANDO CAMPO NATURAL
DIFERIDO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA**

Tesistas

Mateo Formoso Moreno
Tomás Ríos Gadola
Carlos Antonio Romero Labus

*TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.*

Montevideo

2021

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL DE
TERNERAS HEREFORD PASTOREANDO CAMPO
NATURAL DIFERIDO SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA**

Tutor: Ing. Agr. (MSc) Fiorella Cazzuli

Cotutor: Ing. Agr. (MSc) Ximena Lagomarsino

Tesistas

Mateo Formoso Moreno
Tomás Ríos Gadola
Carlos Antonio Romero Labus

**Febrero, 2021
Montevideo, Uruguay**

HOJA DE APROBACIÓN

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias y allegados que nos ayudaron y ofrecieron su apoyo durante toda la carrera universitaria lo que es de fundamental importancia para desarrollarnos como seres humanos y personas

A la Ing. Agr. Fiorella Cazzuli y Ing. Agr. Ximena Lagomarsino, por su entrega como tutora y co-tutora, dándonos consejos que enriquecieron el trabajo de investigación, su motivación a que podamos seguir logrando nuestros objetivos planteados, por su apoyo en nuestra formación profesional y personal.

A los compañeros que estuvieron presentes en el ensayo: Manuca, Adrián, Juan, Pepe y Nacho, que de no haber sido con la ayuda de ellos el ensayo hubiese sido mucho más pesado para todos.

A la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA-UDE) y sus profesores por darnos conocimientos, experiencias y hoy poder estar realizando esta investigación.

A INIA por darnos un lugar para poder realizar la tesis y a todo el personal que trabaja en INIA Glencoe, los cuales estuvieron presentes en el trabajo experimental ayudando y aportando su conocimiento para que esto funcione.

Para no pasarnos de alto a nadie, quisiéramos darles las gracias a todas las personas que de una manera u otra nos apoyaron para que esta tesis de grado culminara.

TABLA DE CONTENIDOS

HOJA DE APROBACIÓN	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
TABLA DE CUADROS.....	VI
TABLA DE FIGURAS.....	VIII
1. <u>RESUMEN</u>	1
2. <u>SUMMARY</u>	3
3. <u>INTRODUCCIÓN</u>	5
3.1. <u>JUSTIFICACIÓN</u>	6
4. <u>REVISIÓN BILIOGRÁFICA</u>	7
4.1. <u>IMPORTANCIA DEL CAMPO NATURAL EN EL URUGUAY</u>	7
4.2. <u>CAMPO NATURAL EN LA REGIÓN DEL BASALTO</u>	7
4.3. <u>PRODUCTIVIDAD Y ESTACIONALIDAD</u>	8
4.4. <u>PRINCIPALES ESPECIES</u>	9
4.5. <u>GENERALIDADES DE ALTURA Y DISPONIBILIDAD DEL FORRAJE</u>	10
4.6. <u>MANEJO DEL CAMPO NATURAL</u>	13
4.7. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	13
4.8. <u>HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL DURANTE EL INVIERNO</u>	14
4.8.1. <u>Diferimiento de forraje</u>	14
4.8.2. <u>Suplementación en campo natural</u>	19
4.8.3. <u>Suplementación con DDGS</u>	22
4.9. <u>COMPORTAMIENTO ANIMAL</u>	26
4.10. <u>VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE</u>	28
4.11. <u>SELECTIVIDAD</u>	29
5. <u>OBJETIVOS E HIPÓTESIS</u>	32
5.1. <u>OBJETIVO GENERAL</u>	32
5.2. <u>OBJETIVOS ESPECIFICOS</u>	32
5.3. <u>HIPÓTESIS</u>	32

6. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	33
6.1. <u>LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO</u>	33
6.2. <u>TRATAMIENTOS Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</u>	33
6.3. <u>ANIMALES, PASTURA Y SUPLEMENTACIÓN</u>	34
6.3.1. <u>Animales</u>	34
6.3.2. <u>Base forrajera, alimentación y manejo</u>	35
6.3.3. <u>Áreas, potreros e instalaciones involucrados</u>	35
6.4. <u>EVALUACIONES Y REGISTROS PREVIOS AL PERIODO DE PASTOREO</u>	36
6.4.1. <u>Instalaciones previas, instrumentos y acondicionamiento de las parcelas</u>	36
6.4.2. <u>Acostumbramientos</u>	38
6.4.2.1. Acostumbramiento al consumo de suplemento (-10 días)	38
6.4.2.2. Acostumbramiento al consumo de forraje (-5 días).....	39
6.4.3. <u>Sanidad</u>	40
6.4.4. <u>Peso vivo</u>	40
6.5. <u>EVALUACIONES Y REGISTROS EXPERIMENTALES</u>	40
6.5.1. <u>Mediciones sobre las pasturas y suplementos</u>	40
6.5.1.1. Pre-experimental.....	40
6.5.1.2. Evaluación durante el pastoreo	46
6.5.1.3. Evaluación post experimental	47
6.5.1.4. Estimación de los requerimientos y balance.....	48
6.5.1.5. Cálculo de digestibilidad y energía del alimento.....	48
6.6. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	49
7. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
7.1. <u>CLIMA</u>	50
7.2. <u>DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION INICIAL DEL ENSAYO</u>	53
7.2.1. <u>Especies</u>	53
7.2.2. <u>Disponibilidad de materia seca</u>	59
7.2.3. <u>Valor nutritivo y fracciones de forraje</u>	65

7.3. <u>EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA DURANTE EL ENSAYO</u>	74
7.4. <u>BALANCE ENERGÉTICO PROTEICO Y CONDUCTA EN PASTOREO</u>	80
8.4.1. <u>Balace energía – proteína</u>	80
8.4.2. <u>Comportamiento en pastoreo</u>	82
8. <u>CONCLUSIONES</u>	84
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	86

TABLA DE CUADROS

Cuadro 1.	Producción de materia seca (total y en %) según tipo de suelo y estación (promedio de 15 años: 1980-1994).....	8
Cuadro 2.	Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales durante el período de utilización sobre Basalto.	17
Cuadro 3.	Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales durante el período de utilización sobre areniscas.	18
Cuadro 4.	Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales sobre Basalto.	19
Cuadro 5.	Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales en diferentes experimentos sobre campo natural y suplementación.	21
Cuadro 6.	Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales en experimentos con suplementación.....	22
Cuadro 7.	Valor nutricional de DDGS.	23
Cuadro 8.	Experimento sobre campo natural y suplementación con DDGS al 1% del peso vivo, sobre Basalto.	24
Cuadro 9.	Experimento realizado en suplementación invernal con DDGS de sorgo ofrecido ad libitum.	25
Cuadro 10.	Comportamiento animal en pastoreo de terneros sobre campo natural en invierno con y sin suplemento (% del tiempo dedicado a cada actividad).....	27
Cuadro 11.	Comportamiento animal en pastoreo de terneros sobre campo natural con y sin suplemento (% del tiempo dedicado a cada actividad).....	28
Cuadro 12.	Descripción de los tratamientos	33
Cuadro 13.	Esquema de acostumbramiento al suplemento.	39
Cuadro 14.	Registros que se tomaron en cada punto de muestreo.	41

Cuadro 15.	Supuestos ingresados al modelo NRC (2016) para estimación del balance de energía y proteína de los animales por tratamiento.	48
Cuadro 16.	Registros históricos de condiciones climáticas.	50
Cuadro 17.	Registros climáticos previos y durante el ensayo.	52
Cuadro 18.	Nomenclatura previa y actual.	53
Cuadro 19.	Listado de especies presentes para ambos tratamientos.	58
Cuadro 20.	Disponibilidad de materia seca total por hectárea por tratamiento.	59
Cuadro 21.	Disponibilidad promedio de materia seca según tipo de parche.	62
Cuadro 22.	Disponibilidad de materia seca según estrato.	63
Cuadro 23.	Valor nutritivo de suplemento utilizado (DDGS).	65
Cuadro 24.	Valor nutritivo promedio total y según fracción.	66
Cuadro 25.	Materia seca de cada fracción por estrato.	67
Cuadro 26.	Valor nutritivo por tipo de Sub-parche.	68
Cuadro 27.	Valor nutritivo según parche “seco” o “verde”.	70
Cuadro 28.	Valor nutritivo según estrato y fracción de los parches con dos o más estratos.	71
Cuadro 29.	Porcentaje de material según parche.	73
Cuadro 30.	Peso vivo y consumo de suplementos.	80
Cuadro 31.	Estimación del consumo, requerimientos y balance de PC y EM.	81
Cuadro 32.	Comportamiento en pastoreo de terneras sobre campo natural diferido al invierno, con y sin suplementación (% del tiempo dedicado a cada actividad).	82

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Crecimiento de forraje y utilización del mismo en función de la altura de la pastura.	11
Figura 2. Consumo de forraje según altura de la pastura.....	11
Figura 3. Relación entre altura y disponibilidad de forraje.....	12
Figura 4. Relación de la proporción de forraje verde con los niveles de proteína cruda del forraje.....	12
Figura 5. Relaciones entre la disponibilidad (kg MS/ha) de forraje del CN y su influencia sobre el valor nutritivo (PC) del mismo y de la dieta cosechada por ovinos.	15
Figura 6. Relaciones entre la disponibilidad (kg MS/ha) de forraje del CN y su influencia sobre el valor nutritivo (DMO) del mismo y de la dieta cosechada por ovinos.	15
Figura 7. Ubicación de las transectas en cada parcela.	36
Figura 8. Numeración de puntos fijos (#PF).	38
Figura 9. Estructura metálica para corte de dos o más estratos de forraje en forma precisa.	43
Figura 10. Ejemplo de planilla de campo para determinación de altura y %verde de cada cuadro.....	44
Figura 11. Frecuencia de especies en parcelas Testigo.	53
Figura 12. Frecuencia de especies en parcelas Suplementadas.	54
Figura 13. Recta de regresión de materia seca disponible en función de la altura.....	60
Figura 14. Evolución de la altura absoluta en el tiempo.	74
Figura 15. Evolución de altura relativa en el tiempo.	76
Figura 16. Evolución de MS verde en el tiempo.	77
Figura 17. Evolución del número de puntos pastoreados en el tiempo.	79

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL DE TERNERAS HEREFORD PASTOREANDO CAMPO NATURAL DIFERIDO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

1. RESUMEN

En Uruguay el principal recurso forrajero para los bovinos es el campo natural, con el que cubren todas o casi todas sus necesidades nutricionales, tanto para el crecimiento como para el desarrollo de los animales. En cuanto al forraje, muchas variables influyen en su producción y calidad. (p. ej., tipo de suelo y clima). En este sentido, la época del año donde se espera que ocurra un déficit de oferta y crecimiento de la pastura es durante el invierno, lo que determina que exista una restricción nutricional en el primer año de vida de los terneros/as en donde se centra la presente investigación. A su vez, la suplementación es una alternativa interesante para mantener la producción de carne, atenuando las pérdidas de peso y con un posible efecto en las características del forraje. El objetivo general de este trabajo fue evaluar las características de las pasturas y su evolución, en situaciones con y sin suplementación, durante el proceso de pastoreo total ("*grazing down*") de terneras Hereford en su primer invierno sobre campo natural de basalto, diferido desde el otoño al invierno. El ensayo se realizó en la Unidad Experimental Glencoe (INIA Tacuarembó) desde el 29 de julio al 10 de agosto de 2020 (12 días) y el diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones y dos tratamientos: Suplementadas (S) a razón del 0,7 % del peso vivo (PV), y sin suplementación (T). En total había seis parcelas con una superficie de 30 x 30 m (900 m²) cada una y 6 animales por parcela. La suplementación fue con DDGS (*dried distillers grains with solubles*), en forma grupal, una vez al día. El estudio se centró en la observación de las características de la pastura, monitoreándola exhaustivamente en 384 puntos fijos en cada parcela, durante el proceso de desaparición total del forraje. En cada punto, las determinaciones previas al

pastoreo más importantes fueron: especies dominantes, altura del tapiz, proporción de materia seca verde, biomasa total y por estratos y su valor nutritivo. Durante el ensayo se determinó: altura del tapiz y estimación visual del contenido de materia seca verde cada dos días, con el objetivo de estimar la forma en la que el forraje era consumido. Las especies más frecuentes fueron: *Cyperus* sp., *Paspalum dilatatum* y *Nassella neesiana*. La disponibilidad inicial de materia seca (MS) de ambos tratamientos no difirió significativamente ($p \geq 0,05$) entre los mismos (promedio MS = 3.196 kg/ha). Los animales T pastorearon mayor cantidad de puntos a igualdad de fecha ($p < 0,05$), así como consumieron mayor cantidad de forraje en total (T = 3,31 kg/animal/día y S = 3,02 kg/animal/día). El patrón de descenso de la pastura a lo largo del experimento, estimada a partir de la altura del tapiz relativa a la inicial fue homogénea y constante para ambos tratamientos. En conclusión, animales con y sin suplementación se comportaron distinto al momento del pastoreo de un campo natural diferido desde el otoño al invierno, afectando en diferente las características de las pasturas a las cuales fueron asignadas.

Palabras clave: *campo natural, pastoreo, invierno, suplementación, recría vacuna.*

WINTER SUPPLEMENTATION EFFECTS OF HEREFORD CALVES GRAZING STOCKPILED NATIVE GRASSLANDS, ON SWARD CHARACTERISTICS.

2. SUMMARY

The main forage resource for beef cattle in Uruguay are native grasslands on which animals meet most of their basic nutritional requirements, providing nutrients for their growth and development. Several factors affect forage quantity and quality (e.g. type of soil and climatic conditions). During winter deficiencies of forage allowances and decreases in plant growth rates are expected, determining nutritional constraint during the calves' first year growth in which our experiment focuses. Supplementation is an interesting option to maintain meat production, buffering liveweight losses and with an eventual effect on pasture characteristics. The general objective of this research was to evaluate the characteristics and evolution of the pasture during a "grazing-down" process. Hereford female calves on their first winter were offered diets with and without supplementation and grazing was deferred from autumn to winter on a "basaltic" native grassland. The trial was carried out in "Glencoe" Experimental Unit (INIA Tacuarembó) from 29th July to 10th August (12 days). The experimental design was a randomised block design with three replicates and two treatments: supplemented (S) with a 0.7 % liveweight supplementation rate, and an unsupplemented control (C). Overall, there were six 30 x 30 m (900 m²) plots with six animals per plot. Supplementation was performed using *dried distillers grains with solubles* (DDGS), in groups once a day. The study focused on observing the pasture's characteristics through an exhaustive monitoring of 384 fixed sampling points per plot, during the total forage dry matter disappearance. The most important pre-grazing measurements in each sampling point were: dominant species, sward height, green dry matter content, total and per stratum biomass and its nutritive value. The

measurements during the grazing phase were height and green dry matter content estimations every two days, aiming to estimate the manner in which forage was being consumed. The most frequent species were: *Cyperus* sp., *Paspalum dilatatum* and *Nassella neesiana*. The initial biomass for both treatments did not significantly ($p \geq 0,05$) differ between them (average DM = 3196 kg/ha). Control animals grazed a greater amount of sampling points for a given date ($p < 0,05$), and they also consumed a greater amount of forage (T = 3,31 kg/animal/day y S = 3,02 kg/animal/day). The descent rate pattern of the pasture, estimated through the relative height compared to the initial height throughout the experiment, was homogeneous and constant for both treatments. In conclusion, animals with and without supplementation behaved differently while grazing a native rangeland pasture, stockpiled from autumn to winter, affecting their pastures differently.

Keywords: *native grasslands, grazing, winter, supplementation, beef calves rearing*

3. INTRODUCCIÓN

El principal recurso de alimentación en los sistemas de producción ganaderos del Uruguay es el campo natural (CN). Sin embargo, todavía no se ha llegado a explotar su potencial de producción (Oyhantçabal et al, 2019). El CN se define como una cubierta vegetal formada por gramíneas, plantas herbáceas y subarbustivas donde la frecuencia de árboles es baja. Esta cubierta es variable en composición florística y densidad, según el material geológico que da lugar a suelos de diferente textura, fertilidad y profundidad (Berretta, 2000).

En la ganadería extensiva del Uruguay, y en la región Basáltica en particular, el déficit forrajero invernal (principalmente referido a la oferta de forraje) del CN es un elemento determinante para que exista una restricción nutricional en el primer invierno de vida de los terneros (Luzardo et al, 2014a). El comportamiento de las pasturas se encuentra íntimamente relacionado con el clima y el tipo de suelo (Carámbula, 1991; Ayala y Bermúdez, 2005). Las pasturas naturales están extremadamente adaptadas a las condiciones ambientales, las cuales determinan el potencial forrajero y la predominancia de determinados genotipos (Ayala y Bermúdez, 2005). Entre los factores naturales, el clima y el suelo constituyen la base del ecosistema y afectan en forma notable y decisiva el comportamiento de las pasturas (Carámbula, 1991). La irregularidad del clima es tan grande, que su importancia excede a todos los demás factores que determinan el comportamiento de la vegetación, existiendo una alta variabilidad en la producción de forraje anual y estacional, produciéndose un déficit de producción invernal en todas las pasturas (Saldanha, 2011).

Existen varias herramientas que permiten mejorar el manejo de los sistemas ganaderos basados en campo natural durante el invierno, entre los cuales se encuentra el diferimiento de forraje y la suplementación invernal. Según Pereira-Machín et al (2011), trasladar forraje en pie o diferir, implica reservar el pasto producido en una estación para su utilización en la estación

siguiente. Esto se puede hacer en forma voluntaria y planificada, o como naturalmente ocurre, de primavera para el verano. Por este motivo, nos referiremos al traslado voluntario y planificado de forraje del otoño hacia el invierno. Por otro lado, la suplementación de terneros en su primer invierno sobre CN diferido es otra herramienta estratégica para superar los déficits alimenticios normales (Cazzuli, 2017).

Por todo lo anterior, conocer en profundidad cómo evolucionan las características descriptivas del tapiz del campo natural diferido en invierno permitirá diseñar mejor las posibles alternativas tecnológicas que maximicen la eficiencia y eficacia del uso del recurso.

3.1. JUSTIFICACIÓN

La realización de este trabajo permitiría contribuir al conocimiento en cuanto al comportamiento de las principales características descriptivas del campo natural a lo largo del tiempo durante un proceso de consumo total de un potrero diferido. Una vez generado el conocimiento, este será utilizado para alimentar modelos matemáticos de simulación, que contribuirán al diseño de herramientas de toma de decisión para productores ganaderos. Como con cualquier investigación aplicada, el objetivo último es facilitar decisiones a los productores que buscan aumentar su producción y/o la eficiencia con que esta se lleva a cabo.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. IMPORTANCIA DEL CAMPO NATURAL EN EL URUGUAY

La superficie total de pastoreo en el Uruguay ocupa 14,1 millones de hectáreas. El campo natural es el recurso alimenticio básico de los sistemas de producción ganadera, ocupando una superficie de 11,5 millones de hectáreas (81,9 % del total de la superficie pastoreada), mientras que las pasturas mejoradas equivalen a 2,6 millones de hectáreas (18,1 %) publicado en el Anuario Estadístico 2019 (MGAP.DIEA, 2019).

En los sistemas pastoriles como los del Uruguay, la producción de forraje es estacional. En general, el 50 % del forraje se produce en primavera, el 25 % en el otoño, el 15 % en verano y el 10 % en invierno. Esta marcada estacionalidad determina períodos del año con sobrante de forraje y períodos de escasez de este, principalmente en la época invernal (Irigoyen, 2009).

4.2. CAMPO NATURAL EN LA REGIÓN DEL BASALTO

Es muy importante conocer la producción de pasto de nuestros campos, ya que a partir de ese dato se puede inferir una de las variables de manejo más importante: la carga (Pereira-Machín et al, 2011).

Los principales tipos de suelos en la región del Basalto son los suelos profundos que presentan la mayor productividad, superficiales negros y superficiales rojos con la menor productividad. Como característica común, todos ellos tienen una menor productividad en invierno y más del 60 % de la producción se da en la primavera/verano (Pereira-Machín et al, 2011).

4.3. PRODUCTIVIDAD Y ESTACIONALIDAD

En el Cuadro 1 se presenta el promedio de una serie de 15 años de mediciones de materia seca de campo natural por hectárea según tipo de suelo y estación sobre Basalto (Berretta y Bemhaja, 1998).

Cuadro 1. Producción de materia seca (total y en %) según tipo de suelo y estación (promedio de 15 años: 1980-1994).

Basalto	MS	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	TOTAL (kg MS/ha)
Profundo	%	21,5	15,1	30,1	33,3	4576
	MS/ha/d	10,9	7,3	14,8	17,2	
Superficial Negro	%	21	14,9	32,0	32,1	3772
	MS/ha/d	8,8	6,1	13,0	13,6	
Superficial Rojo	%	21,1	15,7	31,7	31,4	2885
	MS/ha/d	6,8	4,9	9,9	10,1	

Fuente: Tomado de Berretta y Bemhaja, 1998.

Como se aprecia en el cuadro, los meses de primavera-verano concentran la mayor producción de forraje (más del 60 %) de estos suelos. Al comparar los tres tipos de suelo, se observa que el suelo profundo tiene mayor producción en kg de materia seca frente a los superficiales, mientras que dentro de los superficiales se marca una diferencia de casi una tonelada de materia seca a favor del suelo superficial Negro.

Berretta y Bemhaja (1998) afirman que en los suelos de Basalto se destaca la variabilidad espacial, relacionada al mosaico intrincado formado por estos distintos tipos de suelos. Esta variabilidad edáfica se ve reflejada en diferentes vegetaciones que por el tipo de especies que la componen requieren manejos diferentes. A esta variabilidad espacial hay que agregarle aquella relacionada a las condiciones climáticas, particularmente las precipitaciones. La primavera y el otoño son las estaciones de mayor crecimiento del forraje y por lo tanto la cantidad que se produzca en ellas va a condicionar el comportamiento animal en otoño e invierno.

4.4. PRINCIPALES ESPECIES

Según Pereira-Machín et al (2011), las especies nativas anuales invernales son los más resistentes a las sequías de verano, predominan en campos altos y superficiales, con una marcada tendencia a producir en el período invierno – primaveral. Los pastos más frecuentes y abundantes del basalto son:

- Pastos estivales:

- Pasto horqueta (*Paspalum notatum*)
- Pasto chato (*Axonopus affinis*)
- Pasto cadena (*Paspalum plicatulum*)
- Pasto miel (*Paspalum dilatatum*)
- Cola de lagarto (*Coelorhachis selloana*)
- Cola de liebre (*Bothriochloa laguroides*)
- *Eragrostis nesi*

- Pastos invernales:

- Cola de zorro (*Calamagrostis montevidensis*)
- Flechilla (*Stipa setigera*)
- Flechilla (*Piptochaetium stipoides*)
- Flechilla (*Aristida spp*)
- Espartillo (*Stipa charruana*)
- Lágrima (*Briza subaristata*)
- Pasto serrucho (*Melica macra*)
- Pasto lanudo (*Poa lanigera*)
- Cebadilla (*Bromus auleticus*)

- Hierbas enanas:

- Cardo corredor (*Eryngium nudicaule*)
- Macachín (*Oxalis sp*)
 - Leguminosas nativas:
- Trébol de campo (*Trifolium polymorphum*)
- Babosita (*Adesmia bicolor*)

En esta lista de especies podemos encontrar pasturas finas las cuales son en general de productividad media a alta y muy apetecidas por los animales como Cebadilla perenne (*Bromus auleticus*) y pasto miel (*Paspalum dilatatum*), las que presentan excelentes cualidades y son muy efectivas en el engorde.

Por otra parte, se encuentran pasturas tiernas, de productividad media alta, que pueden ser consumidas aun cuando su ciclo es avanzado, pero no se les atribuye grandes bondades desde el punto de vista del engorde, pero si para la cría, como por ejemplo el pasto horqueta (*Paspalum notatum*).

4.5. GENERALIDADES DE ALTURA Y DISPONIBILIDAD DEL FORRAJE

El nivel de oferta de forraje, así como la disponibilidad de materia seca (MS), estructura de la pastura y la calidad de la misma tiene un efecto directo en la respuesta del desempeño animal (Echeverría et al, 2014). Es por esta razón que es tan importante conocer estos parámetros.

En la Figura 1 se muestra crecimiento de forraje y utilización del mismo, según altura de una pastura. En la misma se puede observar que al aumentar la altura del forraje, la utilización del mismo en porcentaje va en descenso. El crecimiento va aumentando con la altura, si bien llega un punto donde lo hace a tasas decrecientes y eventualmente deja de aumentar (Echeverría et al, 2014).

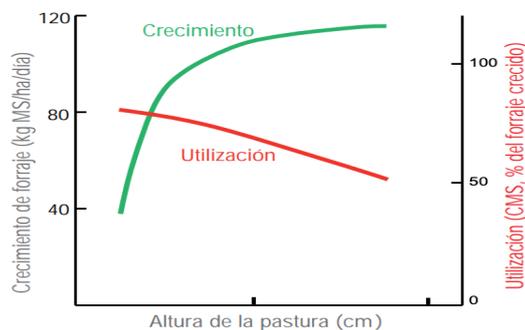


Figura 1. Crecimiento de forraje y utilización del mismo en función de la altura de la pastura.

Fuente: Adaptado de Hodgson citado por Echeverría et al 2014.

En la Figura 2 se muestra el consumo de forraje según altura de la pastura (raigrás perenne), observando que a mayor altura el consumo de materia seca por parte del animal aumenta hasta cierto límite, donde se hace constante, independientemente que la altura del forraje sea mayor.

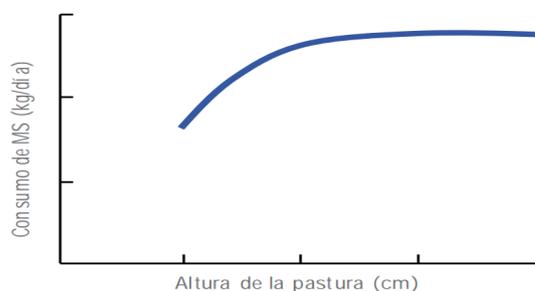


Figura 2. Consumo de forraje según altura de la pastura.

Fuente: Adaptado de Hodgson citado por Echeverría et al 2014.

En la Figura 3 se muestra la relación entre altura y disponibilidad del forraje registradas en pastoreo vacuno sobre campo natural en la Unidad Experimental Glencoe entre 2013 y 2018 (Jaurena et al, 2018). En este caso concreto de pasturas de basalto, un centímetro de altura equivale de 250 a 300 kg de materia seca disponible por hectárea.

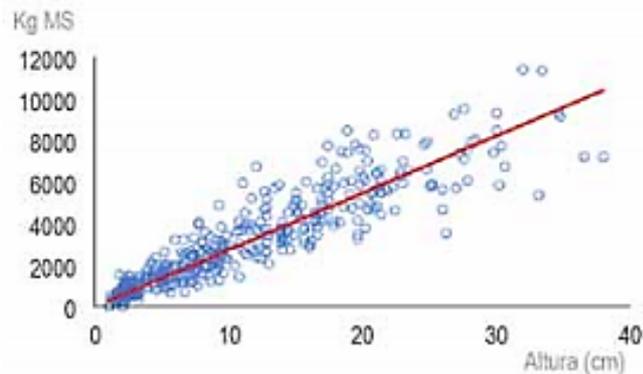


Figura 3. Relación entre altura y disponibilidad de forraje.
Fuente: Tomado de Jaurena et al 2018.

Por otro lado, en la Figura 4, se muestra la relación de proporción de forraje verde con los niveles de proteína cruda de la misma. La calidad del forraje en pasturas de campo natural depende principalmente de la proporción de forraje verde. Esta relación se basa que en las hojas verdes se tiene el mayor contenido celular y por ende, más proteína, azúcares y minerales que en los tallos y restos secos. En forrajes completamente secos la proteína oscila cercano al 4 – 5 %, mientras que si el forraje está todo verde se puede esperar valores cercanos al 10 – 12 % (Jaurena et al, 2018).

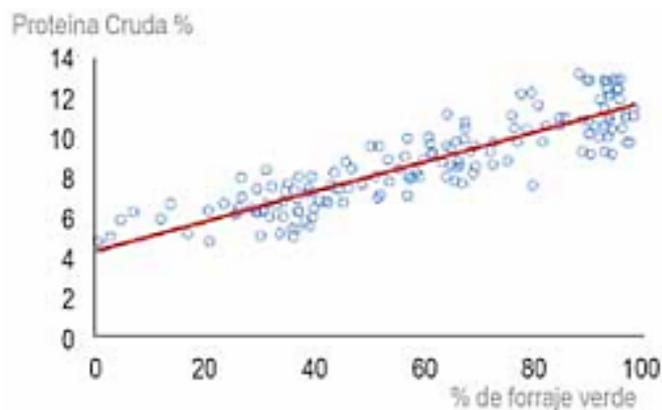


Figura 4. Relación de la proporción de forraje verde con los niveles de proteína cruda del forraje.
Fuente: Tomado de Jaurena et al 2018.

4.6. MANEJO DEL CAMPO NATURAL

El manejo del campo natural es la ciencia y el arte de la planificación y dirección del uso múltiple del campo para obtener una producción animal y económica sostenida en el tiempo, teniendo en cuenta la conservación y eventual mejoramiento de los recursos naturales relacionados (Berretta, 2000). La carga animal es la principal variable que condiciona la producción secundaria (kg PV/ha) y afecta la producción primaria (kg MS/ha) (Berretta, 2008). Dado que la carga afecta tanto la respuesta productiva, es fundamental calcularla adecuadamente, para lo cual es necesario conocer las características (tipo de suelo, altura, producción anual y estacional, composición de especies) del campo, así como la evolución de estas en el tiempo.

4.7. PRODUCCIÓN ANIMAL

Existen diversas recomendaciones para una mejor producción animal sobre campo natural durante el período invernal, como ser la elección de potreros con adecuada calidad de forraje, limpieza mecánica, utilización de altas cargas instantáneas con categorías adultas con el fin de limpiar los restos secos previo al ingreso de categorías jóvenes (a fines de verano) y suplementación en la recría (Montossi et al, 2010). La mejora de la alimentación durante el invierno (pasturas y/o suplementación) es una herramienta tecnológica para acelerar el crecimiento del ternero en su primer año de vida (Cazzuli, 2017).

En condiciones de pastoreo siempre existe una interacción planta-animal. Es importante tener esto en cuenta a la hora de realizar el manejo del pastoreo, ya que tanto la categoría como el estado de la pastura (en este caso CN) van a decidir a qué se destinará cada potrero. En algunos predios ganaderos a finales de otoño, se cuenta con la categoría de recría destetada que se va a enfrentar a su primer invierno de vida. Es esta categoría la más delicada de todas en este tipo de sistemas (Echeverría et al, 2014).

4.8. HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL DURANTE EL INVIERNO

4.8.1. Diferimiento de forraje

Una de las estrategias que existen para mejorar el manejo de los sistemas ganaderos es el diferimiento de forraje. Dicha práctica consiste en cerrar un potrero en el período otoñal, para reservar el crecimiento de pasto y poder consumirlo en el invierno cuando la tasa de crecimiento es mínima. Se aconseja seleccionar potreros de buen potencial forrajero como por ejemplo bajos y descartar potreros superficiales o pedregosos. Es una práctica utilizada frecuentemente por los ganaderos y que contribuye al logro de un equilibrio oferta/demanda en períodos críticos (Irigoyen, 2009).

Es aconsejable un periodo de diferimiento de por lo menos 60 días, para comenzar el pastoreo con un disponible de 1600 kgMS/ha. El diferimiento de forraje y la administración del mismo durante el periodo invernal permite aumentos de peso moderados, con cargas de hasta 1,25 UG/ha en campo natural, salvo en un año especialmente crítico con bajas precipitaciones y temperaturas (Berretta et al, 1995). Según Montossi et al (2000) en general, diferimientos de forraje superiores a 2000 kg MS/ha para el campo natural, promueve pasturas que presentan una alta proporción de restos secos que se ubican en toda la estructura vertical de la pastura (entremezclados con los componentes verdes). En estas condiciones, el valor nutritivo de la dieta obtenida por ovinos y vacunos disminuye y posiblemente se afecte negativamente la productividad de los animales y las pasturas.

Según Lagomarsino et al (2014) la estrategia de diferimiento de forraje permite obtener ganancias de peso invernales entre 100 y 400 gramos por animal por día, en condiciones de años normales y sin suplementación adicional.

Bemhaja et al (2009), realizaron un ensayo en la Unidad Experimental Glencoe, donde se cerró el potrero el 15 de febrero con un disponible menor a 300 kg de MS/ha (menor a 2 cm de altura), dejándose acumular forraje durante 70 días. El forraje disponible al inicio del pastoreo estaba entre 2400 kg/ha y 2900 kg/ha de MS para los diferentes tratamientos que incluyen el testigo de campo natural con el diferido de 70 días.

A continuación, se presentan las relaciones en campo natural (CN) para disponibilidad de forraje ofrecido con la digestibilidad de la materia orgánica de la dieta (DMOD) y del forraje ofrecido (DMO) y la proteína cruda en la dieta (PCD) y en el ofrecido (PCO) (Figuras 5 y 6, respectivamente).

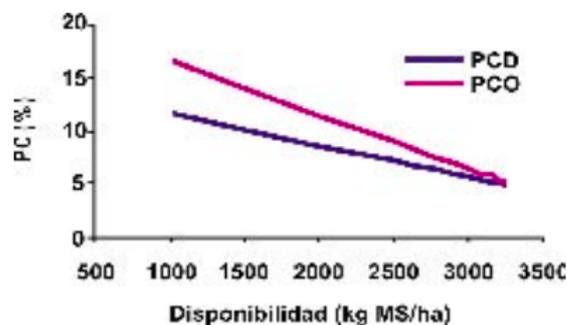


Figura 5. Relaciones entre la disponibilidad (kg MS/ha) de forraje del CN y su influencia sobre el valor nutritivo (PC) del mismo y de la dieta cosechada por ovinos.

Fuente: Tomado de Montossi et al 2010.

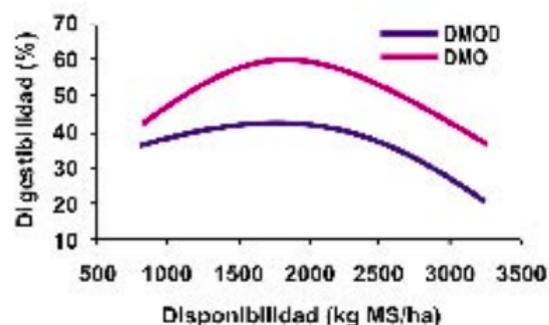


Figura 6. Relaciones entre la disponibilidad (kg MS/ha) de forraje del CN y su influencia sobre el valor nutritivo (DMO) del mismo y de la dieta cosechada por ovinos.

Fuente: Tomado de Montossi et al 2010.

Según Montossi et al (2010), en una situación de diferimiento, la posibilidad de que el animal pueda seleccionar el componente verde de la pastura (principalmente hojas de gramíneas) se reduce, y el mismo está obligado a consumir forraje de más baja calidad, el cual está dominado por hojas muertas. Esta situación determina condiciones restrictivas a los animales, particularmente a los vacunos, con menor capacidad de selección que los ovinos, y a las categorías jóvenes, que requieren de mayores niveles de energía y proteína para satisfacer sus necesidades de mantenimiento y crecimiento. También, si el objetivo es lograr ganancias de 250 a 300 gramos/animal/día en terneros de 150 kg (con requerimientos de 13 % – 15 % de PC y 3 Mcal/kg de MS de energía metabolizable), es claro que una alta disponibilidad de forraje de baja calidad como las mencionadas serán limitantes para lograr el objetivo y será necesaria la utilización complementaria de suplementos proteicos y energéticos.

En el Cuadro 2 se presenta un resumen de diversos estudios llevados a cabo sobre campo natural diferido y su efecto sobre el peso y la ganancia promedio en terneros.

Cuadro 2. Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales durante el período de utilización sobre Basalto.

	Año 2013*	Año 2014*	Año 2015*	Año 2016 (A)**	Año 2016 (B)**
	Características de la pastura				
Materia Seca (%)	53	52	70	-	-
Altura (cm)	9	15,2	12,6	7,2	6,5
Disponibilidad (kgMS/ha)	2241	2148	2709	2818	1815
Restos Secos (%)	48	50	69	46	49
Proteína cruda (%)	7,4	8,2	6,2	8,6	6,8
	Características en el animal				
PVLL inicial (kg)	180	168	158	-	-
PVLL final (kg)	192	213,6	154,8	-	-
GMD (kg/animal/día)	0,158	0,303	-0,031	-	-

Nota: A= predio comercial A. B= predio comercial B. PVLL= peso vivo lleno. GMD = ganancia media diaria.

Fuente: * Adaptado de Cazzuli et al 2017a. y ** Adaptado de Cazzuli et al 2017b.

A partir de los resultados obtenidos, de los experimentos realizados sobre basalto en INIA Glencoe (Cazzuli et al, 2017a), se puede observar que a medida que incrementa el porcentaje de restos secos, la proteína de la pastura es menor. Esto se ve reflejado en la pérdida de peso de los terneros en el año 2015, con una alta disponibilidad de forraje (2709 kgMS/ha) debido a un diferimiento que pudo haber sido excesivo, así como también un alto contenido de restos secos (69 %), lo que acompaña que la proteína de esa pastura (6,2 %) es inferior a los otros años.

En el Cuadro 3 se presentan resultados obtenidos de un experimento realizado sobre areniscas en INIA La Magnolia. En el mismo, se puede ver como el porcentaje de restos secos afecta la calidad de la pastura. Asimismo, la ganancia media diaria de los animales se ve incrementada a medida que los restos secos son menores.

Cuadro 3. Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales durante el período de utilización sobre areniscas.

	Año 2013	Año 2014
Materia Seca (%)	49	37
Altura (cm)	9,1	6,9
Disponibilidad (kgMS/ha)	1772	1970
Restos Secos (%)	62	12
Proteína Cruda (%)	9,7	10,6
PVLL inicial (kg)	178,7	160
PVLL final (kg)	198,4	222,3
GMD (kg/an/día)	0,155	0,491

Nota: PVLL= peso vivo lleno. GMD = ganancia media diaria.

Fuente: Adaptado de Cazzuli et al 2017a.

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de dos ensayos realizados sobre campo natural diferido en INIA Glencoe y su efecto sobre el peso y la ganancia promedio de terneros (Cuadro 4). En el año 2009 la disponibilidad de forraje fue mayor, viéndose incrementado el porcentaje de restos secos con respecto a 2011. Esto explica la ganancia media diaria de los terneros, siendo mayor en 2011 con un menor porcentaje de restos secos en la pastura.

Cuadro 4. Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales sobre Basalto.

	Momento	Año 2009	Año 2011
Masa de forraje Total (kgMS/ha)	Inicio	1573	1241
	Final	298	642
	Promedio	1215	835
Masa de forraje Verde (kgMS/ha)	Inicio	985	883
	Final	170	350
	Promedio	555	499
Altura (cm)	Inicio	5,5	5,5
	Final	2,6	2,5
	Promedio	3,2	4,0
Restos Secos (%)	Promedio	54,8	43,7
PVLL (kg)	Inicial	210,0	186,4
PVLL (kg)	Final	223,4	240,7
GMD (g/an/día)	Promedio	119	406

Nota: APVLL= peso vivo lleno. GMD = ganancia media diaria.

Fuente: Adaptado de Luzardo et al 2014b.

4.8.2. Suplementación en campo natural

Otra de las herramientas que se utilizan en la ganadería, es la suplementación en las categorías de recría vacunas. Esto implica un mayor costo adicional, pero genera una mayor flexibilidad respecto a otras alternativas (Echeverría et al, 2014), por ejemplo disminuir la dotación de ganado adulto para ajustar mejor la carga.

La suplementación es una técnica que permite mejorar la respuesta productiva de los animales. El plano alimenticio debe ser mejorado, especialmente en casos de poca disponibilidad de forraje o que exista un inadecuado balance nutricional, como sería el campo natural durante los

meses invernales, donde hay baja productividad y/o valor nutritivo (Cazzuli, 2017).

En la medida que se incrementa la disponibilidad de forraje, la tasa de sustitución tiende a ser mayor, por lo que es necesario realizar un correcto ajuste de la carga animal ya que estaríamos sustituyendo alimento de bajo costo (pasto) por alimento de mayor valor (suplemento). Resulta inevitable que un animal realice parcialmente la sustitución de forraje por suplemento, ya que es normal que prefiera el consumo de este respecto a la pastura (Echeverría et al, 2014). Por otra parte, la suplementación tendría un mayor efecto directo y positivo en las ganancias de peso vivo de los animales durante el invierno y/o cuando las condiciones de la pastura no son las mejores (cantidad y calidad) (Luzardo et al, 2012).

Según Baldi et al, citados por Luzardo et al (2014a), la respuesta a la suplementación depende de varios factores atribuibles a la pastura, al suplemento, al animal y al manejo realizado. Desde el punto de vista de la pastura, la oferta de forraje y/o la disponibilidad del mismo tienen gran importancia en el momento de determinar la respuesta a la suplementación. A medida que la oferta de forraje aumenta, la respuesta a la suplementación disminuye debido a una mayor tasa de sustitución del forraje por el concentrado. Lo mismo ocurre en la medida que la calidad del forraje es mayor. Por lo tanto, cuando se cuenta con pasturas de alta calidad, se recomienda restringir la cantidad de forraje ofrecida de manera de disminuir la tasa de sustitución y lograr una buena respuesta al uso del suplemento.

En el Cuadro 5 se presenta un resumen de resultados de experimentos de suplementación sobre campo natural de basalto en terneros durante su primer invierno (INIA Glencoe).

Cuadro 5. Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales en diferentes experimentos sobre campo natural y suplementación.

	Año 2013 (RC)	Año 2014 (AA)	Año 2015 (GM)	Año 2015 (ES)	Año 2015 (EG)	Año 2015 (AA)
PC (%) suplemento	14,7	21,9	12,1	43,9	40,2	14,5
FDA (%) suplemento	12,0	13,5	5,4	10,7	20,9	8,8
Suplementación (%PV)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
PVLL inicial (kg)	180	168,0	158,0	158,0	158,0	158,0
PVLL final (kg)	234,5	253,5	177,8 bc	216,7 a	210,3 a	201,0 ab
GMD (kg/an/día)	0,625	0,751	0,142 c	0,450 a	0,382 ab	0,298 b

Nota: RC = ración comercial. AA= afrechillo de arroz. GM= grano de maíz. ES= expeller de soja. EG= expeller de girasol. PC = proteína cruda. FDA= fibra detergente ácida. PVLL= peso vivo lleno. GMD = ganancia media diaria. Letras diferentes en una misma fila (año 2015): presentan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Fuente: Adaptado de Cazzuli et al 2017a.

Las características de la pastura ya fueron presentadas en los Cuadros 2 y 3. Los ensayos mencionados fueron con diferentes tipos de suplementación sobre campo natural diferido.

Los suplementos los podemos caracterizar en tres grupos según su porcentaje de proteína cruda y cantidad de energía bruta (Mcal/kg): energético, proteico y energético-proteico. En el año 2015, frente a las mismas condiciones de forraje, se ve reflejado cómo los diferentes suplementos afectan la ganancia media diaria, siendo mayor para los proteicos (ES y EG) y menor para el energético (GM), encontrándose en una situación intermedia el energético-proteico (AA). La categoría suplementada fue terneros, la cual necesita mayor cantidad de proteína para cumplir con una recría eficiente (Cazzuli et al, 2017a).

En el Cuadro 6 se presentan resultados de diferentes estudios de suplementación con afrechillo de arroz sobre campo natural diferido.

Cuadro 6. Características de pasturas diferidas de otoño a invierno y de los animales en experimentos con suplementación.

	Año 2009 (AA)	Año 2011 (AA)
Suplementación (% PV)	0,8	0,8
PC (%) suplemento	13,2	12,4
FDA (%) suplemento	18,7	13,6
FDN (%) suplemento	27,3	21,2
PVLL inicial (kg)	210,9	186,2
PVLL final (kg)	275,3	271,6
GMD (g/animal/día)	570	635

Nota: AA= afrechillo de arroz. PC = proteína cruda. FDA= fibra detergente ácida. FDN= fibra detergente neutra. PVLL= peso vivo lleno. GMD = ganancia media diaria.

Fuente: Adaptado de Luzardo et al 2014b.

Como ya fue mencionado en el Cuadro 4, las características de la pastura fueron diferentes, siendo en el año 2009 mayor en el porcentaje de restos secos. Esto se ve reflejado en el hecho que, a misma razón de suplementación, las ganancias diarias fueron superiores en el año 2011.

4.8.3. Suplementación con DDGS

La burlanda de sorgo, subproducto de la industria de biocombustibles, generado en el proceso de producción de etanol a partir de grano de sorgo (conocida como DDGS por su sigla en inglés), se caracteriza por un elevado contenido de proteína (27 % - 30 %) y energía metabolizable (2,9 Mcal/kg), lo que la convierte en un alimento adecuado para su uso en rumiantes. Sin embargo, es importante considerar que la energía del DDGS proviene de su alto aporte de FDN digestible y extracto etéreo (EE, 9 % - 12 % - fracción analítica que cuantifica grasas y aceites) y no del almidón como en las raciones comúnmente utilizadas, lo cual podría

modificar la respuesta esperada si se lo utiliza como suplemento (Beretta et al, 2017).

Según Beretta et al (2019) la composición de DDGS está dada por los siguientes componentes que se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Valor nutricional de DDGS.

Componente	Valor (%)
Proteína Cruda	32,8
Fibra Detergente Neutra	25,0
Fibra Detergente Ácida	9,0
Extracto etéreo	8,1
Cenizas	10,3
Materia seca	87,3

Fuente: Adaptado de Beretta et al 2019.

Según Klopfenstein et al, citados por Beretta et al (2019), el uso de granos secos de destilería (DDGS), con mayor concentración de PC y EM que los afrechillos, ha sido menos explorado como suplemento para los terneros pastoreando campo natural, pudiendo resultar en una opción que permita incrementar la ganancia invernal. Por tratarse de un concentrado energético seco no almidonoso, podría además adaptarse bien a su uso en comederos de autoconsumo, al verse reducidas las posibilidades de presentarse un cuadro de acidosis en los animales suplementados. En el Cuadro 8, se presenta un experimento realizado en Estancia Guarapirú, ubicada en la zona de INIA Glencoe, los animales utilizados fueron terneras cruce Angus-Hereford.

Cuadro 8. Experimento sobre campo natural y suplementación con DDGS al 1% del peso vivo, sobre Basalto.

	Campo Natural	CN+(DDGS + 13% sal)
Biomasa Disponible (kg MS/ha)	1685	1973
Altura (cm)	3,75	3,87
Forraje seco, % biomasa disponible	33,3	32,7
PC (%) pastura	12,8	12,3
FDN (%) pastura	36,7	33,8
FDA (%) pastura	15,0	12,8
PV inicial (kg)	159,7	159,7
PV final (kg)	205,6	254,0
GMD (kg/an/día)	0,520	1,114
Características del DDGS		
Consumo DDGS, %PV	1,45	
PC (%)	30,3	
FDN (%)	23,0	
FDA (%)	7,0	

Nota: PC = proteína cruda. FDA= fibra detergente ácida. FDN= fibra detergente neutra. PV= peso vivo. GMD = ganancia media diaria.

Fuente: Adaptado de Beretta et al 2019.

En este experimento (Estancia Guarapirú) se estudió el efecto de la suplementación con DDGS de sorgo en régimen de autoconsumo ofrecido a razón del 1 % del peso vivo usando sal como limitador de consumo, y alta digestibilidad (80 % aproximadamente) invernal del forraje del campo natural en terneros Hereford. Como se observa en el Cuadro 8, la respuesta animal fue favorable, demostrando que el DDGS es un suplemento que permite ganancias de peso de acuerdo a la proteína que contiene.

En el Cuadro 9, se presenta un resumen de un experimento realizado en la Estancia Santa Josefina, en Baltasar Brum (Artigas), utilizando terneros machos Hereford. En el mismo se estudió el efecto de la suplementación con DDGS de sorgo en régimen de autoconsumo ofrecido a

voluntad, sin sal y en condiciones de baja disponibilidad invernal de forraje del campo natural en terneros de la raza Hereford.

Cuadro 9. Experimento realizado en suplementación invernal con DDGS de sorgo ofrecido ad libitum.

	Campo Natural	CN + DDGS
Biomasa Disponible (kg MS/ha)	468,6	573,3
Altura (cm)	7,23	8,49
PC (%) pastura	16,0	15,3
FDN (%) pastura	55,4	55,8
FDA (%) pastura	19,1	20,4
PV inicial (kg)	135,0	132,1
PV final (kg)	149,5	234,2
GMD (kg/an/día)	0,216	1,220
Características del DDGS		
Consumo DDGS, %PV	1,95	
PC (%)	35,3	
FDN (%)	27,0	
FDA (%)	11,0	

Nota: PC = proteína cruda. FDA= fibra detergente ácida. FDN= fibra detergente neutra. PVLL= peso vivo lleno. GMD = ganancia media diaria.

Fuente: Adaptado de Beretta et al 2019.

Según Beretta et al (2019), los resultados obtenidos en estos experimentos, posicionan al DDGS de sorgo como un suplemento de gran eficacia para lograr objetivos de alta performance en animales de recría en pastoreo sobre campo natural y de gran versatilidad en su uso en comederos de autoconsumo, tanto en régimen de consumo restringido como ad libitum.

4.9. COMPORTAMIENTO ANIMAL

La productividad de los sistemas pastoriles depende de la estacionalidad, la cantidad y la calidad de los recursos forrajeros y de la eficiencia animal para cosechar el forraje y transformar la energía obtenida en productos finales como menciona (Corbett, citado por Do Carmo 2013).

Durante el pastoreo el forraje no consumido por los animales disminuye la superficie susceptible de ser aprovechada, debido al endurecimiento del forraje rechazado y la formación de matas no apetecidas en torno al desarrollo de malezas de campo sucio. A su vez, se generan sitios sobrepastoreados donde el animal recurre con más frecuencia, castigando a las especies más apetecidas, favoreciendo el desarrollo de malezas enanas, y alterando la tasa de crecimiento del tapiz (Morley, citado por Do Carmo 2013). En estas situaciones, el comportamiento animal puede cambiar, destinando mayor cantidad de energía para actividades de pastoreo y búsqueda de sitios accesibles, pudiéndose alterar los componentes del comportamiento ingestivo y la actividad de pastoreo (tamaño de bocado, número de bocados por minuto y tiempo de pastoreo, tiempo de rumia, búsqueda de sitios de pastoreo) (Arnold, citado por Do Carmo 2013).

Dado que el consumo diario varía en relación directa con el tamaño de bocado, la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo tienden a incrementarse cuando el tamaño de bocado disminuye (Hogdson, citado por Do Carmo 2013). Considerando que la eficiencia de producción de los sistemas pastoriles se basa en comprender la interfase planta-animal, todo el conocimiento relativo a la manera en que el animal compone su bocado y/o utiliza el tiempo para su alimentación (pastoreo) contribuye a la mejora de dicha eficiencia.

Luzardo et al (2014b), realizaron determinaciones del comportamiento animal (pastoreo, rumia, descanso, consumo de agua, sal

mineral y suplemento) en forma individual en cuatro momentos a lo largo de su estudio durante las horas luz del día. Conjuntamente, se determinó la tasa de bocado (tiempo empleado por el animal en realizar 20 bocados) en cuatro momentos del día (dos durante la mañana y dos durante la tarde) en las horas de concentración de pastoreo. La evaluación del comportamiento animal se realizó a través de cuatro observadores que rotaron entre estaciones de observación en iguales períodos de tiempo, con el objetivo de controlar la variación individual entre los observadores (Montossi, citado por Luzardo et al 2014). Los resultados se presentan en los Cuadros 10 y 11.

Cuadro 10. Comportamiento animal en pastoreo de terneros sobre campo natural en invierno con y sin suplemento (% del tiempo dedicado a cada actividad).

Comportamiento	Campo Natural	Campo Natural + Suplementación
Pastoreo (%)	71,6 a	54,4 b
Rumia (%)	7,7 b	9,1 a
Descanso (%)	17,8 b	23,3 a
Consumo agua (%)	2,0 b	3,0 a
Consumo de Suplemento (%)	-	8,3
Consumo de sal mineral (%)	0,7 b	0,4 a
Conducta social (%)	0,1 b	0,4 a
Tasa de bocado (bocado/minuto)	42	45

Nota: letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Fuente: Adaptado de Luzardo et al 2014a.

Cuadro 11. Comportamiento animal en pastoreo de terneros sobre campo natural con y sin suplemento (% del tiempo dedicado a cada actividad).

Comportamiento	Campo Natural	Campo Natural + Suplementación
Pastoreo (%)	80,7 a	58,0 b
Rumia (%)	7,2 a	5,4 b
Descanso (%)	9,0 b	23,5 a
Camina (%)	1,1 a	1,9 a
Consumo de Suplemento (%)	-	7,9
Consumo de agua (%)	0,9 b	2,0 a
Consumo sal mineral (%)	1,2	1,3
Tasa de bocado (bocado/minuto)	36	35

Nota: letras diferentes en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Fuente: Adaptado de Luzardo et al 2014b.

Los resultados de ambos cuadros (10 y 11), muestran una diferencia significativa en cuanto al tiempo empleado para el pastoreo, siendo mayor el tiempo que pastorean los animales sin suplementación. A su vez los suplementados descansan más y emplean más tiempo para el consumo de agua. En cuanto a la tasa de bocado para ambos experimentos no hay diferencias significativas.

4.10. VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE

Pigurina et al (1998) sostienen que en general, el valor nutritivo de las pasturas, medido en términos de contenido de proteína cruda (PC), digestibilidad de la materia orgánica (DMO) u otra forma indirecta de medir energía (fibra detergente ácida - FDA, energía metabolizable - EM, entre otras) y contenido de minerales, están relacionados con la época de crecimiento de las pasturas. Además, esto depende en gran medida del tipo

de suelo, composición botánica, manejo anterior y de las condiciones climáticas. La calidad de la dieta del animal dependerá además de la selectividad y comportamiento en pastoreo.

Según Pigurina et al (1998), en términos generales, el nivel de proteína de la pastura (tapiz vegetal de campo natural), varía entre 6 y 13 %, dependiendo fundamentalmente de la estación del año y la composición botánica. Los valores máximos de PC se registran en invierno y comienzos de primavera y los valores mínimos a principios del verano (Montossi et al, 1996). Estos autores mencionan que el contenido de PC de las especies estivales se incrementa a partir del otoño (6,5 % – 11 %), alcanzando los valores máximos en la primavera (9 % – 14 %), para luego decaer a comienzos de verano (6 % – 8 %). Las especies invernales presentan en promedio mayores niveles de PC que las estivales, incrementándose desde el otoño (6 % – 15 %) a valores máximos en invierno (11,7 % – 16 %) para luego descender en primavera (10,5 % – 12 %) y llegar a los valores mínimos en verano (4,3 % – 7,2 %).

La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) es un estimador del nivel de energía del forraje, aunque para pasturas de campo natural, la técnica utilizada presenta limitantes. Los valores de DMO registrados en tapices de Basalto presentan una gran variación (22 % a 50 %) y su interpretación no es clara. La DMO muestra máximos en la primavera y verano, seguidos por el otoño e invierno (Mieres, citado por Pigurina et al 1998).

4.11. SELECTIVIDAD

La selectividad es una estrategia fundamental en la dinámica de consumo de alimento. Además, es un proceso que también determina la dinámica de las plantas en ecosistemas de composición botánica mixta. El consumo selectivo de ciertas plantas o de partes específicas de las mismas

depende de factores externos e intrínsecos del animal; esto modula el comportamiento de consumo cuando existe diversidad de plantas para ser consumidas por el animal (Tarazona et al, 2012).

Según Tarazona et al (2012), los factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad pueden clasificarse en: 1) propios del animal (especie, raza, sexo, peso, estado fisiológico, salud, condicionamientos, tiempos de consumo y experiencias previas), 2) factores sociales (densidad de animales y jerarquías), 3) factores del hábitat (estructura de las pasturas, densidad de especies de plantas, facilidad de acceso a los forrajes y estaciones).

Debido a la alta heterogeneidad en la composición botánica del campo natural, existe una importante selectividad por parte de los animales al momento de consumir la pastura, y como consecuencia, afecta tanto a la productividad animal como a la evolución del mejoramiento (Hodgson, citado por Montossi et al 1996). De este modo, McNaughton, citado por Berretta (1996), afirma que los animales prefieren ciertas comunidades dentro del mismo potrero, consumiendo aquellas zonas donde la vegetación es de mayor calidad. La selectividad no solo repercute en la producción animal, sino que también se realiza una defoliación desuniforme de la pastura (Harris, citado por Carámbula 1996).

La selectividad animal tiene influencia marcada sobre la digestibilidad de la dieta consumida en comparación con la pastura ofrecida y afecta directamente el consumo a causa de la influencia del tamaño de bocado (Poppi et al, citados por Montossi et al 2000).

La selección del bocado por parte de los animales está influida por las preferencias de los mismos sobre los componentes específicos de las plantas y por la abundancia relativa y accesibilidad a éstos. La descripción y discusión de la selección del bocado dentro de una pastura, podría dividirse en: selección de especies forrajeras y selección de partes de plantas (Montossi et al, 2000). Ha sido documentado (Montossi et al, 2000) que la

dieta consumida por animales en pastoreo contiene generalmente mayor proporción de hojas y tejidos vivos y menor proporción de tallos y tejidos muertos, que la que se encuentra en el forraje ofrecido al animal. El material muerto es rechazado debido a su baja preferencia y a su inaccesibilidad en la base de la pastura. En adición, una alta proporción de hoja verde en la dieta seleccionada puede estar asociada a su facilidad de cosecha, ya que las hojas tienen estructuras menos rígidas y de mayor facilidad de ruptura que los tallos. Cuando las pasturas contienen más de un 70 % de material muerto, la dificultad para cosechar los componentes verdes de la misma es uno de los principales factores que influyen en el menor consumo alcanzado (Hodgson y Grant, citados por Montossi et al 2000).

5. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

5.1. OBJETIVO GENERAL

5.1.

Evaluar las características de la pastura y su evolución durante el proceso de pastoreo total ("*grazing down*") sobre campo natural diferido en invierno de terneras Hereford con y sin suplementación.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Contrastar las especies presentes con las más frecuentes en campos de basalto listadas en la bibliografía
- Estimar una ecuación de regresión entre la disponibilidad y la altura del forraje
- Estimar el consumo de forraje durante el período evaluado en términos de materia seca y de sus nutrientes principales
- Realizar un balance nutricional en términos de energía y proteína
- Calcular el contenido de materia seca y sus fracciones en cada estrato del tapiz

5.3. HIPÓTESIS

La suplementación de terneras en campo natural diferido de otoño a invierno, modifica el consumo y consecuentemente la velocidad de la disminución de altura del tapiz.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

6.1.

El trabajo se llevó a cabo en la Unidad Experimental INIA Glencoe, ubicada en una Fracción N° 9 de la Colonia “Fernando J. Baccaro” del Instituto Nacional de Colonización en el departamento de Paysandú a 130 km de la ciudad de Tacuarembó, sobre Ruta Nacional N° 26 al Oeste.

Fue realizado durante el período invernal (julio-agosto de 2020).

6.2. TRATAMIENTOS Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con dos tratamientos (Suplementadas a razón del 0,7 % del peso vivo (PV); “S” y Testigos, sin suplementación “T”) y tres repeticiones, resultando en seis parcelas. La unidad experimental fue la parcela (6 unidades experimentales). Sobre cada una de estas parcelas, pastorearon un total de 6 animales, por lo que en total se trabajó con 36 animales (terneras Hereford) en todo el experimento.

En el Cuadro 12 se presentan los tratamientos generados.

Cuadro 12. Descripción de los tratamientos

Bloque	Tratamiento	Parcela	Número de animales
1	T	T1	6
1	S	S1	6
2	T	T2	6
2	S	S2	6
3	T	T3	6
3	S	S3	6

Nota: Sin suplemento o Testigo (T); Suplementadas (S)

El objetivo del experimento fue monitorear con el mayor detalle posible qué sucede en la pastura durante el proceso de consumo total del forraje (“*grazing down experiment*”). El experimento se realizó durante 12 días, alcanzando un nivel de utilización de al menos 70 % (correspondiente a aproximadamente 1 cm – 2 cm de altura remanente final) en promedio para las parcelas T y en promedio para las parcelas S. La duración del ensayo debía ser lo suficientemente lenta como para ir captando diferencias entre sucesivas mediciones en la pastura, pero que a la vez fuera lo suficientemente rápida de forma tal que los animales consuman la totalidad del forraje disponible, sin interferencia de un eventual crecimiento de la pastura o cambios climáticos significativos, sobre todo sobre campo natural en invierno.

Se registraron las condiciones climáticas previas y durante todo el ensayo.

6.3. ANIMALES, PASTURA Y SUPLEMENTACIÓN

6.3.1. Animales

Los animales utilizados fueron terneras hembras de la raza Hereford, nacidas en primavera de 2019 en la misma Unidad Experimental (Glencoe) perteneciente a INIA Tacuarembó. Peso promedio inicial 147 kg.

Cinco días antes de comenzar el ensayo fueron pesados todos los animales. Se utilizó este criterio para generar los lotes más homogéneos posibles, de manera de generar los 6 grupos con promedios de PV similares y con el menor coeficiente de variación (CV) posible, balanceando, además, animales cuyos padres pertenecieran a un mismo tipo de EPD para RFI (*residual feed intake*: consumo residual de alimento) dentro de cada grupo.

6.3.2. Base forrajera, alimentación y manejo

La base forrajera fue campo natural de basalto, diferido desde el otoño, hacia el invierno (28/03/2020 a 31/05/2020). El sistema de pastoreo utilizado fue continuo. En aquellos grupos de animales en que correspondió (S), se suplementó al 0,7 % del PV (en base seca).

El suplemento utilizado fue DDGS (28 % – 30 % PC, 2,8 – 3,0 Mcal/kg MS), y la suplementación se realizó de forma grupal (a los 6 animales de cada parcela), una vez al día durante todo el período experimental. Los comederos grupales se ubicaron alejados de donde fueron tomadas las mediciones en las pasturas, para minimizar la interferencia del pisoteo y sobrepastoreo alrededor de los comederos.

El suplemento fue suministrado en forma diaria entre las 8:15 – 8:30 am, previo retiro de un eventual sobrante del día anterior. Por tratarse de un período tan corto, no hubo ajustes de cantidad de suplemento a repartir durante el ensayo (no fueron realizadas pesadas intermedias de los animales).

Se realizó un acostumbramiento de los animales a suplementarse, iniciándose 10 días previos al día de inicio experimental (5 días previos al período pre-pastoreo).

6.3.3. Áreas, potreros e instalaciones involucrados

Se utilizó el potrero 17 (20 ha efectivas utilizables). Dentro de este potrero, se seleccionaron 6 sitios de 900 m² que se ajustaron a los criterios de homogeneidad entre sí, según vegetación.

Una vez identificados estos lugares, se delimitó las parcelas experimentales con alambrado de 5 hilos (3 electrificados y 2 sin corriente) y fueron colocados los bebederos y los comederos (40 cm por animal). El resto del potrero se utilizó para contar con área para el acostumbramiento inicial (menos de 10 % utilización para los 36 animales).

6.4. EVALUACIONES Y REGISTROS PREVIOS AL PERÍODO DE PASTOREO

6.4.1. Instalaciones previas, instrumentos y acondicionamiento de las parcelas

Se identificaron las 6 parcelas, generándose 3 bloques de dos parcelas adyacentes cada una. Estas parcelas contaban con una superficie de 30 m x 30 m (900 m²).

A cada parcela se le asignaron 8 transectas de 24 m cada una, nombradas de 1 a 8. Sobre cada una de estas se tomaron 48 medidas de altura (puntos “#ID”), separados entre sí por 50 cm. Por lo tanto, en cada parcela hubo un total de 384 puntos (#ID) sobre los que se realizaron todas las mediciones durante el período experimental y pre-pastoreo. El inicio de cada transecta (Ts) estuvo separada de la cabecera por aproximadamente 5 m según la Figura 7.

#ID		Ts1	Ts2	Ts3	Ts4	Ts5	Ts6	Ts7	Ts8																							
		30m																														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1																																
2																																
4																																
6																																
8																																
10																																
12																																
14																																
16																																
18																																
20																																
22																																
24																																
26																																
28																																
30																																
32																																
34 30m																																
36																																
38																																
40																																
42																																
44																																
46																																
48																																
28																																
29																																
30																																
mts/trans		0	0	0	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	
#ID/trans		0	0	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0
384 #ID/parc																																

Figura 7. Ubicación de las transectas en cada parcela.

Los tonos de amarillo corresponden a los 6 m de largo de las sub-transectas de 6 m. Cada transecta contó con 4 sub-transectas. Estas sub-transectas se fueron generando de a una, a través de dos soportes fijos en cada Punto Fijo (PF), con “patas” de 6 cm de altura en las puntas, sobre los que se fijaron de cada extremo, una cinta de 6 m de largo, sobre la que fueron marcados fácilmente visibles, los 12 puntos sobre los que se realizaron las mediciones. Estos estuvieron numerados del 1 al 12. Sobre el lugar marcado, se apoyó siempre la regla graduada (Regla Berreta-Jaurena/INIA), cuyo ancho es de 6 cm. La altura se tomó asumiendo un parche de 6 cm x 6 cm de área, estimando dónde se concentra más el forraje. En ese mismo cuadrado, se estimó el % de verde, según los porcentajes que figuran en la misma regla, al dorso. Para facilitar la ubicación del parche, especialmente para la determinación del % verde, se utilizó un cuadro blanco de metal 6 cm x 6 cm.

Una vez tomadas todas las mediciones sobre el tramo de 6 m, los soportes fueron trasladados hacia los próximos puntos y se reiteró el procedimiento, hasta llegar a los 24 m de transecta (4 veces). Luego se cambió a la próxima transecta y se repitió el procedimiento. De esta forma, se aumentó al máximo la chance de medir siempre el mismo punto en el campo. Previo al inicio del ensayo, se ubicaron los PF en donde se colocaron los dos soportes que sostenían la cinta métrica de 6 m. Siendo que en una misma transecta, el punto fijo en el suelo al final coincide con el punto fijo en el suelo inicial, se colocaron un total de 40 PF (Figura 8).

y se dividió a la mitad (1 ha cada sub parcela), en la que los animales S se ubicaron en una de ellas y los animales T en la otra. De esta forma, todos los animales pastorearon en bases forrajeras similares, facilitando la operación diaria de suplementación.

Asumiendo 0,7 % PV, 80 % MS, PV = 180 kg, se siguió el protocolo sugerido de acostumbramiento que figura en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Esquema de acostumbramiento al suplemento.

Día	Periodo de acostumbramiento		
	Por animal (en kg BS)	Por animal (en kg BF)	Total por día (en kg BF)
1	0,212	0,249	4,5
2	0,302	0,355	6,4
3	0,392	0,461	8,3
4	0,482	0,567	10,2
5	0,572	0,673	12,1
6	0,662	0,779	14,0
7	0,752	0,885	15,9
8	0,842	0,991	17,8
9	0,932	1,096	19,7
10	1,022	1,202	21,6
TOTAL	6,170	7,259	130,7

Nota: BS; base seca; BF: base fresca.

6.4.2.2. Acostumbramiento al consumo de forraje (-5 días)

En el potrero 17, fuera de las parcelas identificadas como parcelas experimentales, todos los animales asignados al ensayo estuvieron pastoreando a la carga baja previamente calculada. Esa parcela homogénea se dividió a la mitad, con lo que los animales T estuvieron en una sub-parcela y los animales S en otra similar, facilitando la operación de suplementación durante el acostumbramiento.

6.4.3. Sanidad

Los animales fueron dosificados al momento de la asignación en tratamientos (día -10) con Ricobendazole y además se les dosificó con vitaminas y minerales.

6.4.4. Peso vivo

Los animales se pesaron al momento de la asignación de tratamientos (día -10) y también previo al ingreso a las parcelas (peso vivo lleno, PVLL). Al día siguiente, previo al ingreso efectivo a las parcelas, fueron pesados nuevamente (16 hrs de ayuno: peso vivo vacío, PVV). Además, se identificaron con pintura en ese momento, con números correlativos dentro de cada parcela (1 - 6), para realizar evaluación de conducta en pastoreo.

6.5. EVALUACIONES Y REGISTROS EXPERIMENTALES

6.5.1. Mediciones sobre las pasturas y suplementos

La evaluación de la pastura se realizó en tres fases: i) pre-experimental (pre-pastoreo), ii) experimental, iii) post-experimental. En la fase pre-experimental el objetivo fue caracterizar precisamente las condiciones iniciales de altura, así como determinar las relaciones alométricas entre altura y cantidad de forraje.

6.5.1.1. Pre-experimental

A. Puntos

Previo a cualquiera de las siguientes mediciones, fueron colocadas las patas tensoras de la cinta métrica en sus respectivos PF, identificándose el lugar correspondiente a la medición. De esta manera, se minimizó la posibilidad de error. La regla se colocó transversalmente a la cinta,

apoyándose en esta para asegurar que se crucen en el punto anteriormente mencionado.

Las mediciones de cada #ID se llevaron a cabo por los mismos observadores (uno por bloque) y preferentemente el mismo planillero. Además, siempre se mantuvo el recorrido de la parcela siguiendo el mismo “trazo” en forma de “S”, iniciando siempre en la Ts1 y finalizando en la Ts8. La cinta era una por bloque/por equipo de medición y siempre se inició la medición por el número 1 marcado en esta.

Una vez encontrado el punto de muestreo (#ID), se tomaron los registros que figuran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Registros que se tomaron en cada punto de muestreo.

Registro	Metodología	Observaciones
Altura promedio	Regla	Se eligió la altura que visualmente fuera más representativa del parche sobre el que cae la regla, considerando un área de 6 cm x 6 cm, ya que la regla que se utilizó tuvo un ancho de 6 cm. La estimación se hacía tomando el horizonte más denso donde se concentra el forraje.
% verde	Visual	Dentro de esa misma área de 6 cm x 6 cm, se estimó el % verde, tomando como patrón las categorías presentes en el dorso de la misma Regla.
Especie predominante	Visual	En esa misma área de 6 cm x 6 cm, el observador entrenado evaluó qué especie o especies predominaban.

Cada registro se correspondía con su #ID, cuya planilla preimpresa acompañaba siempre al colaborador.

B. Materia seca total y por estratos

Antes de comenzar el pastoreo, en cada parcela se identificaron dos tipos de parches en función de su porcentaje de verde en el estrato superior: $V > 60\%$ aproximadamente (PV, Parche Verde, “dominados por material verde”) y $V < 40\%$ aproximadamente (PS, Parche Seco, “dominados por

material seco”). Para cada tipo de parche, se identificaron varias alturas intentando cubrir el rango de alturas presente en la parcela.

Fueron generados 132 (22 x 6) puntos altura/biomasa entre las 6 parcelas, y un total de 252 (42 x 6) muestras a analizar en el laboratorio.

Al llegar a cada parcela, un observador calificado por bloque procedió a identificar parches PV y PS en primer lugar, para luego identificar los sub-parches, con las alturas señaladas más arriba como guía. El número de cuadros a cortar por parcela se detalló más arriba y responde a la frecuencia estimada de cada uno de éstos.

Fue importante que los cortes no coincidieran con la línea en donde van las transectas. Previo a cada corte, dentro de un cuadro de metal de 50 x 20 cm, se tomaron 5 medidas de altura y sus correspondientes determinaciones de % verde (área de 6 x 6 cm aproximadamente) a lo largo del mismo, tomando idéntico criterio para medición de altura como cuando se toman en cada #ID.

Una vez ubicado el cuadro en el parche correspondiente, se procedió a cortar por estratos. Los parches más altos habilitan cortes de más estratos y los más bajos no habilitan ningún muestreo de estratos: en los casos de PS1 y PS2, en tres tercios; en los casos de PS3 en dos mitades y el resto de los parches en una única muestra total. En estos casos, se anotó la altura a la cual se realizó cada corte de hecho, los cuales se calcularon inmediatamente previo al corte, promediando las 5 medidas de alturas tomadas y dividiendo en 3 o 2 (según corresponda PS1 y PS2 o PS3, respectivamente), para conocer el tamaño del estrato. Para cortar el primer estrato, se restaba la altura promedio menos el tamaño del estrato y así sucesivamente. Los límites de los estratos cortados en el campo en los casos que correspondía (PS1, PS2, PS3) se realizaron utilizando una estructura de metal como la de la Figura 9.



Figura 9. Estructura metálica para corte de dos o más estratos de forraje en forma precisa.

En todos los cortes, el último estrato se cortó siempre al ras del suelo, tomando la precaución de no incluir restos de suelo o heces. En los parches en donde no fue posible cortar en estratos (PS2, PS1, PV2, PV1), simplemente se colocó un cuadro de metal de 20 cm x 50 cm y se cortó la totalidad del material al ras del suelo.

Cada muestra (42 en total por parcela) fue introducida rápidamente en una bolsa de nylon, se colocó una etiqueta fácilmente visible por afuera y se cerró la misma.

Cada etiqueta de cada muestra contó con la siguiente información:

- Fecha
- Parcela
- Tipo de corte
- Altura

Con “tipo de corte” se refiere al tipo de sub-parche (7 opciones). Además, cada una de las muestras de cada tipo de sub-parche, llevó una letra (a, b, c) para que puedan diferenciarse entre sí y que coincidieran con la información que se registraba también en una planilla, junto con las 5 mediciones de altura y verde previas al corte. Con “altura” se refiere a la altura desde el suelo a la que se realizó el corte correspondiente, dato que también fue registrado en la planilla ya mencionada.

En el Figura 10 se presenta un ejemplo de la planilla de campo.

fecha	parcela		ALTURA TOTAL DE TODO EL CUADRO												
parche	sub-parche	estrato	altura guía	#estratos	h estrato real	h 1 (cm)	v 1 (%)	h 2 (cm)	v 2 (%)	h 3 (cm)	v 3 (%)	h 4 (cm)	v 4 (%)	h 5 (cm)	v 5 (%)
			./- 2 cm												
PS	PS_1	a	20	6											
PS	PS_1	b	17												
PS	PS_1	c	13												
PS	PS_1	d	10												
PS	PS_1	e	7												
PS	PS_1	f	3												
PS	PS_2	a	15	5											
PS	PS_2	b	12												
PS	PS_2	c	9												
PS	PS_2	d	6												
PS	PS_2	e	3												
PS	PS_3	a	8	3											
PS	PS_3	b	5												
PS	PS_3	c	3												
PS	PS_4	a	5	2											
PS	PS_4	b	3												
PS	PS_5	a	3	2											
PS	PS_5	b	1,5												
PV	PV_1	a	5	2											
PV	PV_1	b	3												
PV	PV_2	a	3	2											
PV	PV_2	b	1,5												

Figura 10. Ejemplo de planilla de campo para determinación de altura y % verde de cada cuadro.

Todas estas muestras tuvieron por objetivo determinar disponibilidad de MS y análisis tisular (lámina/no lámina) de cada uno de los parches. Las bolsas fueron cerradas en el momento del corte y abiertas de a una en el momento de ser pesadas, para no generar diferentes grados de deshidratación al ser pesadas en verde.

Para asegurar la operatividad de estos cortes, se comenzó con hacer un único tipo de corte en cada parcela (1 cuadro por tipo de parche por parcela: 7 cuadros que rinden 12 muestras/estratos en total). Una vez completada la primera ronda, se pasó a repetir el procedimiento tres veces más, hasta contar con 4 rondas. En cada ronda sucesiva, se fue dejando de cortar el parche que no se necesitaba más porque ya se contaba con el

número de muestras necesarias, número que fuera estimado visualmente en términos de frecuencia de cada uno.

C. Análisis laboratorio pasturas

Todas las muestras anteriormente descritas fueron enviadas al laboratorio de pasturas de UEG, en donde primero se separaron cada una de ellas en verde/muerto y luego lo verde en lámina/no lámina. Todas las muestras se trataron de igual forma, independientemente del estrato o parche al que correspondían.

Las muestras se pesaron individualmente en fresco: por un lado, todo el material muerto, por otro lado, todo el material verde y por último, solamente la lámina del material verde (3 fracciones), siendo ingresadas de forma inmediata a estufa de aire forzado a 60 °C durante 72 horas, hasta peso constante, luego de lo cual, cada muestra se volvió a pesar (en seco esta vez) para estimar el porcentaje de materia seca de cada una.

Posteriormente con el peso verde de cada corte individual y el % de MS promedio se calcularon los kg de MS/ha para cada muestra. En el laboratorio, se pesaron las fracciones: muerto total, verde no-lámina y verde lámina.

D. Análisis valor nutritivo

Estas determinaciones se realizaron sobre todas las muestras extraídas tanto en forraje (MS por estrato) como en el suplemento.

Cada una de las muestras de forraje utilizadas para el cálculo de disponibilidad de MS fue molida individualmente e identificada la nueva muestra con idéntica información de etiqueta que la muestra original. En el caso en que las muestras de “verde no lámina” que no fueron lo

suficientemente grandes como para permitir un correcto análisis posterior, se realizaba un pool juntando estratos y/o parches iguales.

De cada bolsa de DDGS que se abrió para suministrar a los animales durante el experimento, se sacó una muestra representativa de 50 – 80 g aproximadamente, una vez cada dos días durante el período experimental, para su posterior evaluación bromatológica (ídem forraje).

Cada una de las muestras de forraje fue molida en el laboratorio de pasturas de INIA Tacuarembó donde se determinó mediante NIRS (*near infrared reflectance spectroscopy* o Espectroscopia de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano) el contenido de PC. Asimismo, una vez estimadas por NIRS, volvieron a las bolsas identificadas, para estimar mediante ANKOM: FDA y FDN.

6.5.1.2. Evaluación durante el pastoreo

A. Puntos

En cada uno de los puntos de muestreo (#ID) se tomó la altura, % verde y la situación pastoreado/no, pastoreado/heces (contaminado con heces o muy cercano a heces, unos 5 cm), asegurándonos que cada registro correspondiera con su #ID. Estas determinaciones se realizaron siguiendo igual metodología que en el período preexperimental. El hecho que el colaborador podía ver qué medida anterior había registrado de altura, minimizó que la altura no fuera superior a la previamente registrada (consumos negativos); facilitando además la ubicación del parche exacto en el campo. La frecuencia de estas mediciones fue de un día por medio, hasta el final del ensayo.

Cada día de lectura, se llevaba al campo las planillas pre-impresas con los datos de cada #ID de la lectura previa, para lo cual se dejaban pasados los datos de las mediciones del día ese mismo día y, se dejaban todas las planillas impresas ese mismo día.

B. Comportamiento animal en pastoreo

El estudio de la conducta se realizó a lo largo de todas las horas luz del día, por medio de un mismo observador por bloque (2 parcelas) la mitad del día y la segunda mitad se cambió el observador. En general, siempre fueron los dos mismos observadores por bloque, alternando los turnos de la mañana y la tarde en cada día de observación. Los observadores contaron con binoculares que facilitaron la medición y aseguraron una distancia entre éstos y los animales, que minimice la eventual influencia que éstos podrían tener sobre el comportamiento de los animales .

Las observaciones se realizaron cada 15 minutos, registrándose: Pastoreo, Rumia, Descanso, Juego (incluye juegos, rascado, etc.), Camina, consumo de Suplemento y consumo de Agua.

Estas observaciones fueron realizadas para cada uno de los animales de cada parcela, identificando a quién corresponde cada actividad.

A tales efectos, el día anterior fueron identificados los animales con pintura sintética blanca (previo afeitado de la zona a pintar, anca, medio y cuello). Los números se asignaron del 1 al 6, dejando en una planilla constancia de cuál caravana se corresponde a qué número visible para el observador.

Además, se midió la tasa de bocado en pastoreo en 4 momentos del día, 2 matutinas y 2 vespertinas. La metodología consistió en medir el tiempo requerido para efectuar 20 bocados. A tales efectos, el observador contó con un *timer* programado para medir 20 segundos y en ese período se realizó la observación.

6.5.1.3. Evaluación post experimental

Una vez retirados los animales, se realizó la última medición de altura tal como se venía haciendo durante la fase experimental. Además, se

pesaron todos los animales llenos (PVLL) y al día siguiente con 16 horas de ayuno (PVV).

6.5.1.4. Estimación de los requerimientos y balance

Para poder estimar el balance energético y proteico de la dieta de los animales, se procedió a realizar los cálculos de la cantidad de uno y otro nutriente consumido y los requerimientos de ambos nutrientes para el tipo de animales con los que se trabajó. La resta de estos dos cálculos es el balance nutricional de la dieta considerada, para lo cual se utilizó el modelo generado por el programa "Beef Cattle Nutrient Requirements Model 2016" (NRC, 2016).

El Cuadro 15 presenta los supuestos considerados e ingresados al modelo.

Cuadro 15. Supuestos ingresados al modelo NRC (2016) para estimación del balance de energía y proteína de los animales por tratamiento.

Supuestos	T	S
PV promedio (kg)	147,2	150,2
gmd (kg/animal/día)	0,030	0,428
Edad (meses)	10	10
Raza	Hereford	Hereford
Disponibilidad (kg/ha)	3341	3015
PC% forraje	7,5	7,5
FDN% forraje	63,8	63,8
PC% suplemento	-	35
FDN% suplemento	-	19,9
Consumo (MS/animal/día)	3,31	4,05

Nota: PV= peso vivo; gmd= ganancia media diaria; PC= proteína cruda; FDN= fibra detergente neutra.

6.5.1.5. Cálculo de digestibilidad y energía del alimento

Para calcular la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), se aplicó la fórmula: $DMO\% = 88,9 - (0,779 * FDA\%)$ (Ositis et al, citados por

Cazzuli 2017). El cálculo para obtener la energía metabolizable (EM) se realizó mediante la siguiente ecuación: $EM \text{ (Mcal/kg)} = 0,82 * DMO$ (Garrett, citado por Cazzuli 2017).

6.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el caso que correspondía (disponibilidad inicial, alturas por fecha, número de puntos pastoreados por fecha), a las variables se les realizó un test de normalidad (Shapiro Wilks modificado) y de homocedasticidad. Se utilizaron modelos mixtos, en los que el efecto fijo fue el tratamiento y los efectos aleatorios fueron el bloque y la parcela para la disponibilidad total. Esta variable (MS/ha total disponible) se estimó ponderando las disponibilidades totales de cada tipo de parche y la cantidad de #ID que correspondía a cada parche en cada parcela. En todos los casos se trabajó con un nivel de significancia (α) de 0,05. Las medias se contrastaron a través de la prueba de comparación de medias, utilizando LSD Fisher.

Fueron realizados análisis de regresión lineal para las variables de disponibilidad en función de la altura.

Las medias en las gráficas se presentan con su error estándar.

Todos los análisis se realizaron con el software InfoStat Versión 2017 (Di Rienzo et al, 2017).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CLIMA

7.1.

En el Cuadro 16 se presentan los registros climáticos históricos desde el año 2011 hasta el 2019, tomados en la Unidad Experimental Glencoe.

Cuadro 16. Registros históricos de condiciones climáticas.

Variable del clima	Estación				
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total general
T promedio (°C)	18,2	12,4	17,5	23,8	17,9
T Máxima (°C)	24,6	18,4	23,8	30,6	24,3
T Mínima (°C)	12,5	7,0	11,5	17,3	12,0
T Min césped (°C)	11,3	5,8	9,8	16,2	10,9
PP (mm)	307	187	335	255	1084
V viento (km/hr)	2,5	3,1	3,3	2,7	2,9
H met (número)	1	34	2	0	37
H agromet (número)	2	113	27	3	145

Nota: T= temperatura; Min= mínima; PP= precipitaciones; H= helada; met= meteorológica; agromet= agro meteorológica.

Una helada es toda condición energética del medio ambiente que alcance valores suficientemente bajos que provoquen alteraciones en el metabolismo vegetal, generando daños fisiológicos en las plantas (Pezzola, 2018). Se considera helada meteorológica cuando la temperatura del aire a 1,50 m del suelo desciende a un valor igual o inferior al punto de congelamiento del agua, es decir, a 0 °C, independiente de su duración o intensidad. Desde el punto de vista agrometeorológico se define como aquella en que el descenso de la temperatura del aire a niveles críticos para los cultivos ocurre sin llegar necesariamente a 0 °C (Pezzola, 2018). Estas diferencias entre los tipos de helada se aprecian en el Cuadro 16, en el que la cantidad de heladas agrometeorológicas supera a las heladas meteorológicas. Como es de esperarse, durante el invierno es donde se dan las heladas meteorológicas, mientras que en verano no ocurren. Sin

embargo, al hablar de heladas agrometeorológicas, se observa que ocurren en todas las estaciones, siendo lógicamente predominantes en invierno.

Además, se observa que las precipitaciones muestran una tendencia a ser mayores en otoño y primavera, mientras que en invierno y verano es donde se da la menor cantidad de precipitaciones, según la información obtenida de la estación meteorológica de la Unidad Experimental Glencoe y considerando este período de 8 años.

En el Cuadro 17 se presentan registros climáticos solamente del año del experimento. Los períodos en los que se dividieron los datos corresponden a las siguientes fechas: 01/01/2020 a 29/02/2020 para el período considerado "Verano"; 01/03/2020 a 27/03/2020 para el período de "Arrase" en el que vacunos y ovinos pastorearon severamente las parcelas para eliminar restos secos del verano; 28/03/2020 a 31/05/2020 para el período de "Acumulación" en el que se cerraron las parcelas para acumular forraje durante el otoño; 01/06/2020 a 28/07/2020 para el período considerado "Invierno" previo al inicio del ensayo; y del 29/07/2020 a 11/08/2020 para el período de "Ensayo" propiamente dicho. Cada período fue considerado arbitrariamente a parte para poder conocer las condiciones climáticas preponderantes en cada uno y poder realizar alguna comparación con los registros históricos.

Cuadro 17. Registros climáticos previos y durante el ensayo.

Variable del clima	Período				
	Verano	Arrase	Acumulación	Invierno	Ensayo
T promedio (°C)	23,6	24,0	16,1	11,5	15,6
T Máxima (°C)	30,8	30,5	24,7	23,0	21,8
T Mínima (°C)	16,9	16,3	9,4	5,9	8,7
HR%	70,8	66,9	77,4	83,9	73,4
V viento (k/h)	2,0	1,7	3,2	3,2	4,2
V viento max (k/hr)	29,2	29,5	29,8	28,7	32,0
PP (mm)	172	105	269	208	2
T 5 cm (°C)	15,4	14,1	7,3	4,6	6,8
Patm (hPa)	1012	1013	1017	1016	1020

Nota: T= temperatura; HR= humedad relativa; V= viento; max= máximo; PP= precipitaciones; Patm= Presión atmosférica.

La temperatura del período “Verano”, que coincide además con el período considerado en los registros históricos, no presentó diferencias relevantes este año 2020. Por otro lado, durante el “Arrase” que ocurre entre el fin del verano y el principio del otoño, se observa que las condiciones climáticas fueron similares a las del verano.

Según Olmos (1997), dentro de las condiciones climáticas que más afectan la acumulación de forraje durante el otoño para realizar diferimientos hacia el invierno, se encuentra el balance hídrico. Cuando comienza el descenso de las temperaturas y por lo tanto incrementa el riesgo de heladas, algunas plantas detienen el crecimiento. Algunas plantas pueden llegar a florecer. La velocidad de recomposición depende entonces del déficit hídrico generado en verano. Mientras tanto, en invierno en general el suelo se encuentra húmedo pero la temperatura media es muy baja y las heladas son frecuentes. Además, las especies invernales son mucho menos frecuentes que las estivales, por lo tanto, la producción de forraje desciende abruptamente.

7.2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACION INICIAL DEL ENSAYO

7.2.1. Especies

Esta sección, se refiere a las especies por su nombre taxonómicamente correcto. Sin embargo, dado que algunas de ellas son más conocidas por su nombre anterior, se presenta en el Cuadro 18 la correspondencia entre la nomenclatura anterior y la actual.

Cuadro 18. Nomenclatura previa y actual.

Nomenclatura previa	Nomenclatura actual
<i>Stipa setigera</i>	<i>Nassella neesiana</i>
<i>Coelorhachis selloana</i>	<i>Mnesithea selloana</i>
<i>Panicum hians</i>	<i>Steinchisma hians</i>
<i>Axonopus affinis</i>	<i>Axonopus fissifolius</i>
<i>Briza subaristata</i>	<i>Chascolytrum subaristatum</i>

En la Figura 11 se presentan las frecuencias de especies encontradas dentro de las parcelas asignadas al tratamiento Testigo.

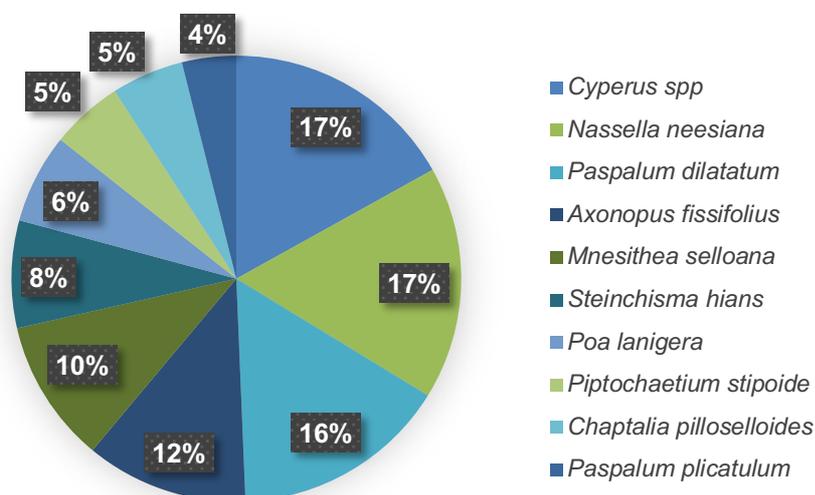


Figura 11. Frecuencia de especies en parcelas Testigo.

El 100 % del gráfico representa el 77 % de las especies encontradas en las parcelas Testigo. Las tres especies más frecuentes (*Cyperus spp*, *Nassella neesiana* y *Paspalum dilatatum*) explican prácticamente la mitad de todas las especies encontradas en este tratamiento. Sin embargo, el restante 50 % está compuesto por un número mayor de especies, entre las que se destacan *Axonopus fissifolius*, *Mnesithea selloana*, *Steinchisma hians*, *Poa lanigera*, *Piptochaetium stipoide*, *Chaptalia piloselloides* y *Paspalum plicatulum*.

En la Figura 12 se presenta la frecuencia relativa de las especies identificadas en las parcelas del tratamiento Suplementadas.

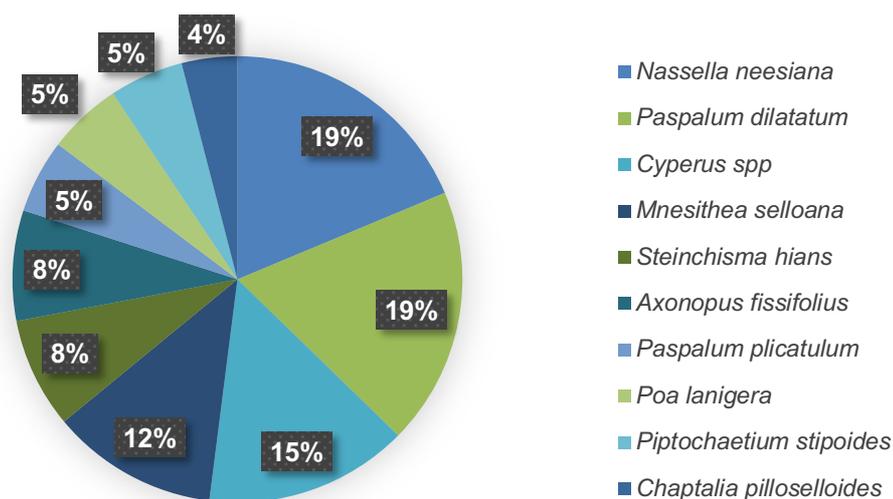


Figura 12. Frecuencia de especies en parcelas Suplementadas.

El 100 % del gráfico representa el 75 % de las especies encontradas en las parcelas Suplementadas. Las tres especies más frecuentes (*Nassella neesiana*, *Paspalum dilatatum* y *Cyperus spp*) explican prácticamente la mitad de todas las especies encontradas en estas parcelas. Sin embargo, el restante 50 % está compuesto por un número mayor de especies, entre las que se destacan *Mnesithea selloana*, *Steinchisma hians*, *Axonopus fissifolius*, *Paspalum plicatulum*, *Poa lanigera*, *Piptochaetium stipoide* y *Chaptalia piloselloides*.

En ambos tratamientos considerados en su conjunto (Figuras 11 y 12) se presentan las especies que conforman el 75 % del censo realizado para todas las parcelas. Como se aprecia en las figuras, las especies que predominan son las mismas para ambos tratamientos. Dentro de éstas, según Formoso y Castrillejo, citados por Formoso (1997) las ciperáceas se identifican como un componente relativamente estable durante el año. La morfología de este tipo de especies determina que difícilmente sean separadas de las gramíneas durante el pastoreo y, por lo tanto, también integran parte de la dieta del animal. Además, en invierno, donde su presencia se incrementa, presentan un verde más intenso y contrastante con el resto del material vegetal seco y amarillento, lo que intensifica su selección. Dado que el período de evaluación experimental fue durante el invierno, se puede suponer que los animales ejercieron una importante selección de estas especies.

Según Berretta (1997) la principal especie invernal que se encuentra en suelos de basalto, excepto donde hay humedad por largos períodos, es la *Nassella neesiana* (*Stipa setigera*, flechilla). En este estudio, ambos tratamientos presentan una importante frecuencia de esta especie, (13 % y 14 % para T y S, respectivamente). Es la especie forrajera campestre más importante en la mayoría de los suelos del país durante el período frío del año. Es un pasto invernal, tierno-fino, perenne, cespitosa, con buena producción y que no acumula muchos restos secos. Las hojas viejas, secas, toman coloraciones blanquecinas. Durante el verano permanece verde, aunque sin crecimiento. Otra flechilla, *Piptochaetium stipoides*, es un pasto tierno, invernal, perenne, cespitoso y se encuentra en los mismos suelos. En el presente estudio, su frecuencia fue sensiblemente más baja que para *Nassella* (4 % y 4 %, para T y S, respectivamente). Su producción es inferior a la flechilla antes mencionada. Tiene apetecibilidad prolongada, no acumula hojas secas en exceso y permanece verde durante el verano, con poco o nulo crecimiento. En campos mejorados con fertilización y siembra de leguminosas, tiende a aumentar su frecuencia. Tanto *Nassella* como

Piptochaetium probablemente hayan sido una parte muy relevante de la dieta de los animales de ambos tratamientos.

Por otro lado, según Berretta (1997), *Poa lanígera* es uno de los escasos pastos finos invernales: es perenne, cespitosa y de alta productividad y en este experimento presentó un 5 % y 4 % para T y S respectivamente. Se encuentra en suelos profundos fértiles, algo húmedos. Tiene apetecibilidad prolongada, aun durante la floración, ya que no acumula restos secos. Su período de crecimiento va de mayo a principios de diciembre, siendo luego muy reducida su frecuencia, excepto en veranos con elevadas precipitaciones. Es una especie de encañamiento lento y temprano, el cual comienza con las últimas heladas, por lo que, en campos con altas cargas, en general no se ve florecer. Los alivios a partir de principios de octubre permiten que esta especie florezca y se resiembre naturalmente. Esta medida de manejo favorece el aumento de su frecuencia desde valores reducidos hasta un 20 % – 25 % de recubrimiento. Por el contrario, la falta de semillazón y los pastoreos recargados tienden a reducirla. Esta especie dioica florece desde octubre, madurando en noviembre. Dadas sus características deseables para el animal (Berretta, 1997), esta es otra especie que probablemente haya sido muy buscada durante el ensayo.

La especie *Mnesithea selloana* conocida como “cola de lagarto” (*Coelorhachis selloana*) que en las parcelas T representan un 8 % y en las S un 9 %, es un pasto tierno, perenne, estival, de suelos medios y profundos, también en partes algo húmedas. Es de apetecibilidad prolongada, aún luego de encañar. Tiende a aumentar su frecuencia con pastoreos muy aliviados y aunque acumule hoja vieja, al incrementarse la carga vuelve a ser consumida (Berretta, 1997).

Entre las especies presentes (T 9 % y S 6 %) se encuentra también el “pasto chato” (*Axonopus fissifolium*) que es un pasto tierno-ordinario, perenne estival y de productividad baja (Berretta, 1997).

El *Paspalum plicatulum* es una especie ordinaria-tierna, perenne estival, se encuentra en suelos negros de superficiales a profundos, en lugares secos (Berretta, 1997). Esta especie es muy variable en cuanto a su vellosidad; las formas menos vellosas son más apetecidas y las más valiosas lo son en su período juvenil. En condiciones de pastoreo aliviado acumula rápidamente hojas secas, lo que reduce su apetecibilidad. Estos restos secos pueden ser eliminados con el aumento de carga y si esta se mantiene, las matas se reducen rápidamente (Berretta, 1997).

Por último, *Paspalum dilatatum* (pasto miel) es de ciclo perenne estival, de tipo productivo fino, adaptado a sistemas de invernada y de alta productividad (Berretta, 1997). Dado su ciclo productivo (estival), la importancia para los animales en el presente ensayo no sería muy alta, sin dejar de mencionar que su frecuencia es 12 % y 14 % para T y S, respectivamente.

El Cuadro 19 presenta el listado de las especies relevadas en los 384 puntos de estudio, que explican el 90 % del total de cada una de las 6 parcelas, calificadas por tratamiento.

Cuadro 19. Listado de especies presentes para ambos tratamientos.

Especie	T (%)	S (%)
<i>Adesmia bicolor</i>	1	2
<i>Aristida uruguayensis</i>	1	1
<i>Axonopus fissifolius</i>	9	6
<i>Chascolytrum subaristatum</i>	1	1
<i>Calamagrostis montevidiense</i>	2	1
<i>Chaptalia pilloselloides</i>	4	3
<i>Mnesithea seloana</i>	8	9
<i>Cyperus spp</i>	13	11
<i>Juncus spp</i>	1	1
<i>Lolium multiflorum</i>	2	2
<i>Lotus angustissimus</i>	2	1
<i>Oxalis spp</i>	1	1
<i>Steinchisma hians</i>	6	6
<i>Paspalum dilatatum</i>	12	14
<i>Paspalum notatum</i>	2	1
<i>Paspalum plicatulum</i>	3	4
<i>Piptochaetium montevidense</i>	1	2
<i>Piptochaetium stipoides</i>	4	4
<i>Poa lanigera</i>	5	4
<i>Sporobolus indicus</i>	1	1
<i>Nassella neesiana</i>	13	14
<i>Verbena montevidensis</i>	1	0

Como se mencionó anteriormente, ambos tratamientos presentan frecuencias más altas de algunas especies (*Cyperus spp*, *Paspalum dilatatum* y *Nassella neesiana*) y muy bajas para otras (*Oxalis spp*, *Piptochaetium stipoides*, *Chascolytrum subaristatum*, *Adesmia bicolor*, *Juncus spp*, *Aristida uruguayensis* y *Calamagrostis montevidensis*). Igualmente, las parcelas T presentan una frecuencia de *Cyperus spp* y *Axonopus fissifolius* un poco mayor que S, mientras que S presenta *Paspalum dilatatum* un poco mayor que T. Aun siendo pequeñas las diferencias en este sentido, se señala que las S tienen un mayor porcentaje de *Nassella neesiana* y *Paspalum dilatatum* siendo estas de mayor valor productivo frente a

especies como *Cyperus spp* que es ordinaria y predomina en las T. En este sentido, las S tienen especies de mayor calidad frente a las T.

Al igual que para Jaurena et al (2011), en el relevamiento de especies realizado se encontraron gramíneas de hábito cespitoso como *Aristida uruguayensis*, *Schizachyrium spicatum*, *Chascolytrum subaristatum*, *Nassella nessiana*, *Paspalum plicatulum* y gramíneas estivales como *Axonopus fissifolius*.

7.2.2. Disponibilidad de materia seca

En el cuadro 20 se presenta el análisis estadístico de la disponibilidad inicial de cada tratamiento.

Cuadro 20. Disponibilidad de materia seca total por hectárea por tratamiento.

	T	S	P
Disponibilidad (MS/ha)	3303	3089	ns

Nota: ns, diferencias no significativas entre tratamientos

No existieron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a disponibilidad inicial de materia seca, ponderando el número de parches (7 tipos) observables en cada #ID de cada parcela.

Según Bemhaja et al (2009) y Cazzuli et al (2017), la disponibilidad inicial para ambos tratamientos se considera por encima de lo recomendado, ya que se encuentra por encima de los 3000 kgMS/ha, valor considerado no deseable para un diferimiento de campo natural desde otoño al invierno. Según Montossi et al (2000) en general, diferimientos de forraje superiores a 2000 kg MS/ha para el campo natural, promueven una alta proporción de restos secos que se ubican en toda la estructura vertical de la pastura (entremezclados con los componentes verdes). En esta situación de altas disponibilidades y alta proporción de restos secos, la posibilidad de que el animal pueda seleccionar el componente verde de la pastura (principalmente

hojas de gramíneas) se reduce, y el mismo está obligado a consumir forraje de más baja calidad que en general está dominado por hojas muertas, con bajo contenido de proteína cruda y un contenido desbalanceado de minerales. Según Jackson, citado por Methol (1997) esto genera baja digestibilidad y una lenta tasa de degradabilidad ruminal.

Dado todo lo anterior y considerando que no existen diferencias estadísticas entre tratamientos en la disponibilidad total inicial, ambos grupos de animales de cada tratamiento fueron expuestos a similares condiciones al menos al inicio del ensayo.

En la Figura 13 se presenta la regresión lineal simple entre disponibilidad de materia seca (kg/ha) y altura promedio (cm).

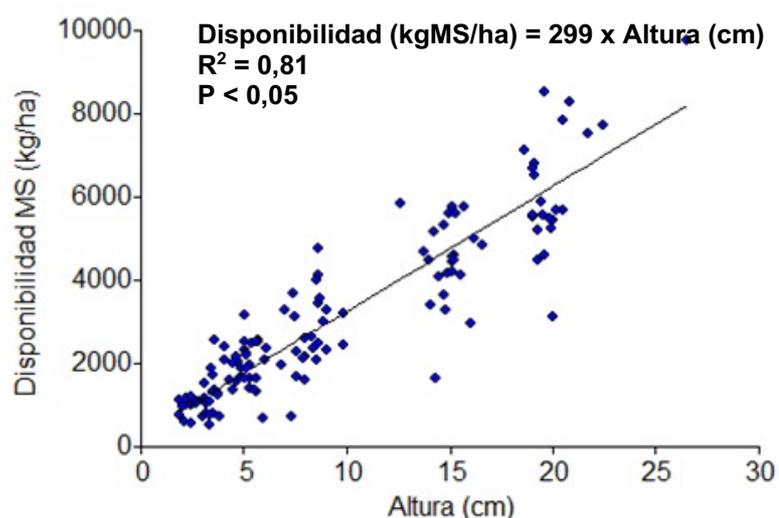


Figura 13. Recta de regresión de materia seca disponible en función de la altura.

La regresión lineal permite estudiar la relación funcional entre una variable de respuesta ($y = \text{kg/ha}$) y una variable regresora ($x = \text{altura}$). Mediante la misma se estudia la manera en que los cambios en la variable predictora (altura) afectan a la variable respuesta (disponibilidad), mediante el ajuste de un modelo para la relación funcional entre ambas. Como puede observarse en la figura, estas variables están fuertemente (R^2) y significativamente ($p < 0,05$) relacionadas entre sí en forma positiva. El

coeficiente de determinación R^2 , indica que 81% de la variabilidad observada en la materia seca es explicada por la altura.

Jaurena et al (2018) registraron alturas y disponibilidades en la Unidad Experimental Glencoe entre los años 2013 y 2018 y con esa información realizaron una regresión lineal simple como la presentada en la Figura 3. En este caso concreto también con pasturas naturales de basalto, un centímetro de altura equivale de 250 a 300 kg de materia seca disponible por hectárea. En el presente ensayo, un centímetro de forraje equivale a 299 kg de materia seca disponible por hectárea, lo cual es muy similar a lo estimado por Jaurena et al (2018).

Por otro lado, se realizó un análisis de regresión entre la proporción de verde estimado visualmente y la altura, ambas variables medidas simultáneamente en el tiempo. Este análisis determinó que, a pesar de existir una relación entre las variables ($p < 0,05$), el coeficiente de determinación fue muy bajo ($R^2 = 0,01$) lo que significa que el modelo presenta un muy bajo ajuste y por esta razón no se presenta la gráfica ni la ecuación de regresión.

En el Cuadro 21 se muestra la disponibilidad de materia seca por hectárea, según el tipo de parche analizado.

Cuadro 21. Disponibilidad promedio de materia seca según tipo de parche.

Parche	Disponibilidad (kg/ha)
PS_1	6430
PS_2	4484
PS_3	2728
PS_4	2047
PS_5	1538
PV_1	1887
PV_2	868

Nota: PS_1= parche con altura de 20 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_2= parche con altura de 15 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_3= parche con altura de 8 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_4=parche con altura de 5 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_5= parche con altura de 3 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40%; PV_ 1= parche con altura de 5 +/-2 cm y % verde en el estrato superior > 60 %; PV_ 2= parche con altura de 3 +/-2 cm y % verde en el estrato superior > 60 %.

Se presenta el promedio de disponibilidad por parche, ya que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en términos de disponibilidad por tipo de parche.

Se puede apreciar que aquellos parches de mayor altura como PS_1 y PS_2 presentan una disponibilidad mayor de kgMS/ha, mientras que los parches de menos altura como (PS_4; PS_5; PV_1; PV_2) presentan un menor contenido de kgMS/ha. Esto es esperable dado que la relación entre altura y disponibilidad en pasturas de basalto es de 250-300 kg de materia seca disponible por hectárea por cada 1 cm de altura (Jaurena et al, 2018).

Los parches de tipo “seco” (PS) presentan menor porcentaje de verde en el estrato superior (visible desde arriba), mientras que los parches de tipo “verde” (PV) presentan mayor porcentaje de verde. Según Trujillo y Uriarte (2003) eso sucede debido a varios factores, siendo uno de los principales los ambientales, ya que estos influyen directamente en el crecimiento del estrato, así como también en su envejecimiento, lo que conduce a la muerte de los tejidos superficiales, trasladándose las reservas

a los órganos de almacenamiento (tallos, raíces o semillas), dejando como resultado material muerto.

Respecto al estudio, se señala que había un gradiente mayor de altura para los PS, el cual abarcaba desde un máximo promedio de 20 cm hasta un mínimo de 3 cm, mientras que los dos PV comprendían un rango de entre 3 cm y 5 cm, motivo por el cual se tomó únicamente un estrato por cada uno de estos últimos.

En función de lo anterior, en el siguiente cuadro (Cuadro 22) se presenta la disponibilidad de cada uno de los estratos de los tipos de parches que habilitaban el análisis en estratos (es decir, con 2 a 3 estratos, PS_1, PS_2 y PS_3).

Cuadro 22. Disponibilidad de materia seca según estrato.

Parche	Estrato	Rango de altura (cm)	Disponibilidad (kg/ha)
PS_1	a	12,1-20,1	1398
PS_1	b	6,0-12,1	1524
PS_1	c	0,0-6,0	3571
PS_2	a	9,5-14,9	1054
PS_2	b	4,7-9,5	1183
PS_2	c	0,0-4,7	2434
PS_3	a	3,9-8,4	983
PS_3	b	0,0-3,9	1949

Nota: PS_1a= estrato superior del parche con altura total de 20 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_1b= estrato medio; PS_1c= estrato inferior; PS_2a= estrato superior del parche con altura total de 15 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_2b= estrato medio; PS_2c= estrato inferior; PS_3a= estrato superior del parche con altura total de 8 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_3b= estrato inferior.

En todos los casos se observa que el estrato que concentra la mayor proporción de MS es el más cercano al suelo. De hecho, para los PS_1, la MS del estrato “c” explica un 55% del total en promedio. En el caso de PS_2 y PS_3, la MS del corte más rasante al suelo presenta un 52 % y 66 % respectivamente.

En contraste, los estratos "a" (los más alejados del suelo) son los que presentan la menor proporción de MS del total. Para PS_1 y PS_2, los mismos fueron de 22 % y 23 % respectivamente.

García (1995), sostiene que se aprecia una importante diferencia entre los distintos estratos en densidad, concentración de MS y digestibilidad. Este autor observó que pasturas artificiales de unos 20 cm de altura, con disponibilidades entre 4000 y 6000 kgMS/ha, concentran más de la mitad del forraje en los primeros 5 cm. Este estrato inferior tiene a su vez el material menos digestible. Esta información es relevante a la hora de explicar el desempeño animal, ya que, coincidentemente con Berreta (1996), los animales prefieren ciertas comunidades dentro del mismo potrero, consumiendo aquellas zonas donde la vegetación es de mayor calidad. Cuando las pasturas contienen más de un 70 % de material muerto, la dificultad para cosechar los componentes verdes de la misma es uno de los principales factores que influyen en un menor consumo alcanzado (Hodgson y Grant, citados por Montossi et al 2000).

Dado que la frecuencia de cada tipo de parche en cada parcela no era homogénea, se ponderó el dato de cada tipo de parche por su frecuencia en cada punto #ID, con lo que se generó un promedio ponderado de la disponibilidad de cada tratamiento. Además, dichos promedios fueron comparados estadísticamente para asegurar que ambos tratamientos comenzaran con similares situaciones de disponibilidad, valor nutritivo y fracciones del forraje.

7.2.3. Valor nutritivo y fracciones de forraje

En el Cuadro 23 se presenta el valor nutritivo del DDGS utilizado durante el ensayo.

Cuadro 23. Valor nutritivo de suplemento utilizado (DDGS).

Componente	Valor (%)
Proteína Cruda	35,0
Fibra Detergente Ácida	14,0
Extracto etéreo	11,5
Cenizas	11,7

Los resultados obtenidos del suplemento utilizado presentan valores similares a los publicados por (Beretta et al, 2019). Este suplemento se caracteriza por tener un elevado contenido de proteína, lo que para la categoría animal utilizada es muy apropiado, dado que se encuentran en una fase de activo crecimiento y deposición de músculo. Asimismo, según Beretta et al (2017), es importante considerar que la energía del DDGS proviene de su alto aporte de FDN digestible y no del almidón como las raciones comúnmente utilizadas. A su vez, Acosta (2004) afirma que, cuando se formulan raciones en forma muy precisa, FDN es un buen indicador del potencial de consumo de esa dieta, ya que el contenido de FDN está negativamente correlacionado con el máximo consumo voluntario.

En el Cuadro 24, se presentan los resultados del valor nutritivo de la materia seca del forraje, por fracción y en promedio ponderado de todos los estratos y todos los parches para todas las parcelas en conjunto.

Cuadro 24. Valor nutritivo promedio total y según fracción.

Fracción del forraje	Componente			
	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	Cenizas (%)
Lámina	13,3	33,5	64,4	9,7
Verde No-Lámina	7,4	34,1	48,2	6,3
Muerto	5,9	46,7	70,6	12,0
Total	7,7	43,3	68,0	11,3

Nota: PC=Proteína Cruda; FDA= Fibra detergente ácida; FDN= fibra detergente neutra

En concordancia con Cazzuli et al (2017 a,b) la proteína del campo natural diferido oscila entre 6,2 % y 8,2 %, dando un promedio de 7,4 %. En el presente estudio, el valor promedio ponderado fue muy similar.

Cazzuli et al (2017a) citando a Van Soest mencionan que contenidos mayores entre 55 % – 60 % de FDN en la ingesta de los animales son considerados limitantes para rumiantes en el consumo. En el presente experimento, los valores se ubicaron un poco por encima del máximo recomendado. Sin embargo, es posible que el valor de la dieta cosechada por los animales sea superior al del forraje ofrecido, debido a la selección que los animales realizan (Montossi et al, 2000).

El contenido de fibra se expresa como contenido de fibra detergente neutra (FDN) (Canto y Muñoz, 2016). En la medida que las plantas maduran se tornan más fibrosas y menos digestibles. Dado que el forraje viene acumulado desde la estación anterior, el alto contenido de FDN era esperable.

El sistema de los detergentes de Van Soest, separa los forrajes en dos fracciones (Van Soest, citado por García 1997):

- Contenido celular o solubles, que incluye azúcares, almidones, proteínas y nitrógeno no proteico (NNP), grasas y otros compuestos altamente digestibles
- Paredes celulares (FDN) que dan el soporte estructural para las plantas.

Como ya se mencionó, desde el momento que el forraje disponible es “viejo” por provenir de una estación anterior, la fracción correspondiente al soporte estructural se esperaba que fuera relativamente elevada, como se observó en el presente ensayo.

En el Cuadro 25, se presenta la proporción de cada fracción (Muerto, Verde total, Verde no lámina y Lámina) según estrato.

Cuadro 25. Materia seca de cada fracción por estrato.

	% Muerto	% Verde	% VNOL	% VLAM
PS_1 a	75,40	24,60	3,74	20,86
PS_1 b	69,54	30,46	4,47	25,99
PS_1 c	73,36	26,64	7,60	19,04
PS_2 a	75,05	24,95	4,40	20,55
PS_2 b	70,88	29,12	3,91	25,21
PS_2 c	75,73	24,27	6,38	17,89
PS_3 a	77,11	22,89	4,14	18,75
PS_3 b	78,30	21,70	5,77	15,93

Nota: PS_1a= estrato superior del parche con altura de 20 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_1b= estrato medio PS_1c= estrato inferior; PS_2a= estrato superior del parche con altura de 15 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_2b= estrato medio; PS_2c= estrato inferior; PS_3a= estrato superior del parche con altura de 8 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_3b= estrato inferior.

Montossi et al (2000), afirman que diferimientos de forraje superiores a 2000 kg MS/ha, promueven pasturas que presentan una alta proporción de restos secos que se ubican en toda la estructura vertical de la pastura (entremezclados con los componentes verdes). En estas condiciones, el valor nutritivo de la dieta obtenida por ovinos y vacunos disminuye y posiblemente se afecte negativamente la productividad de los animales y las pasturas.

Lagomarsino et al (2014) reportaron valores promedios de tejido muerto sobre suelos de Basalto entre 37 % – 50 %, muy inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación (Cuadro 25). Estos mismos autores además reportaron disponibilidades de 740 kgMS/ha y alturas de forraje de 3,5 cm – 3,8 cm. La diferencia entre tejido muerto de uno y otro

ensayo puede estar relacionado a las distintas disponibilidades y alturas en uno u otro caso.

Cazzuli et al (2017a) afirman que el elevado porcentaje de tejido muerto de la pastura sobre Basalto puede limitar la respuesta productiva en la categoría terneros en términos nutricionales. Esta situación podría ser similar a la del presente experimento y, si la duración del ensayo hubiera sido lo suficientemente larga, se podría confirmar esto con los resultados de las performances animales.

En concordancia con Trujillo y Uriarte (2003), la característica particular de los forrajes es que son alimentos voluminosos, es decir con baja densidad física y que presentan alta proporción de pared celular en su materia seca. Por lo tanto, al aumentar el estado de madurez del forraje, así como la cantidad de tejido muerto, va a presentar mayor proporción de pared celular y menor contenido celular.

En el Cuadro 26 se presentan resultados de valor nutritivo del forraje según parche.

Cuadro 26. Valor nutritivo por tipo de Sub-parche.

Sub-Parche	VERDE LÁMINA				VERDE NO LÁMINA				MUERTO			
	PC	FDA	FDN	Cenizas	PC	FDA	FDN	Cenizas	PC	FDA	FDN	Cenizas
PS_1	10,7	34,9	66,1	8,5	6,0	34,5	49,0	5,9	4,4	49,4	72,9	11,5
PS_2	11,0	34,2	64,5	8,6					3,9	47,1	71,0	11,5
PS_3	11,9	33,3	64,2	9,1					5,2	47,0	70,8	11,8
PS_4	12,9	33,5	64,5	9,7					5,1	47,2	71,0	11,7
PS_5	13,6	32,6	63,5	9,9					6,8	46,0	69,1	12,1
PV_1	19,6	34,5	66,4	12,4	13,8	32,6	44,1	8,5	9,7	46,8	72,2	13,5
PV_2	16,0	32,3	63,8	11,0					8,4	43,9	68,6	12,7

Nota: PC= proteína cruda; FDA= fibra detergente acida; FDN= fibra neutro detergente; PS_1= parche con altura de 20 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_2= parche con altura de 15 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40%; PS_3= parche con altura de 8 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_4=parche con altura de 5 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40%; PS_5= parche con altura de 3 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PV_ 1= parche con altura de 5 +/-2 cm y % verde en el estrato superior > 60 %; PV_ 2= parche con altura de 3 +/-2 cm y % verde en el estrato superior > 60 %

En concordancia con Jaurena et al (2018), la calidad del forraje en pasturas de campo natural depende principalmente de la proporción de forraje verde. Esta relación se basa que en las hojas verdes se tiene el mayor contenido celular y, por ende, más proteína, azúcares y minerales que en los tallos y restos secos. Complementariamente, según estos autores, en forrajes completamente secos la proteína oscila cercana al 4 % – 5 %, mientras que si el forraje está todo verde se puede esperar valores cercanos al 10 % – 12 %. Ayala y Bermudez (2005) afirman que el porcentaje de proteína cruda se reduce de manera importante cuando los períodos de acumulación son superiores a los 60 días, como sucedió en este experimento.

Según Trujillo y Uriarte (2003), la hoja, que cumple una función de síntesis y asimilación de carbohidratos, presenta alta proporción de tejido parenquimatoso localizado en el mesófilo. Esto le imprime características de altos contenidos de nitrógeno y carbohidratos no estructurales y por consiguiente elevado valor nutritivo debido al alto contenido celular. Mientras que los tallos presentan alta proporción de tejido vascular y de tejidos de sostén, y su valor nutritivo se considera variable ya que depende del contenido de carbohidratos estructurales que presente. Se observa cómo el porcentaje de proteína en todos los sub parches es mayor siempre para las hojas (lámina), seguido por verde no lámina (tallos y leguminosas) y luego por el material muerto. En el Cuadro 27 se presenta el resultado del valor nutritivo separado en los dos grandes grupos de parches: “secos” y “verdes”.

Cuadro 27. Valor nutritivo según parche “seco” o “verde”.

Fracción	Parche	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	Cenizas (%)
Lámina	PS	12,0	33,7	64,6	9,2
	PV	17,8	33,4	65,1	11,7
Verde no Lámina	PS	6,0	34,5	49,0	5,9
	PV	13,8	32,6	41,1	8,5
Muerto	PS	5,1	47,3	70,9	11,7
	PV	9,0	45,4	70,4	13,7

Nota: PC= proteína cruda; FDA= fibra detergente acida; FDN= fibra detergente neutro; PS= parche con % de verde en el estrato superior < 40 %; PV= parche con % verde en el estrato superior > 60 %

La diferencia entre parches “secos” y “verdes”, independientemente de su altura, coincide con Jaurena et al (2018) quienes afirman que, cuanto mayor porcentaje de verde, mayor contenido de proteína. En este caso, los parches “secos” tienen menos de 40 % de verde mientras que los parches “verdes” tienen más de un 60 % de verde. Los resultados del presente trabajo sitúan a los parches visualmente secos con casi 6 puntos porcentuales por debajo del contenido proteico de los parches que se ven más verdes en el campo. Lo esperable sería que los animales hayan seleccionado primero los parches verdes y luego los secos, si bien la evolución de verde visual se presenta más adelante y esto no se observa claramente.

En el Cuadro 28 se presenta el resultado de valor nutritivo según estrato.

Cuadro 28. Valor nutritivo según estrato y fracción de los parches con dos o más estratos.

Estrato	LAMINA				MUERTO			
	PC	FDA	FDN	Cenizas	PC	FDA	FDN	Cenizas
PS_1 a	12,0	34,9	66,2	9,0	4,1	50,7	74,0	11,8
PS_1 b	10,5	34,7	65,6	8,4	4,2	49,9	73,7	11,4
PS_1 c	9,6	35,1	66,6	8,2	4,8	47,7	71,1	11,4
PS_2 a	11,6	33,9	64,8	8,7	3,4	47,1	71,6	11,5
PS_2 b	11,4	34,2	65,4	8,8	4,3	48,7	72,3	11,4
PS_2 c	9,8	34,6	62,9	8,2	4,1	45,5	69,2	11,4
PS_3 a	12,5	32,9	63,3	9,1	4,2	48,5	72,1	11,8
PS_3 b	11,3	33,7	65,2	9,1	6,2	45,7	69,8	11,8

Nota: PC= proteína cruda; FDA= fibra detergente ácida; FDN= fibra detergente neutro; PS_1a= estrato superior del parche con altura de 20 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_1b= estrato medio; PS_1c= estrato inferior; PS_2a= estrato superior del parche con altura de 15 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_2b= estrato ; PS_2c= estrato inferior; PS_3a= estrato superior del parche con altura de 8 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_3b= estrato inferior

Se observa la diferencia en porcentaje de PC entre los diferentes estratos, siendo mayor siempre en la fracción lámina y menor en la fracción de forraje muerto, como también ocurre con las cenizas. Sin embargo, dentro de un mismo parche se presentan distintas situaciones: con los parches más altos (PS_1 y PS_2) parecería que los estratos superiores siempre presentan mejor calidad en términos de PC y van disminuyendo hacia el suelo, mientras que con los PS_3 con solo dos estratos, este patrón no se observa.

La FDN es la proporción de forraje que es insoluble en un detergente neutro (pH 7,0). Está compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice y se nombra comúnmente como "fracción pared celular".

El contenido de FDN de un forraje aumenta con la madurez, pero también hay diferencias importantes entre especies forrajeras. Con el diferimiento de forraje que pudo haber sido algo excesivo como se mencionó anteriormente, seguramente hubo especies que venían madurando hace meses y aumentando sus tejidos estructurales. La FDA es la fracción de la

pared celular que incluye celulosa, lignina y sílice. La importancia de FDA es que esta correlacionada negativamente con la disponibilidad de energía del forraje. A partir de FDA podemos estimar mediante ecuaciones la cantidad de energía de un material. La lignina es un compuesto de la pared celular que dificulta la accesibilidad de los microorganismos del rumen a la celulosa y la hemicelulosa, limitando la digestibilidad de esos componentes (Acosta, 2004).

A diferencia de las columnas FDA y FDN, donde el mayor contenido de estas ocurre en la fracción muerto como era de esperar y en concordancia con Jaurena et al (2018), esta relación se basa en que las hojas verdes tienen un mayor contenido celular y consecuentemente, más proteína, azúcares y minerales que los tallos y restos secos. Como ya fue mencionado, el contenido celular es relevante desde el punto de vista nutricional porque incluye azúcares, almidones, proteínas y nitrógeno no proteico (NNP), grasas y otros compuestos altamente digestibles (Van Soest, citado por Garcia 1997). En relación a eso, el valor nutritivo de la lámina es superior en todos los estratos en comparación con el tejido muerto, por lo tanto, debió de haber sido de las fracciones más seleccionadas por los animales, al menos al inicio del ensayo.

El Cuadro 29 presenta los porcentajes de material según el parche considerado.

Cuadro 29. Porcentaje de material según parche.

PARCHE	% MUERTO	% VERDE	% VNOL	% VLAM
PS_1	73	27	6	21
PS_2	75	25	5	20
PS_3	78	22	5	17
PS_4	78	22	4	18
PS_5	87	13	3	10
PV_1	46	54	9	45
PV_2	46	54	14	40

Nota: VNOL= verde no lamina; VLAM= verde lámina; PS_1= parche con altura de 20 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_2= parche con altura de 15 +/- 2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_3= parche con altura de 8 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_4=parche con altura de 5 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PS_5= parche con altura de 3 +/-2 cm y % verde en el estrato superior < 40 %; PV_1= parche con altura de 5 +/-2 cm y % verde en el estrato superior > 60 %; PV_2= parche con altura de 3 +/-2 cm y % verde en el estrato superior > 60 %

Se observa como la proporción de material muerto aumenta a medida que los cortes descienden en altura dentro de los parches “secos”. En el caso de los parches “verdes” esto no se da. Como era de esperar, estos últimos presentan valores de proporción de forraje verde menor a 40 % mientras que en los parches “verdes” el porcentaje de materia seca verde supera el 60 %.

Dentro del porcentaje de material verde para todos los parches, se observa que el correspondiente al material de lámina de gramínea supera en porcentaje siempre al material verde pero que no es lámina. Desde el punto de vista nutricional, esto es favorable ya que como se mencionó anteriormente la hoja cumple una función de síntesis y asimilación de carbohidratos, teniendo altos contenidos de nitrógeno y carbohidratos no estructurales y por consiguiente elevado valor nutritivo (Trujillo y Uriarte, 2003).

Diferentes autores obtuvieron resultados inferiores de contenido de restos secos en relación al presente ensayo: Luzardo et al (2014b) presentaron contenidos de 55 % y 44 %; Cazzuli et al (2017b) de 48 %, 50 %, 69 %, 46 % y 49 % según el ensayo y Berretta et al (2019)

un 33 %. Es el clima de cada año en el que se realizaron los experimentos, específicamente en lo referente a la cantidad de heladas lo que más explica las diferencias en contenidos de restos secos, así como también, el clima específico de cada año (otoño especialmente) fue el determinante de las disponibilidades en todos los experimentos considerados.

7.3. EVOLUCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA DURANTE EL ENSAYO

En la Figura 14 se representa la evolución de la altura absoluta en el transcurso del tiempo.

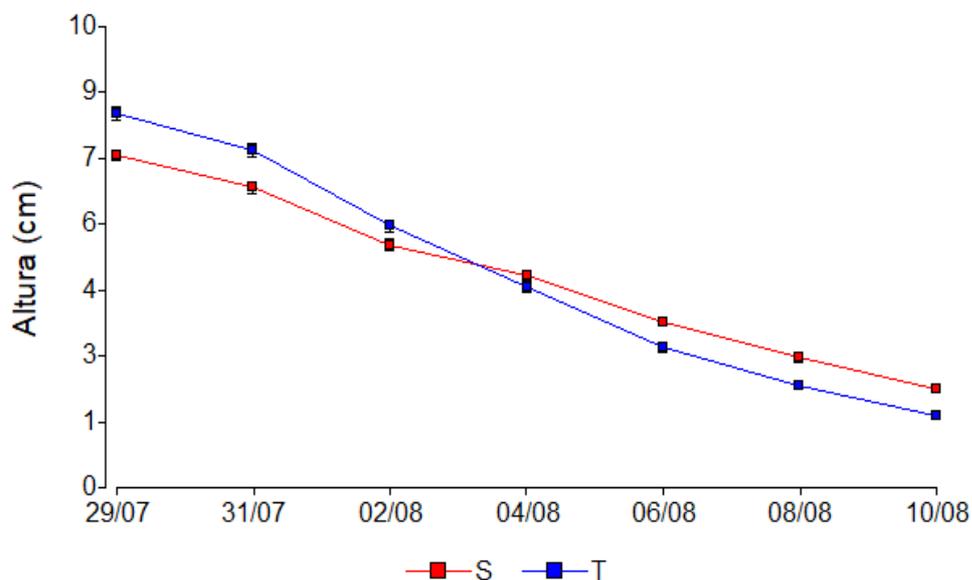


Figura 14. Evolución de la altura absoluta en el tiempo.

Al inicio del estudio (29/07/2020) la altura absoluta del forraje presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, siendo menor en el tratamiento suplementado (S) con una altura promedio de 7,2 cm y mayor en el tratamiento testigo (T) con una altura promedio de 8,2 cm. Si bien este hecho dista de ser la situación ideal, ya que los tratamientos deberían comenzar con parámetros iniciales lo más similares

entre si posibles, el hecho que la disponibilidad inicial no presentara diferencias (Cuadro 20) es un aspecto que favorece el resto de los análisis. Además, los análisis posteriores de la altura se realizan con la altura relativa a la inicial, “emparejando” las diferencias iniciales.

Una vez que los animales comenzaron a pastorear sus parcelas, la altura del forraje en ambos tratamientos comenzó a disminuir, manteniendo la diferencia significativa inicial hasta llegada la fecha 02/08 inclusive. En la siguiente medición (04/08) las parcelas T comienzan a presentar medias de altura menores, si bien aún esa diferencia no es significativa. Llegada la antepenúltima medida (06/08) esta tendencia de altura menor para T continuó, pasando a ser significativamente mayor la altura en las parcelas S y continuando así hasta el fin del ensayo.

Según Gregorini, citado por Cazzulli et al (2016) a medida que avanza la sesión de pastoreo, los rumiantes tienden a disminuir la tasa de consumo, no solo porque aumentan su tiempo de búsqueda del alimento, sino también a través de cambios en la profundidad y área del bocado y consecuentemente en el peso del bocado. De igual forma, en los resultados obtenidos en este estudio de evolución de la altura absoluta en el tiempo, se observa que las pasturas T disminuyeron mucho más rápidamente con respecto a S, dando lugar a que la tasa de consumo, tiempo de búsqueda, profundidad y bocado fuera disminuyendo con los días para ambos tratamientos, pero más marcadamente para T.

Las alturas finales del forraje fueron 1,6 cm y 2,1 cm para T y S respectivamente, siendo esta diferencia significativa ($p < 0,05$).

En la Figura 15 se presenta la evolución de la altura relativa a la altura inicial en el tiempo.

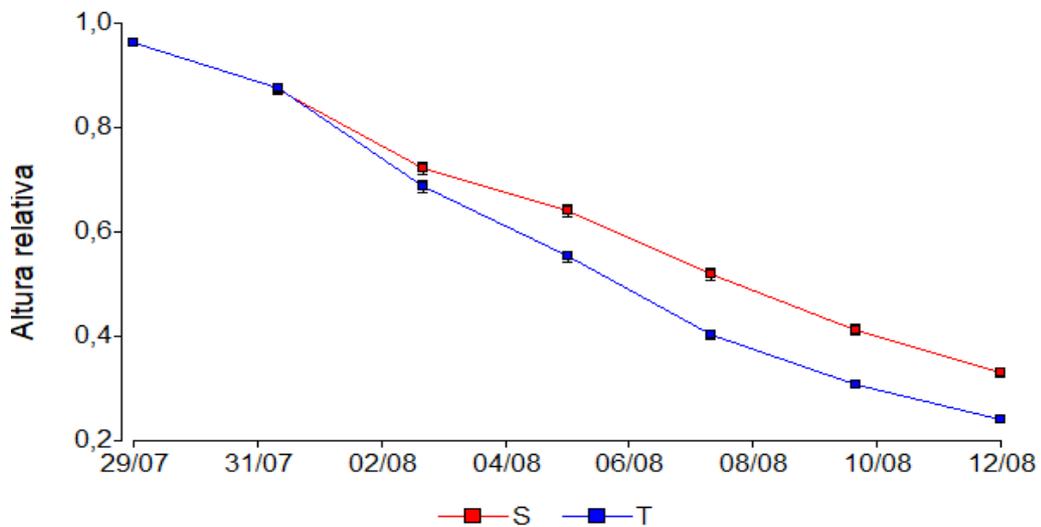


Figura 15. Evolución de altura relativa en el tiempo.

Como se mencionó anteriormente, la transformación del parámetro altura a altura relativa a la inicial es muy relevante en sí misma, pero sobre todo porque los tratamientos comenzaron con diferencias significativas entre alturas iniciales.

En las primeras dos fechas de mediciones (29/07 y 31/07), la altura relativa de ambos tratamientos no presenta diferencias significativas entre sí. Considerando que el forraje ofrecido entre cantidad y calidad fue similar, con diferencia únicamente de la suplementación, en el transcurso de los días el tratamiento T tuvo una mayor caída en relación a la altura relativa comparado con el S. Esto fue dado por el proceso de pastoreo, en donde lo primero en desaparecer posiblemente haya sido la fracción hoja verde, la cual es la más seleccionada por los animales dada su mayor palatabilidad y preferencia (Hodgson, citado por Montossi 1996) frente a los otros componentes del forraje.

Según Hodgson, citado por Montossi (1996), como resultado del descenso en las proporciones de forraje verde, hay un aumento de los restos secos en la pastura. Estos cambios no solo corresponden al efecto del consumo animal sino también al pisoteo y deyecciones producidos por

los animales. Coincidentemente, en nuestro caso los animales tendieron a disminuir la tasa de consumo, siendo acompañado por una observación empírica pero también registrada de un aumento en la cantidad de deyecciones en los puntos de estudio a lo largo del tiempo. También los animales tendieron a disminuir la tasa de consumo, estando asociados al efecto de selección de hojas frente a los tallos y de la fracción verde frente a la seca. Es muy probable que los animales hayan seleccionado primero las mejores fracciones del forraje al inicio, para luego pasar a las fracciones menos nutritivas.

Al final del experimento se observa una mayor altura relativa para las parcelas con animales suplementados, lo cual indirectamente se asocia a un menor consumo para los animales S, dada la relación demostrada entre la disponibilidad y la altura (Figura. 13).

En la Figura 16 se observa el porcentaje de verde para cada tratamiento en el transcurso de los días del ensayo.

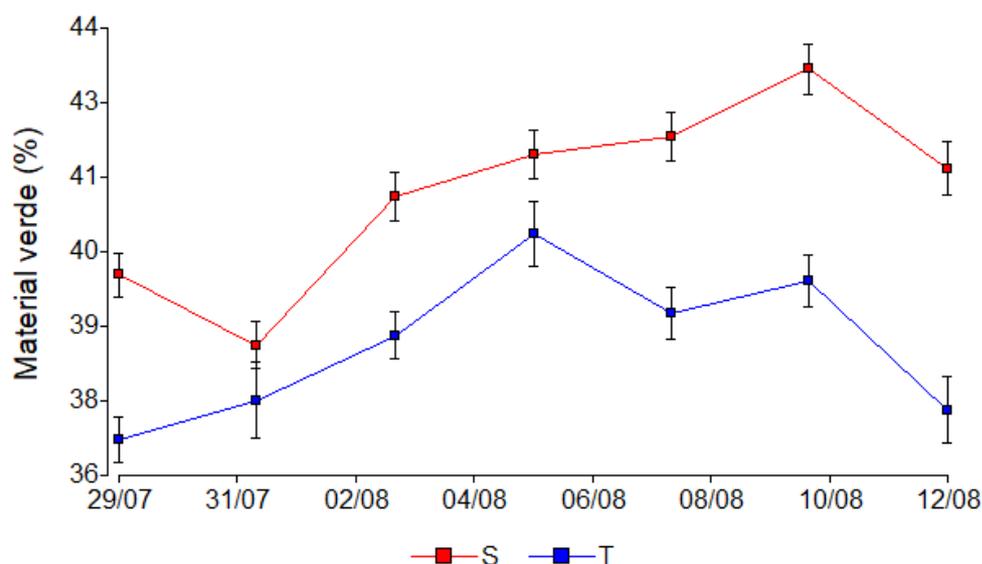


Figura 16. Evolución de MS verde en el tiempo.

A diferencia de lo observado en la evolución de altura (Figura 14) y de altura relativa (Figura 15) en donde la misma era claramente descendente y de forma homogénea, esto no se observa con las estimaciones de contenido de materia seca verde de forma visual.

El tratamiento T presentó un 37,0 % de porcentaje de materia verde al empezar el ensayo, mientras que S presentaba un 39,8 %, siendo significativamente diferentes entre sí. Es decir, al igual que lo observado para la altura, el porcentaje de verde visual inicial presentó diferencias entre tratamientos. No obstante, al igual que lo que sucedió con la materia seca inicial, en cuanto a porcentaje de materia seca verde analizada en laboratorio no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Como se observa en la fecha 31/07, la diferencia entre los porcentajes de verde no fue significativa, si bien el tratamiento S siempre se ubicó por encima de T. A grandes rasgos, la evolución de esta variable es similar para ambos tratamientos, en la que luego de la segunda fecha aumenta para ambos y entre las dos últimas mediciones en ambos descienden abruptamente. Al final del ensayo las parcelas T y S contaban con un 37,8 % y 41,5 % respectivamente, siendo significativamente diferentes ($p < 0,05$) entre sí.

Saldanha (2005), observó que en Basalto las frecuencias de pastoreo e intensidad aplicadas en sus ensayos no afectaron el porcentaje de hojas verdes en los disponibles, en este estudio, solo existía una frecuencia e intensidad de pastoreo, pero el %verde varió para ambos tratamientos al final (T = 37,8 %; S= 41,5 %).

En la Figura 17 se observa los puntos pastoreados en el transcurso de los días para ambos tratamientos.

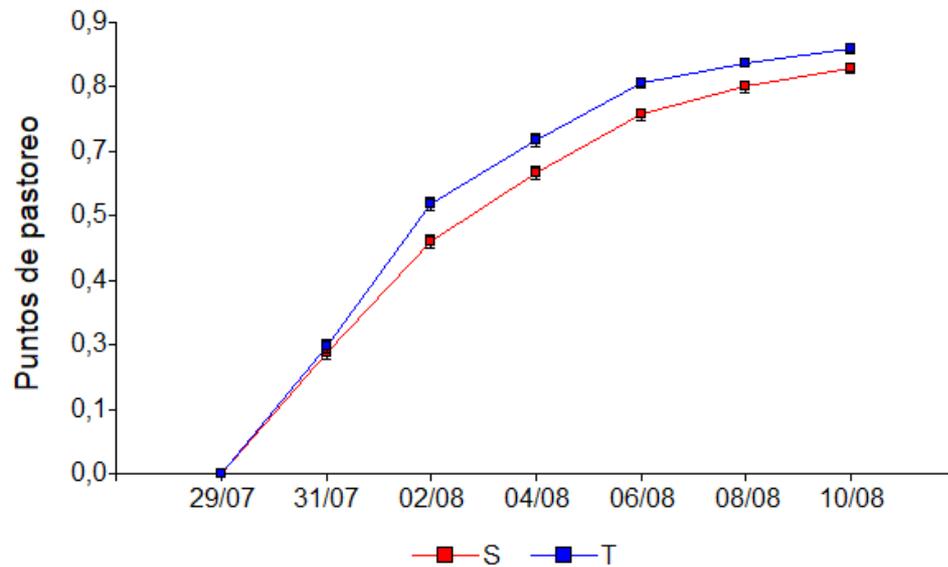


Figura 17. Evolución del número de puntos pastoreados en el tiempo.

En la gráfica se observa que los animales T fueron pastoreando un total mayor de puntos, siendo significativamente mayor ($p < 0,05$) a partir del día 02/08. Por otra parte, al final del ensayo llegaron a pastorear un 98 % y 95 % de los puntos para T y S respectivamente, lo que se considera un “pastoreo total” (o “*grazing down*”) que era el objetivo del ensayo.

Echeverría et al (2014) y Velazco et al (2009) definen a la sustitución como la cantidad de materia seca de forraje que se deja de consumir por cada unidad de concentrado consumida. Klein, citado por Algorta et al (2015), afirma que cuando se da este fenómeno, el animal deja de consumir pasto, y la respuesta al suplemento será un reflejo de la calidad del suplemento en relación a la calidad del forraje. En este estudio, el fenómeno de sustitución esperable fue observado. Aquellos animales no suplementados (T) pastorearon los puntos #ID con mayor velocidad que los animales S. Si bien los puntos en sí mismo no describen ni su altura inicial ni su estimación de materia seca en el área considerada de 6 cm x 6 cm, al contar con un diseño experimental con altísima densidad de puntos de medición, es muy probable que el número de puntos pastoreado sea un adecuado reflejo del descenso de materia seca de forraje y por lo tanto, de

su consumo por parte de los animales. Además, las observaciones realizadas en el periodo experimental son coincidentes con lo observado en la velocidad de descenso de altura, tanto en términos absolutos como relativos a la altura inicial en la que se constató que los animales T consumieron más forraje que los animales S.

7.4. BALANCE ENERGÉTICO PROTEICO Y CONDUCTA EN PASTOREO

8.4.1. Balance energía – proteína

El Cuadro 30 presenta los pesos vivos iniciales y finales de los animales (tanto llenos como vacíos), así como también la ganancia media diaria y el consumo de los animales suplementados.

Cuadro 30. Peso vivo y consumo de suplementos.

Parámetro	Parcela					
	S1	S2	S3	T1	T2	T3
PVLL inicial (kg)	147,2	146,8	147,1	146,8	143,7	149,5
PVV inicial (kg)	141,2	138,9	138,3	138,2	135,4	142,0
PVLL final (kg)	152,4	153,6	153,6	144,6	143,8	153,2
PVV final (kg)	142,0	143,6	145,1	136,3	136,2	143,8
gmd (kg/a/día)	0,069	0,389	0,569	-0,160	0,063	0,146
Consumo BF (kg/día)	7,2	7,2	7,2	-	-	-
Consumo BS (kg/día)	6,2	6,2	6,2	-	-	-

Nota: PV= peso vivo; LL= lleno; V= vacío; gmd= ganancia media diaria; BF= base fresca; BS= base seca.

La diferencia entre PVLL y PVV inicial fue en promedio 5,7 % considerando ambos tratamientos juntos. La diferencia entre estas dos medidas responde al desbaste, es decir, sobre todo el peso del contenido ruminal.

Si bien el período de evaluación es muy corto desde el punto de vista del desempeño animal y por lo tanto no son extrapolables los resultados de ganancia media diaria, igualmente se observa que la suplementación con DDGS generó ganancias con un promedio de 0,342 kg/día/animal en promedio entre los tres lotes de animales. Esto

significa que, incluso en un período de evaluación tan corto, cuyo objetivo no era evaluar el desempeño animal, la práctica de suplementación generó una respuesta positiva.

Al igual que Beretta et al (2019) que posiciona al DDGS como un suplemento de gran eficacia para lograr objetivos de alta performance en animales de recría en pastoreo sobre campo natural, se observó que los animales testigo mantuvieron su peso (0,016 kg/animal/día) mientras que los suplementados obtuvieron ganancias promedio de 0,340 kg/día/animal en un corto periodo de tiempo. Dado que se trata de animales jóvenes de recría y que la ración utilizada tiene un contenido elevado de EM y PC (Cuadro 22), se podría esperar que estas respuestas productivas se continuaran observando si el experimento hubiera tenido una duración mayor con su correspondiente carga ajustada al recurso forrajero.

En el Cuadro 31 se presentan los requerimientos de los animales para ambos tratamientos con la dieta ofrecida y su respectivo balance para energía y proteína.

Cuadro 31. Estimación del consumo, requerimientos y balance de PC y EM.

Consumo	T	S
PC (kg/animal/día)	0,249	0,588
EM (Mcal/animal/día)	6,77	9,33
Demanda		
PC (kg/animal/día)	0,154	0,156
EM (Mcal/animal/día)	1,06	1,34
Balance		
PC (kg/animal/día)	0,09	0,43
EM (Mcal/animal/día)	5,71	7,99

Nota: PC= proteína cruda; EM= energía metabolizable; T= tratamiento sin suplementar; S= tratamiento suplementadas.

Como se observa en el cuadro 31, el balance para ambos tratamientos y ambos componentes evaluados fue positivo. Para los animales T cuya ganancia media diaria fue de 0,016 kg/día/animal

(Cuadro 17) considerados valores de mantenimiento, esta está acorde al balance proteico ya que es muy cercano al cero. Los animales S aumentaron de peso (Cuadro 17), sobre todo debido a la suplementación, que le incremento la cantidad de proteína y energía de la dieta total. En ambos casos, la demanda de los animales fue cubierta por la dieta, dando un balance positivo si bien con distintos niveles de magnitud.

8.4.2. Comportamiento en pastoreo

En el cuadro 32, se presentan los resultados del comportamiento de terneras en pastoreo sobre campo natural en invierno con y sin suplemento.

Cuadro 32. Comportamiento en pastoreo de terneras sobre campo natural diferido al invierno, con y sin suplementación (% del tiempo dedicado a cada actividad).

Variable	Tratamientos	
	T	S
Pastoreo (%)	60,4 a	40,3 b
Rumia (%)	9,9 a	5,6 b
Descanso (%)	22,0 b	30,7 a
Caminar (%)	2,0 b	3,8 a
Consumo de suplemento (%)	0,0 b	7,8 a
Juego (%)	4,0 b	8,5 a
Consumo Agua (%)	1,7 b	3,3 a
Tasa de bocado (bocados/minuto)	33,8	30,6

Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Se observaron variables que presentaron mayor actividad como por ejemplo el porcentaje de animales en pastoreo, donde las S cuentan con un menor tiempo dedicado al pastoreo pudiendo haber presentado un efecto de sustitución de forraje por suplemento como ya fuera discutido anteriormente. Concordantemente, Cazzuli (2017) y Luzardo et al (2014a) reportaron un mayor tiempo dedicado a las actividades de pastoreo y rumia en

tratamientos sobre campo natural en invierno sin suplementación, en relación a animales suplementados.

Por otra parte se puede observar un comportamiento animal opuesto con respecto al descanso, juego, consumo de agua obteniendo un mayor porcentaje las S, siendo los animales que presentaron una menor proporción de tiempo dedicado al pastoreo, coincidente con lo reportado por Luzardo et al (2014a). También, en concordancia con los autores mencionados anteriormente, la tasa de bocado fue similar para animales T con respecto a los S. Cazzuli et al (2017) no observaron diferencias estadísticas en el tiempo dedicado al consumo de agua o a la rumia, lo cual en este caso no se dio.

En cuanto a la tasa de bocado no se registraron diferencias según los tratamientos T y S. Según Allden y Whittaker, citados por Roja y Torterolo (2011), cuando se limita el acceso a la pastura el animal desencadena un mecanismo adaptativo con el fin de lograr el mismo consumo de materia seca (MS), aumentando la tasa de consumo (g/min), peso de bocado (g/bocado) y/o tasa de bocado (bocado/min) y aumenta el tiempo de pastoreo efectivo (min/día). En este estudio los animales del tratamiento T y S presentaron similar tasa de bocado, lo que puede asociarse a la evolución de la altura relativa en el tiempo (Figura 15) y se puede observar con la evolución de los puntos pastoreados en el tiempo (Figura 17).

8. CONCLUSIONES

Con el diferimiento de forraje desde otoño al invierno, se logra acumular grandes cantidades de materia seca. Sin embargo, esta generalmente ve resentida su calidad reflejado por el porcentaje de tejido muerto que se acumula en todos los estratos del tapíz, tal como se observó en los resultados descriptivos de las pasturas, previo al inicio del ensayo.

Las especies más frecuentes fueron: *Nassella neesiana*; *Paspalum dilatatum*; *Cyperus spp*; *Mnesithea selloana*; *Axonopus fissifolius*, lo cual es bastante coincidente con la bibliografía que reporta situaciones de basalto.

La disponibilidad de materia seca con un diferimiento de más de tres meses osciló entre 3080 kg/ha y 3310 kg/ha. Además, se estimó una ecuación de regresión entre la disponibilidad en función de la altura del forraje que fue significativa y que demostró un alto grado de ajuste. La relevancia de esta asociación, tal como varios autores han demostrado, es la practicidad que tiene una estimación de altura, que se puede realizar con una simple regla graduada, en contraste con lo que implica estimar la disponibilidad de materia seca de forma directa.

Se constató que la disponibilidad de materia seca varía a lo largo del tapiz y que esta variación depende del tipo de parche considerado, en términos de proporción de material verde y de la altura del mismo. El estrato más cercano al suelo es siempre el que cuenta con mayor concentración de materia seca.

En cuanto al valor nutritivo de la pastura, los parches verdes tuvieron mayor contenido de proteína para todas las fracciones, lo cual también ayuda a una estimación rápida y eficaz del contenido de proteína del tapiz, al estimar “cuán verde” se observa el campo. Dentro de los parches, la fracción lámina de gramínea fue la que siempre presentó mayor contenido de

proteína. En cuanto a la fracción de tejido vegetal muerto, éste presenta el menor valor nutritivo en general.

Si bien el periodo experimental fue corto y por ende no es posible evaluar ciertos resultados (desempeño productivo o performance animal) con rigurosidad, se puede inferir que el suplemento utilizado (DDGS) es altamente aceptable en esta categoría que demanda mucha proteína. De hecho, el balance proteico y energético fue muy superior para los animales suplementados, en comparación a los animales testigo, que apenas llegaron a cubrir sus necesidades.

Durante el periodo experimental se pudo constatar que los animales sin suplementación tuvieron una mayor velocidad de consumo en cuanto a puntos pastoreados en el tiempo, así como en los kilos de materia seca de forraje consumidos totales. Esto era esperable, ya que los animales suplementados cubren sus requerimientos en parte con el forraje y en parte con el suplemento consumido, lo cual, en nuestro caso, causó un efecto de sustitución. Asociado a lo anteriormente mencionado, los animales testigo pasaron mayor tiempo pastoreando.

La velocidad de descenso de la pastura, estimada a partir de la altura relativa a la inicial fue homogénea y constante para ambos tratamientos. Animales con y sin suplementación se comportaron distinto al momento del pastoreo de un campo natural diferido desde el otoño al invierno.

El trabajo se realizó con el objetivo de aportar información para mejorar el manejo de la ganadería extensiva sobre campo natural. Esto se concretará efectivamente al ingresar estos datos como "inputs" al Sistema de Soporte a la Decisión que será diseñado más adelante por INIA.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, Y. 2004. Estimación del valor nutritivo para producción de leche. En: MIERES, J.M. (ed). Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 69-78. (Serie Técnica no. 142).
- ALGORTA, M. B.; IRULEGUY, G.; LOPEZ, I. 2015. Evaluación del uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de terneros en condiciones de oferta contrastante. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Montevideo. Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 143 p.
- AYALA, W.; BERMUDEZ, R. 2005. Estrategias de manejo en campos naturales sobre suelos de lomadas en la región este. En: MILLER, R; ALBICETTE, M. (eds). Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 41-50. (Serie Técnica no. 151).
- BEMHAJA, M.; BERRETTA, E.; JAURENA, M.; RODRÍGUEZ, A. 2009. Campo natural diferido de otoño para su utilización invernal con terneros. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 29-35. (Serie de Actividades de Difusión no. 589).
- BERETTA, V.; SIMEONE, E.; ARDUAIN, E.; REBOLLO, C.; PURTSHER, S. 2017. Evaluación del DDGS de sorgo para la suplementación estival en pastoreo de terneros destetados precozmente. En: Jornada anual de la unidad de producción intensiva de carne (19, 2017, Paysandú, Uruguay). UPIC. p. 18-25.
- BERETTA, V.; SIMEONE, A.; CASTRO, G.; FERRES, M.; LEGORBURU, G.; VICTORICA, M. 2019. DDGS, campo natural y comederos de autoconsumo: una alianza estratégica para mejorar la recría en ganado de carne. En: Jornada anual de la unidad de producción intensiva de carne (21, 2019, Paysandú, Uruguay). UPIC. p. 48-65.

- BERRETTA, E.J.; PITTALUGA, O.; BRITO, G.; FIGURINA, G.; RISSO, D. 1995. Recría de reemplazos en basalto. En: INIA Tacuarembó. Jornada unidad experimental Glencoe, 27 setiembre 1995, Paysandú, Uruguay. Recría y engorde en campo natural y mejoramientos en suelos sobre basalto. Tacuarembó, Uruguay. INIA. p. 6-13. (Serie de Actividades de Difusión no. 71).
- BERRETTA, E.J. 1996. Campo Natural: valor nutritivo y manejo. En: RISSO, D.; BERRETTA, E.J.; MORÓN, A. (eds.). Producción y manejo de pasturas. Seminario técnico, 17-19 octubre 1995, INIA Tacuarembó. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 113-127. (Serie Técnica no. 80).
- BERRETTA, E.J.; 1997. Producción de pasturas en el basalto. En: CARÁMBULA, M; VAZ-MARTINS, D; INDARTE, E. (eds). Pastura y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay. INIA p. 24-26. (Serie Técnica no. 13).
- BERRETTA, E.J. 2000. Manejo del campo natural. El País Agropecuario. 5(60): 25-28.
- BERRETTA, E.J. 2008. Produção Animal em Pastagens Naturais do Uruguay. En: Simposio de Forrageiras e Produção Animal, (3, 2008, Porto Alegre, Brasil). DALL´AGNOL, M.; NABINGER, C.; DOS SANTOS, R.J. (eds). Anales. Porto Alegre. Brasil. UFRGS. p. 55.
- BERRETTA, E.J.; BEMHAJA, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la unidad Queguay Chico. En: Seminario de actualización en tecnologías para Basalto. Montevideo, Uruguay. INIA. p 11-20. (Serie Técnica no. 102).
- CANTO, F.; MUÑOZ, C. 2016. Nutrición y alimentación de rumiantes. En: Programa de difusión tecnologica en subsector pecuario bovino para el territorio Patagonia Verde. Intervención sistémica de los planteles ganaderos de cría. p. 23-40. Chile. (Boletín INIA no. 416).

- CAZZULI, F.; SILVEIRA, C.; MONTOSI, F. 2016. Pastoreo horario para recría invernal de bovinos en la región de basalto. Montevideo, Uruguay. INIA. p 3-31. (Serie Técnica no. 225).
- CAZZULI, F. 2017. Efecto de la suplementación infrecuente y autosuministro de suplemento en la recría bovina sobre campo natural. Tesis Magister. Montevideo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 179 p.
- CAZZULI, F.; LAGOMARSINO, X.; MONTOSI, F. 2017a. Resultados y discusión de investigación en auto-suministro de ración sobre campo natural. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 19-46. (Serie Técnica no. 234).
- CAZZULI, F.; CLARIGET, J.; LARRATEA, F.; PORCILE, V.; CHALKLING, D.; MONTOSI, F. 2017b. Resultados de validación a nivel comercial de sistemas de suplementación mediante auto-suministro de afrechillo de arroz en diferentes categorías bovinas. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 47-62. (Serie Técnica no. 234).
- CARÁMBULA, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Treinta y Tres, Uruguay. INIA p. 5-10. (Serie Técnica no. 19).
- CARÁMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos: fundamentos. Tacuarembó, Uruguay. INIA. p. 241-245. (Serie Técnica no. 80).
- DI RIENZO, J.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. 2008. InfoStat, versión 2008 Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- DO CARMO, M. 2013. Efecto de la oferta de forraje y genotipo vacuno sobre la producción de la cría vacuna en campos de Uruguay. Tesis Magister. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 78 p.
- ECHEVERRÍA, J.; ROVIRA, P.; MONTOSI, F. 2014. Manejo de alimentación invernal de la recría bovina sobre campo natural. Revista INIA. (37): 14-18.

- FORMOSO, D.; 1997. Productividad y manejo de pasturas naturales en cristalino. En: CARÁMBULA, M; VAZ-MARTINS, D; INDARTE, E. (eds). Pastura y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 51-54. (Serie Técnica no. 13).
- GARCÍA, J. A. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Colonia, Uruguay. INIA. p. 1-9. (Serie Técnica no. 66).
- GARCÍA, A. 1997. Valor nutritivo de los suplementos disponibles en Uruguay. En: CARÁMBULA, M; VAZ-MARTINS, D; INDARTE, E. (eds). Pastura y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 204-217. (Serie Técnica no. 13).
- IRIGOYEN, A.; 2009. Rol de las reservas forrajeras en los sistemas ganaderos. (en línea). Montevideo. Consultado: 14 Ene. de 2021. Disponible en: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R130/R_130_46.pdf
- JAURENA, M.; BENTANCUR, O.; AYALA, W.; RIVAS, M. 2011. Especies indicadoras y estructura de praderas naturales de basalto con cargas contrastantes de ovinos. Agrociencia Uruguay. 15(1): 103-114.
- JAURENA, M.; PORCILE, V.; BAPTISTA, R.; CARRIQUIRY, E.; DÍAZ, S. 2018. La regla verde; una herramienta para el manejo del campo natural. Revista INIA. (54): 26-29.
- LAGOMARSINO, X.; LUZARDO, S.; MONTOSI, F. 2014. ¿Cómo producir terneros con más de 300 kg con edades menores a los 15 meses en sistemas ganaderos de basaltos? En: Estrategias de intensificación ganadera. Treinta y Tres, Uruguay. INIA p. 31-36. (Serie Actividades de Difusión no. 734).
- LUZARDO, S.; MONTOSI, F.; LAGOMARSINO, X. 2012. Uso de la suplementación en recrias sobre campo natural. Revista INIA. (28): 8-12.

- LUZARDO, S.; CUADRO, R.; LAGOMARSINO, X.; MONTOSI, F.; BRITO, G.; LA MANNA, A. 2014a. Tecnologías para la intensificación de la recría bovina en el basalto-uso estratégico de suplementación sobre campo natural y pasturas mejoradas. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 71-91. (Serie Técnica no. 217).
- LUZARDO, S.; CUADRO, R.; LAGOMARSINO, X.; MONTOSI, F.; BRITO, G.; LA MANNA, A. 2014b. Tecnologías para la intensificación de la recría bovina en el basalto-suplementación infrecuente sobre campo natural y pasturas mejoradas en basalto. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 93-125. (Serie Técnica no. 217).
- METHOL, M. 1997. Utilización de residuos de cosecha: una alternativa de suplementación. En: CARÁMBULA, M.; VAZ-MARTINS, D.; INDARTE, E. (Eds). Pastura y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay. INIA p. 218-224. (Serie Técnica no. 13).
- MGAP. DIEA (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones y Estadísticas Agropecuarias). Uruguay. 2019. Anuario Estadístico Agropecuario 2019. Montevideo: MGAP. 255 p.
- MONTOSI, F. 1996. Comparative studies of the implications of condensed tannins in the evaluation of *Holcus lanatus* and *Lolium* spp. swards for sheep performance. PhD. Thesis. Massey University. New Zealand. 228 p.
- MONTOSI, F.; RISSO, D.F.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 93-106. (Serie Técnica no. 80).
- MONTOSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETTA, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 49-73. (Serie Técnica no. 113).

- MONTOSSI, F.; SILVEIRA, C.; SOARES DE LIMA, M.; LUZARDO, S.; DE BARBIERI, I.; BERRETTA, E. 2010. Manejo del exceso de forraje en el período otoño-invernal: cantidad no es calidad. Revista INIA. (22): 6-10.
- NRC (National Research Council). 2016. Original Beef Cattle Nutrient Requirements Model 2016 Version 1.0.37.7.
- OLMOS, F. 1997. La productividad de pasturas en relación a los principales parámetros del clima. En: Efectos climáticos sobre la productividad de pasturas en la región noreste. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 1-12. (Boletín de Divulgación no. 64).
- OYHANTÇABAL, W.; BERGÓS, S.; GARCÍA, F.; BALDERRÍN, V. 2019. Producción ganadera climáticamente inteligente y restauración de tierras en pastizales uruguayos. En: MGAP. Anuario OPYPA 2019: Análisis sectorial y cadenas productivas. Temas de política y estudios. Montevideo: MGAP-OPYPA. p. 439-448.
- PEREIRA-MACHÍN, M.; MORALES, H.; EVIA, G.; PEREIRA, G. 2011. Manejo y conservación de las pasturas naturales del Basalto. Montevideo: MGAP-BID-IPA. p. 14-71.
- PEZZOLA, N. 2018. Heladas en la agricultura. (en línea). Buenos Aires. Consultado: 25 Ene. 2021. Disponible en: <https://inta.gob.ar/noticias/heladas-en-la-agricultura>
- PIGURINA, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETTA, E.J.; MONTOSSI, F.; PITTALUGA, O.; FERREIRA, G.; SILVA, J.A. 1998. Características del engorde a campo natural. p. 137-145. Montevideo, Uruguay. INIA (Serie técnica no. 102).

- ROJA, S.; TORTEROLO, N. 2011. Restricción en el tiempo de acceso a la pastura en terneras: efecto sobre el consumo y la digestibilidad de la materia seca, el comportamiento y el ritmo de ingestión. Tesis de grado. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. Montevideo. Uruguay. 34 p.
- SALDANHA, S. 2005. Manejo de pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. En: MILLER, R; ALBICETTE, M. (Eds). Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Montevideo, Uruguay. INIA. p. 75-84. (Serie Técnica no. 151).
- SALDANHA, S. 2011. Pasturas naturales. (en línea). Montevideo. Consultado: 18 Ago. 2020. Disponible en: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/26%20-%20Pasturas%20Naturales.pdf>
- TARAZONA, A.; CEBALLOS, M.; CUARTAS, C.; 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forraje en rumiantes. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 25: 473-487.
- TRUJILLO, A.I.; URIARTE, G.; 2003. Valor nutritivo de las pasturas. (en línea). Consultado: 13 Ene. 2021. Disponible en: http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf
- VELAZCO, J.I. 2009. Suplementación: ¿Cómo, con qué y para qué? (en línea). Consultado: 20 Ene. 2021. Disponible en: http://www.inia.org.uy/estaciones/ttres/actividadsses/2009/presentacion_velazco.pdf