

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ALTERNATIVAS DE SUPLEMENTACIÓN EN TERNERAS DE RECRÍA PASTOREANDO
VERDEOS DE INVIERNO

por

Ana Inés BERGÓS CREMONA

Julio César ERRANDONEA ALGORTA

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2020

Tesis aprobada por:

Director:

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

.....

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

.....

Med. Vet. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 22 de junio de 2020

Autores:

Ana Inés Bergós Cremona

.....

Julio César Errandonea Algorta

AGRADECIMIENTOS

A nuestros familiares y amigos por el apoyo recibido a lo largo de la carrera universitaria.

A los tutores Virginia Beretta y Álvaro Simeone, por el apoyo que recibimos y sobre todo el aprendizaje que nos brindaron.

Al personal de campo de la EEMAC que con su ayuda y dedicación se pudo llevar a cabo el trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>UTILIZACIÓN DE VERDEOS EN LA RECRÍA DE VACUNOS</u>	3
2.2. <u>VALOR NUTRITIVO DE LOS VERDEOS</u>	5
2.2.1 <u>Factores que afectan el consumo</u>	6
2.2.2. <u>Calidad, disponibilidad y altura</u>	7
2.2.3. <u>Limitantes del verdeo que afectan la performance animal</u>	8
2.3. <u>SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO – PROTEICO SOBRE VERDEOS</u>	9
2.3.1. <u>Antecedentes de respuesta a la suplementación energética</u>	10
2.3.2. <u>Antecedentes de respuesta a la suplementación proteica</u>	11
2.3.3. <u>Respuesta a la suplementación</u>	12
2.3.4. <u>Nivel de suplementación</u>	14
2.3.5. <u>Respuesta a la suplementación con grano de sorgo, DDGS de sorgo y lupino</u>	14
2.3.5.1. <u>Sorgo</u>	15
2.3.5.2. <u>Lupino</u>	16
2.3.5.3. <u>DDGS de sorgo</u>	17
2.4. <u>PRÁCTICAS DE MANEJO EN VERDEOS INVERNALES EN SISTEMAS AGRÍCOLAS-GANADEROS</u>	19
2.5. <u>HIPÓTESIS</u>	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	21
3.1. <u>ÁREA Y PERÍODO EXPERIMENTAL</u>	21
3.2. <u>SUELO</u>	21
3.3. <u>CLIMA</u>	22
3.4. <u>ANIMALES</u>	22
3.5. <u>PASTURA Y SUPLEMENTOS</u>	22
3.6. <u>TRATAMIENTOS</u>	23
3.7. <u>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</u>	23
3.7.1. <u>Manejo de pastoreo y suplementación</u>	24

3.7.2. <u>Manejo sanitario</u>	24
3.8. <u>REGISTROS Y MEDICIONES</u>	24
3.8.1. <u>Animales</u>	24
3.8.2. <u>Pastura</u>	25
3.8.3. <u>Suplemento</u>	25
3.9. <u>ANÁLISIS QUÍMICOS</u>	25
3.10. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	26
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	29
4.1. <u>TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES</u>	29
4.2. <u>CARACTERÍSTICA DE LA PASTURA</u>	30
4.2.1. <u>Biomasa disponible</u>	31
4.2.2. <u>Materia seca verde disponible</u>	32
4.2.3. <u>Altura</u>	32
4.2.4. <u>Biomasa y altura de rechazo</u>	33
4.2.5. <u>Utilización de forraje</u>	34
4.3. <u>CONSUMO DE FORRAJE Y SUPLEMENTO</u>	36
4.3.1. <u>Consumo de suplemento</u>	37
4.3.2. <u>Consumo de forraje</u>	39
4.3.3. <u>Consumo total de materia seca</u>	41
4.4. <u>GANANCIA DE PESO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN</u>	42
4.5. <u>COMPORTAMIENTO INGESTIVO</u>	46
4.5.1. <u>Actividad de pastoreo y dinámica de defoliación de la pastura</u>	47
4.5.2. <u>Tasa de bocado</u>	51
4.6. <u>DISCUSIÓN GENERAL</u>	52
5. <u>CONCLUSIONES</u>	55
.	
6. <u>RESUMEN</u>	56
7. <u>SUMMARY</u>	57
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	58
9. <u>ANEXOS</u>	75

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1.	Producción de forraje y grano de diferentes variedades de avena.....	4
2.	Composición química de la avena a lo largo de su ciclo productivo.....	6
3.	Antecedentes de trabajos de performance de terneros pastoreando forrajes de alta calidad y suplementados con concentrados energéticos.....	12
4.	Composición química de los suplementos.....	15
5.	Análisis químico de los suplementos.....	23
6.	Temperaturas, máxima, mínima y media, y precipitaciones promedio mensuales durante los meses de mayo, junio, julio y agosto.....	29
7.	Efecto de la suplementación a terneros pastoreando Blen start up con diferentes fuentes de energía y proteína sobre las características de la pastura pre y post-pastoreo y su utilización.....	31
8.	Efecto del tipo de suplemento sobre el consumo diario de MS de forraje, suplemento y total, tanto en % de peso vivo, como en kg de MS.....	36
9.	Consumo de energía metabolizable, proteína cruda y proteína metabolizable de cada tratamiento.....	38
10.	Efecto de la suplementación y del tipo de suplemento, sobre la ganancia media diaria, respuesta de suplementación y la eficiencia de conversión en terneras pastoreando avena durante el periodo de 102 días.....	42
11.	Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre el comportamiento de terneras pastoreando avena (probabilidad de hallar una animal pastoreando, rumiando o descansando entre las 10:00 a 17:30), y tasa de bocado de cada tratamiento de mañana y la tarde.....	49

Figura No.

1.	Croquis del potrero en donde se llevó a cabo el experimento.....	21
2.	Evolución de la biomasa, MS verde y altura disponible a lo largo de las semanas.....	32
3.	Evolución de la biomasa de rechazo de cada tratamiento a lo largo de las semanas.....	33
4.	Evolución de la altura de rechazo de cada tratamiento a lo largo de las semanas.....	34
5.	Evolución del % de utilización a lo largo de las semanas.....	35
6.	Evolución del consumo de forraje expresado en kg MS y % del peso vivo.....	37
7.	Efecto del tipo de suplemento ofrecido a razón del 1% del peso vivo sobre la evolución semanal de su consumo por terneros pastoreando avena a una oferta de forraje de 5% de PV (16 de mayo al 22 de agosto del 2018).....	39
8.	Aporte relativo del forraje y suplemento al consumo de MS total (kg/animal/día) de cada tratamiento.....	41
9.	Evolución de peso vivo de las terneras según tratamiento durante el periodo experimental.....	43
10.	Evolución de la altura del forraje de cada tratamiento en la semana 2.....	47
11.	Evolución de la altura del forraje de cada tratamiento en la semana 10.....	48
12.	Evolución de la actividad de pastoreo total, rumia y descanso durante el tiempo de permanencia en la parcela semanal de pastoreo.....	50
13.	Evolución de la tasa de bocado (bocados/minuto) a medida que transcurre los días de permanencia en la franja semanal de pastoreo.....	52

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la primera década del siglo XXI, Uruguay sufrió una expansión e intensificación de la agricultura, abarcando una mayor área destinada a este rubro. Los verdes de invierno constituyen un importante componente en las rotaciones agrícolas ganaderas, evitando en gran medida la erosión y degradación del suelo, determinado un sistema agrícola más sustentable. También aportan biomasa en cantidad y calidad durante etapas críticas del año, pudiéndose aprovechar estratégicamente el forraje que estos generan para la producción de carne.

La suplementación asociada a este tipo de pasturas contribuye al manejo racional del pastoreo y mejora simultáneamente la performance animal, asegurando una adecuada altura de remanente y reduciendo el efecto del pisoteo durante horas tempranas del día o en días de lluvia con el retiro de los animales.

Estos verdes presentan limitantes nutricionales, principalmente en los primeros pastoreos (otoño-invierno), reflejado en bajas ganancias de peso, tanto en ganado de recría como en engorde. Las principales limitantes son la baja relación de carbohidratos solubles/proteína de alta degradabilidad y el muy bajo contenido de materia seca, lo cual limita la síntesis de proteína microbiana y el consumo efectivo de forraje, aun a altas ofertas de forraje para el animal, con exceso de nitrógeno no proteico en el rumen y proteína rápidamente degradable.

En estas condiciones, la suplementación con concentrados energéticos ha apuntado a mejorar el balance energía/proteína en rumen y al mismo tiempo aumentar el consumo de materia seca. Existen antecedentes nacionales en donde se utilizan suplementos basados en almidón como fuente de energía (fundamentalmente grano de sorgo o maíz), reportándose ganancias máximas de 700 g/día, con terneros sobre verdes con una oferta de forraje de 5% de peso vivo (Simeone et al., 2002).

La suplementación con concentrados energéticos-proteicos mejoraría la ganancia de peso en relación a la suplementación solo concentrados energéticos, variando la magnitud de la respuesta dependiendo del aporte de proteína no degradable en rumen del suplemento. Por lo tanto la suplementación proteica podría cobrar gran relevancia al momento de mejorar la performance de animales de recría sobre estos forrajes, pudiéndose cubrir las deficiencias de proteína metabolizable, incorporándose proteína no degradable en el rumen.

Actualmente es posible contar con nuevas alternativas alimenticias tales como los granos secos de destilería con solubles (DDGS) y grano de lupino. La fuente de energía de estos alimentos no proviene del almidón, son altamente digestibles y de elevado aporte proteico. Estos suplementos energético-proteicos serían indicados para suplementar animales de recría, por lo balanceado nutricionalmente que son y por el aporte de proteína metabolizable, mejorando la ganancia de peso. Estos dos suplementos de semejantes composición química, presentan una

marcada diferencia en el sitio de degradación de la proteína, pudiendo ser ésta, determinante en la performance de las terneras.

La burlanda seca de sorgo, también conocida como DDGS (por su sigla en inglés), es un subproducto obtenido a partir de la producción bioetanol. Se caracteriza por ser un alimento con un alto contenido de materia seca, y energía metabolizable (proveniente de grasas y fibra altamente digestible) y de proteína cruda, siendo una elevada proporción de la misma (55-60% no degradable en el rumen). El aporte de proteína no degradable en rumen, podría aumentar el aporte total de proteína metabolizable para el animal.

El grano de lupino, cultivo que podría ser una opción invernal para las rotaciones agrícolas (Mera et al., 2016), se caracteriza por su alto aporte de energía metabolizable y proteína cruda, sin embargo, esta última es de alta degradabilidad ruminal (81% NRC, 1996).

La sustitución de almidón por fibra digestible en la suplementación y el uso de suplemento proteico de baja degradabilidad ruminal, podría mejorar la respuesta a la suplementación en terneros pastoreando verdeos. Ya que estudios comparativos respecto a la suplementación con sorgo y el impacto de la sustitución con proteína degradable en el rumen por proteína no degradable en el rumen, no han sido suficientemente caracterizados en terneros pastoreando verdeos, evaluando la posible respuesta a la suplementación proteica aun pastoreando sobre pasturas con alto contenido de proteína.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con sorgo, DDGS o grano de lupino sobre la ganancia de peso vivo y la eficiencia de conversión del suplemento en terneras pastoreando verdeos de invierno a una oferta de forraje no restrictiva.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 UTILIZACIÓN DE VERDEOS EN LA RECRÍA DE VACUNOS

Se considera como recría el período de tiempo que transcurre entre el destete y el primer servicio (hembras para reposición), o el momento en que los novillitos o vaquillonas ingresan a la invernada con destino a faena (Velazco, 2009).

Según Quintans (2002) la recría del ganado de carne, se desarrolla principalmente sobre pasturas naturales, siendo los principales momentos críticos de ésta categoría el primer y segundo invierno donde las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad de las pasturas como el campo natural no permiten aprovechar este período de crecimiento del animal, afectado el peso, la edad al entore y faena. Esta categoría se encuentra en la etapa más eficiente para convertir alimento en músculo y hueso, la cual no es aprovechada como tal (Pigurina et al., 1997a).

Durante el invierno la pérdida de peso en estas categorías pastoreando campo natural puede alcanzar hasta un 20% de su peso vivo, llegando a registrarse inclusive en algunas oportunidades mortandad de animales (Quintans y Pigurina, 1994).

Una opción que brinda forraje en cantidad y calidad en la época más crítica del año como lo es el otoño-invierno, es la implantación de un verdeo invernal como la avena o el raigrás (Altuve et al., citados por Borrajo y Barbera, 2011), los que complementan al campo natural y a las pasturas sub tropicales, para formar una cadena forrajera adecuada para los sistemas de recría y/o engorde (Borrajo y Barbera, 2011).

Es de suma importancia mencionar que la utilización de verdeos invernales ha cumplido un rol importante como componente de las rotaciones forrajeras en sistemas intensivos de recría y engorde de tipo pastoril, complementando el aporte de las pasturas perennes (Beretta et al., 2018). Continuando con el concepto anterior Díaz Lago, citado por Beretta et al. (2018), menciona que los verdeos de invierno, cumplen la función de “cubrir” el suelo, reduciendo el tiempo en el cual suelo permanece desnudo, disminuyendo el riesgo de erosión.

Los verdeos de avena y raigrás, presentan una curva de crecimiento invierno-primaveral que muestra diferencia en la estacionalidad de la producción. Según los requerimientos de forraje en el sistema de producción se puede elegir una u otra especie, la avena concentra su crecimiento durante otoño-invierno y el raigrás anual de crecimiento más tardío, tiene una producción invierno- primavera (Borrajo y Barbera, 2011).

En Uruguay se puede encontrar tres grupos de cultivares de avena, avena negra (*Avena strigosa*), avena amarilla (*Avena byzantina*) y avena blanca (*Avena sativa*). En el cuadro No. 1 se puede observar la producción de forraje y grano de las diferentes variedades.

Cuadro No. 1. Producción de forraje y grano de diferentes variedades de avena

Variedades	Producción de forraje (kg MS/ha)	Producción de grano (kg/ha)
<i>A. sativa</i>		
INIA		
Polaris	3585	2128
<i>A. byzantina</i>		
RLE 115	3463	1239
LE 1095a	3176	1287
<i>A. strigosa</i>		
Calprose azabache	3626	

Nota: todas las variedades sembradas en el mes de abril.

Fuente: adaptado de Perrachon (2009).

La *Avena byzantina*, se destaca por la posibilidad de siembras tempranas (febrero), ya que presenta una encañazón tardía y por ende un ciclo largo. Posee buen macollaje permitiéndole una buena adaptación al pastoreo. Estas características le permiten un largo período de pastoreo y posibilidad de cierre para la cosecha de semilla. La *Avena sativa* se caracterizan por ciclos más cortos, mayor precocidad, menor macollaje y buena producción de grano, y en cuanto a la *Avena strigosa* sus principales ventajas son el temprano y rápido aporte de forraje (Perrachon, 2009).

Animales solo pastoreando verdeos invernales, no logran altas ganancias de pesos en función de la calidad que estos presentan, sobre todo en los primeros cortes. Desde el lado nutricional las bajas ganancias diarias registradas se deben, por un lado, al desbalance en la relación energía/proteína en rumen (Elizalde y Santini, 1992), y por otro lado el bajo contenido de fibra de estos forrajes en pleno crecimiento y el elevado contenido de agua que pueden estar limitando el consumo efectivo por parte del animal y el aprovechamiento de los nutrientes (Pordomingo et al., 2007).

La utilización de estos verdeos ha demostrado que es posible en otoño lograr ganancias medias diarias en terneros de 150 kg con una asignación de forraje de 5% del peso vivo en torno a 0,500 kg (Simeone y Beretta, 2004). Esta variación en la respuesta depende de la oferta forrajera a la cual se pastorearon los verdeos, registrándose valores promedio para una oferta de forraje de 2.5% de 0,225 kg y para una oferta de forraje de 5% una ganancia de 0.521 kg

(Algorta et al., 2015). Beretta et al. (2010) evaluaron la respuesta para ofertas de forraje de 2% a 10% y obtuvieron como conclusión que la máxima ganancia de peso (0.718 kg/día) se logró con una AF= 8.7%.

2. 2 VALOR NUTRITIVO DE LOS VERDEOS

El valor nutritivo de la pastura será el resultado del consumo que el animal pueda realizar de la misma, la digestibilidad y la eficiencia de conversión de los nutrientes absorbidos (Raymond, 1969). También va a ser importante para definirlo, la composición de nutrientes (proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales) del alimento y la disponibilidad de nutrientes y energía. La eficiencia de conversión refiere a el paso de energía digestible a energía metabolizable y la eficiencia de conversión de ésta a energía disponible para la acumulación de tejidos, la producción de leche o la producción de carne (Coleman y Moore, 2003).

El valor nutritivo del forraje depende de la especie y potencial genético del material utilizado, estado de madurez a la hora de pastorear, condiciones ambientales y manejo del pastoreo (Zanoniani et al., 2000). Presenta una gran variación a lo largo del día en términos de calidad, estos cambios se deben a la pérdida de humedad y al aumento de la concentración de fotoasimilados, resultando que a igual tasa de bocado, la ingesta de nutrientes sea mayor por la tarde (Delagarde et al., 2000). Por lo tanto, pastoreos en horas de la tarde aumentaría la performance animal y la utilización de nutrientes sería más eficiente (Elizalde, 2003). Los verdeos en particular se caracterizan por tener alto porcentaje de agua, bajo contenido de fibra y alta proporción de proteína rápidamente degradable en el rumen del animal. La buena calidad y abundante cantidad de forraje aportado por los verdeos de invierno los hace fundamentales en todo establecimiento ganadero del país, ya sea para cubrir grandes carencias de pasto en otoño-invierno de pasturas naturales, como también para complementar los escasos aportes forrajeros de praderas instaladas recientemente (Zanoniani et al., 2000)

Según Baeck (2000), a lo largo del ciclo de la avena, las características químicas varían considerablemente. A medida que avanza el ciclo de desarrollo, los compuestos nitrogenados, el contenido mineral y la relación hoja/tallo disminuye, consecuentemente aumenta la fibra y la lignina (Broch et al., citados por Zanoniani et al., 2000)). Según los mismos autores los carbohidratos solubles aumentan en la medida que avanza la estación de crecimiento hasta llegar a un máximo y disminuyen debido a que comienza el llenado de grano (cuadro No. 2).

Cuadro No. 2. Composición química de la avena a lo largo de su ciclo productivo

%	20-may.	25-jun.	9-ago.	20-set.	22-oct.
MS	15,3	22,3	15,8	22,1	28,4
DMO	68,3	65,2	70,1	71,5	56,3
PB	23,1	21,2	8,06	6,44	4,75
CHOs solubles	3,7	8,2	6,5	20,7	10,6
Pared celular	46,4	47,5	46,6	43,4	57,2

MS= materia seca; DMO= digestibilidad de la materia orgánica; PB= proteína bruta; CHOS= carbohidratos solubles.

Fuente: adaptado de Baeck (2000).

Al avanzar el estado de madurez, aumenta el rendimiento, pero la digestibilidad y el consumo disminuyen, la composición química y los componentes del rendimiento (hojas y tallos) también tienen variaciones importantes (Broch et al., citados por Zanoniani et al., 2000).

2.2.1 Factores que afectan el consumo

Los factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad pueden clasificarse en: propios del animal (especie, sexo, raza, estado fisiológico, peso, salud, tiempos de consumo, y experiencias), factores sociales (cantidad de animales y jerarquías), y factores del hábitat (densidad de especies, estructura de la pastura, facilidad de acceso a los forrajes, Tarazona et al., 2012).

Los factores del hábitat que afectan el consumo de materia seca se dividen en nutricionales y no nutricionales. Entre los no nutricionales se encuentran las características morfológicas y estructurales de la pastura (altura, resistencia al corte, composición de la pastura, distribución de especies). El más importante de los factores nutricionales es la digestibilidad del forraje, a medida que ésta aumenta, el consumo también lo hace de manera proporcional (Rearte, citado por Bartaburu et al., 2003). Crampton et al. (1960) observaron que cuando la digestibilidad del forraje es inferior a 70%, se requiere aumentar el consumo para maximizar las ganancias. También el tiempo de retención del forraje consumido en el rumen es un factor a considerar ya que según Romney y Gill (2000) a medida que este aumenta, disminuye el

consumo. Según Elizondo et al. (2003) dentro de los factores no nutricionales se encuentran las características morfológicas de la pastura (altura, resistencia de corte) que influyen en la capacidad de cosecha.

La regulación del consumo y la selectividad le permite al animal mantener un balance de nutrientes adecuado según sus necesidades. Cuando la cantidad de alimento consumido no satisface los requerimientos del animal, se genera un estrés metabólico ya que no se logra satisfacer la demanda con las reservas corporales y con la concentración de nutrientes, sintiendo el animal hambre e incomodidad (Forbes, 2007).

2.2.2 Calidad, disponibilidad y altura

Según Agnusdei (2007) hay autores que consideran la calidad del forraje en función del nivel en que la pastura cubre los requerimientos de los animales para expresar su capacidad productiva.

La caída de la calidad de forraje que ocurre durante el envejecimiento de las hojas es algo común que les ocurre a todas las gramíneas forrajeras. El mismo es consecuencia, en mayor o menor grado, de la caída de la degradabilidad de la pared celular y de la exportación de compuestos solubles desde las hojas senescentes hacia aquellas en proceso de expansión (Agnusdei, 2007).

Las hojas presentan mayor calidad respecto a las vainas, ya que tienen menor contenido de lignina y mayor cantidad de carbohidratos solubles, por lo tanto aportan una mayor cantidad de nutrientes a los animales (Cherney y Cherney, 1998).

Otro componente de suma importancia que determina una buena performance animal es la disponibilidad con la que cuenta el verdeo, tal como comentan Illius y Gordon (1990), que la ingestión de forraje por animales en pastoreo es descrita por una función curvilínea, aumenta la ingesta a medida que aumenta la cantidad de forraje disponible hasta un punto de estabilización ocurrido por la saturación del animal. Carámbula (1996) determina que esta saturación se debe a que, con altas disponibilidades, la calidad del forraje es inferior debido a la acumulación excesiva de restos secos, de lo contrario a baja disponibilidad la cantidad de forraje es insuficiente, aunque la calidad sea elevada.

Distintos niveles de ingestión pueden lograrse con una misma disponibilidad, esto es debido a que el forraje puede presentarse en diferentes combinaciones de altura y densidad (Carvalho, 1997). A medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado y aumenta el peso de bocado, aumentando el consumo (Jamieson y Hodgson, 1979).

La altura de la pastura es otro componente muy importante del consumo animal y provoca gran efecto en la productividad animal y en el comportamiento ingestivo (No. de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) son afectados por la altura de la pastura. La

productividad animal y el forraje consumido empiezan a declinar cuando la altura del forraje es inferior a 6-8 centímetros ya que, bajo un pastoreo rotativo, el aumento en la tasa de bocado y en el tiempo de pastoreo no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado, teniendo como resultado una disminución en el consumo diario de forraje (Hodgson, 1990). También la altura tiene un efecto directo en la profundidad y área de bocado, determinando el consumo por bocado. A medida que aumenta la altura de la pastura, el peso de bocado aumenta linealmente (Laca et al., 1992).

Manejando la asignación de forraje es posible controlar en cierta medida el consumo por parte de los animales, al incrementar la oferta de forraje, aumenta el consumo y la selección, permitiendo consumir una dieta de mejor calidad que la ofrecida (Blaser et al., 1960).

2.2.3 Limitantes del verdeo que afectan la performance animal

El forraje fresco de los verdeos invernales es una fuente muy importante de nutrientes para los rumiantes, pero puede tener limitantes al utilizarlo como única fuente de alimento. Méndez y Davies (2002), señalan como limitantes, la variación en la producción anual de forraje, donde más del 50% de la producción total de materia seca se encuentra concentrada en el primer crecimiento otoñal y un desbalance entre proteína soluble y carbohidratos no estructurales solubles. La avena en particular, presenta marcada diferencia de oferta de forraje entre el crecimiento inicial y los rebrotes sucesivos (Amigone, 2004).

Un estudio realizado por Da Silva y Rocha (2006) en donde registraron a lo largo del día el contenido de MS de una pastura de raigrás, obtuvieron valores promedio de MS de 17.1% (siendo el mínimo 15.2% y máximo 18.8%). Al respecto Vérite y Journet (1970) plantean que una concentración de MS menor al 20 % podría provocar una disminución en el consumo voluntario del forraje que según Méndez y Davies (2002) desencadenaría trastornos fisiológicos y metabólicos llegando a ganancias de peso inferiores a las que podrían esperarse para un forraje de tan alta calidad (digestibilidad,). El elevado contenido de agua del forraje puede disminuir la palatabilidad y la aceptabilidad reduciendo el tamaño de bocado (Leaver, 1985), también podría provocar una restricción física del consumo por grandes cantidades de agua en el tracto digestivo (Butris y Phillips, 1987). Acentuando la problemática del alto contenido de humedad, Hogan y Weston (1969) mencionan que los verdeos invernales en estado vegetativo temprano, pueden llegar a alcanzar un 5% de MS.

El desbalance entre proteína soluble y carbohidratos no estructurales que caracteriza a los verdeos, planteado por Méndez y Davies (2002), puede provocar una baja tasa de síntesis de los microorganismos ruminales cuando los animales sólo consumen forraje fresco, lo cual impacta negativamente en la productividad animal (MacRae et al., 1985), produciendo una elevada pérdida de nitrógeno, causado principalmente por una disminución en la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Elizalde et al., 1996).

Un estudio realizado por Elizalde y Santini (1992) en donde evaluaron la cantidad de proteína disponible para el animal consumiendo avena en otoño y primavera, observaron que si bien el consumo de proteína bruta en otoño fue más del doble que en primavera, la cantidad de proteína metabolizable absorbida por el animal fue similar para ambas épocas. Esto es consecuencia de que en el otoño la cantidad de proteína que arriba a duodeno (en relación a la consumida) es mucho menor que en primavera. Elizalde et al. (1996), han reportado una degradabilidad en el rumen de PC mayor al 80% en avena de invierno.

La proteína soluble que tiene en exceso la avena en otoño es degradada en el rumen y produce concentraciones excesivas de amoníaco el que es absorbido a través de las paredes del tracto digestivo. Estas ineficiencias en el uso del nitrógeno producen diferentes inconvenientes:

- Una disminución de la cantidad de proteína que arriba a duodeno. Esto genera un déficit de proteína para el animal, especialmente en categorías de elevados requerimientos como terneros recién destetados y novillitos en las primeras etapas de crecimiento (Chalupa, 1975).

- El N-NH₃ no utilizado, es transformado en urea en el hígado, para luego ser eliminado en la orina, y reciclado vía saliva. Este proceso de detoxificación requiere de energía (Santini y Rearte, 1997), destinándose en menor medida para la ganancia de peso.

- La baja eficiencia en el aprovechamiento del forraje de otoño estarían asociadas a una menor absorción de propiónico, mayores pérdidas de nitrógeno y a las interacciones de estos factores sobre el balance hormonal del animal (Elizalde y Santini, 1992).

2.3 SUPLEMENTACIÓN ENERGÉTICO – PROTEICA SOBRE VERDEOS

La suplementación se define como el agregado de un nutriente a la dieta base (Pasinato y Sevilla, 2002). Son muchos los objetivos por la que es aplicada esta tecnología, según De León (2005), es para lograr aumentos en la ganancia de peso individual del animal, cuando la misma se ve condicionada por una mala calidad y baja disponibilidad de la pastura, o desbalances nutricionales de la misma. Tanto la baja productividad de las pasturas o una menor superficie de pastoreo, llevan a una baja disponibilidad estacional, conspirando contra el mantenimiento de la carga animal a lo largo del año en sistemas de producción, por lo que la suplementación permitiría aumentar la carga animal.

Otro objetivo de la suplementación en sistemas agrícolas - ganaderos, es la de promover una mayor altura de forrajes residual en cultivos de coberturas. En estos casos la suplementación se ha basado en la sustitución del suplemento por el forraje (Beretta et al., 2016).

Cuando los forrajes son la única fuente de energía y proteínas para el ganado en crecimiento, las tasas de crecimiento pueden ser inferiores a las deseadas para cumplir con los objetivos de producción. Los suplementos energéticos y proteicos se suministran para aumentar

las tasas de crecimiento, pero el aumento puede ser más o menos de lo esperado en base a la cantidad y tipo de suplemento (Moore et al., 1998).

El desbalance entre proteína soluble y carbohidratos no estructurales en los forrajes invernales, puede corregirse modificando los ingredientes de la dieta, la frecuencia y el modelo de alimentación. Esto puede lograrse reemplazando en forma parcial el forraje fresco por alimentos con una alta cantidad de carbohidratos rápidamente fermentables en rumen (Morley, Bertucci, citados por Marinissen, 2007).

La suplementación en el primer invierno de vida de los terneros constituye una herramienta muy importante en la mejora de la eficiencia del proceso de recría y de todo el ciclo productivo en su conjunto (Luzardo et al., 2012).

2.3.1 Respuesta a la suplementación

La respuesta a la suplementación se mide como ganancia de peso de los animales suplementados respecto a aquellos que no fueron suplementados bajo la misma asignación de forraje (Beretta y Simeone, 2005). Baldi et al. (2008), expresan que dicha respuesta es una variable determinada por el suplemento, el animal y la pastura, los cuales generan diversas interacciones entre sí.

Según Dixon y Stockdale (1999) hay efectos asociativos positivos, cuando los granos aumentan la digestión del forraje o la ingesta voluntaria. Esta respuesta generalmente se debe a que el grano suministrado aporta un nutriente limitante en un forraje de alta disponibilidad, pero de baja calidad.

En cambio cuando la disponibilidad de forraje no es suficiente, los animales pueden ver limitado su potencial de consumo, afectando negativamente al mismo y también su ganancia de peso. En estos casos, el suministro de un suplemento, completa la ración diaria, provocando un efecto de adición del suplemento al consumo de forraje, aumentando el consumo total. Consecuentemente los animales suplementados obtienen mayor ganancia de peso que los que no reciben suplemento (Stritzler, 2004). El mismo autor afirma que el efecto aditivo del suplemento sobre la pastura se manifiesta cuando la calidad del forraje es baja, pero a medida que la calidad de forraje aumenta, el efecto de adición se transforma en sustitución.

Según Kellaway y Porta (1993), a la tasa de sustitución, la definen como la reducción en el consumo de forraje al aumentar el consumo de suplemento, lo que puede suceder dependiendo de factores como la calidad y digestibilidad de la pastura, el nivel de suplementación, y otros propios del animal. También esta puede depender de la disponibilidad del forraje, propiedades físicas y químicas del suplemento y estado fisiológico del animal.

La tasa de sustitución puede causar una baja eficiencia en la utilización del grano, suelen ser altas en los rumiantes que consumen grandes cantidades de forraje de alta digestibilidad,

probablemente debido a los mecanismos metabólicos que controlan la ingesta voluntaria reduciendo la ingesta de forraje, y son bajas cuando los animales consumen forraje de digestibilidad baja a media (Dixon y Stockdale, 1999). Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían en valores de entre 0.5 a 1.0 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, 1972).

Como conclusión, la respuesta a la suplementación dependerá del grado que los efectos de adición y sustitución se manifiesten (Stritzler, 2004).

2.3.2 Antecedentes de respuesta a la suplementación energética

La suplementación con energía para cumplir con los requisitos y las demandas de producción, a menudo se practica durante los períodos de otoño e invierno (Caton y Dhuyvetter, 1997). Los mismos autores expresan que a bajos niveles de suplementación de energía, aumenta la utilización del forraje consumido.

Czerkawski (1986), señala que en cuanto a la digestión ruminal, los carbohidratos, tanto estructurales (celulosa, hemicelulosa, sustancias pépticas) como los no estructurales (carbohidratos solubles de las pasturas), son degradados en el rumen produciendo energía y ácidos volátiles (acético, propiónico y butírico), los que una vez absorbidos son utilizados por el animal.

La importancia de los carbohidratos solubles en la dieta de los vacunos, está en los efectos que estos producen sobre el proceso de fermentación en el rumen. En este proceso de fermentación, el rumiante obtiene más del 70 % de la energía digestible para producción y mantenimiento, y del 70 al 80 % de la proteína que arriba al intestino en condiciones normales de alimentación (Elizalde y Santini, 1992).

Dependiendo del nivel de procesamiento que tenga ese grano suministrado, la digestión se producirá en diferentes sitios. Al respecto, Huntington (1997), comunica que el almidón de los granos es mejor utilizado cuando es extensamente fermentado en rumen, ya que del almidón que llega a intestino delgado, el 45% no es absorbido como glucosa. En relación al aporte de energía que ofrecen los granos, aportan poca proteína y casi nada de fibra. Es evidente entonces que el forraje debería aportar la proteínas y fibra para complementar al grano (Pordomingo, 1999). La sustitución de forraje con granos energéticos reduce la síntesis de proteína bacteriana, cantidad de proteína consumida y favorece la captación de NH₃ ruminal (Elizalde y Santini, 1992). En animales jóvenes el aporte de proteína metabolizable, cuando se suplementa con granos de cereales, podría aún ser insuficientes para lograr mayores ganancias de peso vivo.

En el cuadro No. 3 se presentan antecedentes de experimentos nacionales, en donde se evaluó la performance de terneros alimentados con pasturas de alta calidad y suplementos energéticos. Cabe mencionar que los resultados plasmados en el cuadro fueron obtenidos mediante suplementación diaria.

Cuadro No. 3. Antecedentes de trabajos de performance de terneros pastoreando forrajes de alta calidad y suplementados con concentrados energéticos

Forraje	AF	Suplemento	Nivel supl.	Ganancia g/d	Autor
Trébol blan. festuca y lotus	s/d	Maíz entero	1%	0,607	Simeone et al. (2003)
Raigrás	2,5%	Maíz entero	1%	0,779	Cepeda et al. (2005)
Avena	2,5% 5%	Sorgo molido	1%	0,458 0,745	Algorta et al. (2015)
Avena	5%	Sorgo m. (60%), DDGS (32 %), ret. fino (8 %)	1%	0,66	Barrios et al. (2018)

2.3.3 Antecedentes de respuesta a la suplementación proteica

Pordomingo et al. (2002) señalan que los requerimientos de proteína aumentan con la intensidad y el tipo de producción animal. Los mismos autores mencionan que los requerimientos de proteína medidos como porcentaje en la dieta, son altos para animales en lactación (15- 16 %), intermedios para animales en crecimiento-engorde (12 %) y bajos para animales en mantenimiento (8-9 %). Una sub-alimentación proteica puede provocar disminución en el consumo, la ganancia diaria de peso y menor calidad de la canal (Galyean, 1996).

El uso eficiente de los recursos relacionados con la alimentación de los bovinos, implica el aporte de nutrientes en cantidad y calidad, y el balance entre ellos de acuerdo al nivel de producción buscado. Para un óptimo crecimiento de los bovinos, el aporte de proteína en la dieta debe cubrir la demanda de los microorganismos del rumen y del animal para su crecimiento y mantenimiento. Las estimaciones de los requerimientos se basan en la proteína degradable, que cubre las necesidades de la microbiota y en la proteína no degradable que junto con los

microorganismos es digerida en el intestino delgado, proporcionando la proteína metabolizable para el animal (Elizalde y Santini, 1992).

La suplementación proteica se puede llevar a cabo cuando se quiere mejorar la performance de rumiantes que pastorean forrajes de otoño de alta calidad, como ya se mencionó, estos tienen limitantes en el aporte de proteína metabolizable con exceso de nitrógeno no proteico y proteína rápidamente degradable, y el bajo contenido de carbohidratos no estructurales por lo que es necesario el suministro de proteína pasante mediante la suplementación con gluten de maíz u otra fuente para mejorar la retención de nitrógeno (Donaldson et al. 1991, Phillips et al. 1995) y la ganancia de peso (Arelovich et al., 2003).

Es de gran importancia maximizar la utilización de la proteína degradable a nivel ruminal para su conversión a proteína microbiana, ya que permitiría mejorar la eficiencia de utilización del alimento por parte del animal (Allden 1981, Arzadún et al. 1996).

El uso de proteína de sobrepaso usualmente incrementa el comportamiento productivo del animal, debido a las mayores cantidades de aminoácidos esenciales que escapan la degradación ruminal y mayor digestibilidad de estas proteínas en comparación con la proteína microbiana (Cervantes et al., 1997).

La proporción de la proteína consumida que es digerida en rumen, en forrajes frescos, es del 80 % al 90 % (Beever y Siddons, 1986) y el producto final de esta digestión es el nitrógeno amoniacal (N-NH₃). Este puede ser captado por las bacterias y utilizado para la síntesis de proteína bacteriana (Sniffen y Robinson, 1987).

Si el consumo de proteínas es excesivo, o no existen condiciones favorables para la captación de N-NH₃ en el rumen (por escasez de energía para la síntesis bacteriana), éste se perderá a través de las paredes del rumen y se eliminará como urea en la orina con un relevante gasto de energía. Las altas concentraciones y la elevada degradabilidad de la proteína en el forraje de otoño determinan una elevada digestión en rumen, provocando altas concentraciones de N-NH₃ (Rearte y Santini, 1989).

Un antecedente de suplementación proteica sobre verdeos de invierno, fue el observado por Greenquist et al. (2009), quienes suplementaron a un nivel de 2.3 % del peso vivo con granos de destilería a novillos de 330 kg que pastoreaban cebadilla, observando un aumento de 35% de la ganancia de peso, respecto al control sin suplementación (680 g/d vs. 920 g/d).

Simeone et al. (2013), suplementaron terneros de destete precoz pastoreando pradera compuesta por festuca, lotus y trébol blanco, con una ración balanceada de 19% de PC, a razón del 1 % de PV, obteniendo una ganancia de 0.91 kg/día, 0.46 kg/día más respecto a los terneros que solo consumieron forraje.

2.3.4 Nivel de suplementación

Según Pordomingo (1999), si el objetivo es obtener ganancias de peso, es necesario suplementar a razón del 1 al 1.5% del PV. Con estos niveles, el suplemento estará aportando a la dieta del animal aproximadamente el 50% del total de materia seca, y más del 60% de la cantidad de energía. Por lo tanto, con el aumento de los niveles de suplemento en la dieta, es necesario controlar el balance de nutrientes ofrecidos en el total de la dieta animal. El mismo autor, menciona que a medida que aumenta la cantidad de suplemento consumido por el animal, disminuye la cantidad de forraje fresco ingerido, teniendo como consecuencia la reducción de su efecto corrector de la oferta de nutrientes vitamínica, mineral y nitrogenada.

Stritzler (2004), Rovira (2014), concuerdan que a un nivel de suplementación de 1% es donde se obtiene la mejor respuesta biológica y económica de la suplementación en sistemas pastoriles. Si el nivel de suplementación supera ese umbral (1%), puede que se produzca un exceso de almidón que podría comprometer la digestión de la fibra en el rumen del animal, causando un descenso en la respuesta a la suplementación y provocando posibles problemas de salud, como puede ser acidosis. Por otro lado, Pordomingo (2003), sugiere que una mejora en la eficiencia de conversión de la dieta diaria total (pastura con suplemento) se manifiesta en niveles de suplementación por encima de 0,75% del PV.

2.3.5 Respuesta a la suplementación con grano de sorgo, DDGS de sorgo y lupino

Hay una gran diversidad de suplementos para el ganado. La elección depende de varios factores, entre los que se destacan el tipo de animal, la pastura, y el costo relativo del suplemento (Quintans y Pigurina, 1994).

Es de suma importancia conocer la composición química del suplemento y de la pastura, para realizar un correcto ajuste de los niveles de energía y proteína. También permite adecuar el tipo de suplemento, la fuente de proteína (nitrógeno no proteico, proteína verdadera, proteína bypass) y energía (fibra, azúcares solubles o almidón), ya sean de granos, subproductos, henos o ensilajes (Pigurina et al., 1997a).

Cuadro No. 4. Composición química de los suplementos

	Grano de sorgo	DDGS de sorgo	Grano de lupino
MO (%)	98.1	93.6	
PC (%)	7,4	30,7	27,19
NIDA x 6,25	1,9	13,5	
FDN (%)	16,1	55,3	31,45
FDA (%)	8,1	23,9	24,86
EE (%)	3,7	9,9	4,79
E. bruta (Mcal/kg)	4,38	4,99	
E. Metabolizable (Mcal/kg)	2,97	2,88	3

Fuente: modificado a partir de Beretta et al. (2018), Luna et al. (2019).

2.3.5.1 Sorgo

Al comparar el grano de sorgo con el de maíz (considerado como el mejor concentrado energético), se puede observar que la concentración de carbohidratos y lípidos es similar, pero debido a su composición química altamente variable, a la presencia del endosperma periférico más desarrollado y a la presencia de más cuerpos proteicos en el grano, que limitan la degradación bacteriana con respecto al maíz, se lo considera de menor valor nutritivo (Montiel y Elizalde, 2004). Presenta menor concentración de aceites esenciales y mayor concentración de taninos (factor que interfiere en la digestión de las proteínas con efectos anti nutricionales), respecto al maíz, estas características también afectan el valor nutritivo (Gallardo, 2007). Pordomingo et al. (2002) también manifiestan las limitantes que presenta el grano (bajo contenido de proteína y baja digestibilidad), cuando es utilizado como único suplemento, y recomiendan que puede lograr una mejor utilización, si se utiliza como suplemento de forrajes de mayor calidad, como los verdeos de invierno.

Cuando se utiliza silo de grano húmedo de sorgo, como en el caso de este experimento, una de las cosas que afectan la calidad del producto es la alta proporción de granos enteros, tendiendo a tener bajo desempeño como suplemento, debido a la baja utilización de la energía

retenida en el grano por parte de los microorganismos del rumen, a causa de la baja degradabilidad de las estructuras físicas del mismo (Acosta et al., 2007), limitando así el aprovechamiento por parte del animal (Montiel y Elizalde, 2004).

Mediante el molido del grano, se logra aumentar la velocidad y el grado de digestión del almidón, aumentando en el valor alimenticio del mismo (Mader y Stock, 2005). Al maximizar la degradación ruminal del almidón, se logra una máxima absorción del orden de 45% en el tracto digestivo (Philippeau et al., 1999).

Por la gran adaptabilidad a ambientes marginales y a la rusticidad que presenta el cultivo de sorgo, respecto al maíz, lo hace un grano de mayor accesibilidad (Montiel y Elizalde, 2004).

Según Beretta y Simeone (2008) en experimentos realizados en la UPIC, en un sistema pastoril, con asignaciones de forraje en verdeo de invierno entre 2,5 y 3% del PV animal y una suplementación con sorgo molido al 1% del peso vivo, obtuvieron ganancias de 0,550 kg/día.

2.3.5.2 Lupino

Es de destacar la poca o inexistentes experiencias de suplementación de bovinos en pastoreo con lupino, en Uruguay como en la región. Se destacan trabajos realizados con ovinos en el país en los que se busca aumentar la tasa ovulatoria (Aroztegui y Olivera, 2012).

Por su condición de leguminosa invernal, el lupino podría ser incluido en rotaciones agrícolas ganaderas, ya sea por la producción de un grano comestible de gran valor nutritivo, por la gran contribución de nitrógeno que aporta al sistema y por su gran adaptabilidad a suelos con baja concentración de fósforo (Mera et al., 2016).

Las variedades dulces han permitido incorporar el grano de lupino en la alimentación animal, donde se valora principalmente por su aporte proteico (Mera et al., 2016). A diferencia de otras variedades de lupinos, el lupino australiano (*Lupinus angustifolius*) no acumula alcaloides en el grano, evitando que se quede amargo y, en consecuencia, rechazado por el ganado (von Baer, 1990).

Dependiendo de la especie, el lupino se acerca al contenido proteico del grano de soja que está alrededor de 39%, e incluso puede superarlo, el cual es muy influenciado por el ambiente, de manera que puede variar en forma considerable de una localidad a otra y de una temporada a otra (Mera et al., 2016).

Experiencias realizadas por INIA-Canllanca señalan que el grano de lupino blanco y australiano pueden ser utilizados enteros en engorde de novillos. En uno de los experimentos que comparó lupino australiano entero con molido en novillos Aberdeen Angus que se alimentaron con ensilaje de praderas a discreción y cantidades de concentrados al 1% del peso vivo, se observó mayor incremento de peso en aquellos animales que consumieron el grano de lupino

entero (Catrileo y Rojas, 1994). Los mismos autores en el 1995 compararon el grano entero y molido en raciones de engorde de novillos y vaquillonas, determinando que la molienda del grano no se traduce en ventajas productivas ni tiene efectos sobre el incremento de peso (1,004 vs. 0,988 kg/animal/ día), consumo, ni eficiencia de conversión del alimento, pudiendo incorporarse a raciones de engorde de novillos y vaquillas, menores a 24 meses de edad.

En un estudio realizado por Catrileo et al., citados por Rojas (1996) suplementando ovinos con grano entero de lupino australiano, a razón de 0.5 kg diarios por oveja, obtuvieron ganancias de 300 gramos/oveja/día mientras que el testigo se mantuvo en su peso. Además se observó que los animales se acostumbraron fácilmente a la suplementación con este grano y mostraron avidez por el mismo. Dadas estas características el grano puede complementar raciones de engorde de vacunos y ovinos, y constituye un excelente suplemento durante el entore y posteriormente, en el último tercio de gestación y lactancia.

2.3.5.3 DDGS de sorgo

En Uruguay se realiza la transformación de grano de sorgo en etanol desde hace varios años, en donde se obtiene una importante producción de biocombustibles. En este proceso se generan co-productos que se utilizan para la alimentación animal. Según ALUR a partir de diversos granos ricos en almidón se obtienen DDGS (granos secos de destilería con solubles), DWGS (granos húmedos de destilería con solubles).

Estos productos generalmente se caracterizan por tener una mayor cantidad de proteínas, grasas, FDN y cenizas, y una menor cantidad de almidón, que los granos utilizados como fuente (Linn et al., 1998).

El contenido de proteína del DDGS varía dependiendo de la cantidad de solubles agregados en el proceso, lo que afectará la solubilidad y degradabilidad de las proteínas en el rumen (Belyea, 1994). Según Kalscheur y García (2004), este producto contiene aproximadamente un 10% más de energía que grano de maíz, 30% de proteínas, 10% de grasa y 1% de fósforo.

Los verdeos tienen elevados contenidos de PB pero son deficientes en el aporte de proteína metabolizable intestinal, por lo tanto los DDGS por su alto contenido de proteína no degradable en el rumen (PNDR) serán un recurso importante para la suplementación de los forrajes de alta calidad (Arroquy et al., 2014). Cuando estos sub productos se suministran con otros alimentos que contiene los mismos nutrientes, pueden provocar excesos dietéticos de nitrógeno y fósforo, desencadenando una mayor excreción de nutrientes, es por esto que se recomienda que los granos de destilería se utilicen para complementar los alimentos con un perfil de nutrientes complementarios (Kalscheur y García, 2004).

Los factores que afectan el contenido de PNDR de estos suplementos incluyen el tipo de grano usado, técnica de laboratorio utilizada, la cantidad de solubles agregados, y el método

de secado (temperatura y tiempo, Linn et al., 1998). Incrementos en el nivel y proporción de PNDR impacta positivamente sobre la productividad animal, principalmente cuando se desean alcanzar niveles elevados de producción (Gutiérrez-Ornela y Klofeinstein, 1991).

Klopfenstein et al. (2008), Leupp et al. (2009), detectaron una disminución del consumo de MS total a medida que se incrementó el nivel de inclusión de burlanda en las raciones y aumenta la ganancia de peso (MacDonald et al., 2007). En condiciones de pastoreo o en dietas a base de forraje voluminoso los subproductos de granos destilados son excelente fuente de proteína, energía, y minerales para suplementar categorías de cría, recria y engorde (Arroquy et al., 2014). Pueden ser un suplemento para acompañar el consumo de forraje cuando se vea limitada su disponibilidad para aumentar el crecimiento animal (Morris et al., 2005).

Jenkins et al. (2009) al suplementar novillos consumiendo campo natural de baja calidad con cuatro niveles de DDGS, observaron un incremento lineal en el aumento de ganancia diaria en respuesta a la suplementación hasta 0,75% del peso vivo. En un estudio similar con novillos pastoreando un forraje de baja calidad, Gadberry et al. (2010) observaron que en el nivel más alto de suplementación de DDGS (1,2% del PV), obtuvieron una ganancia de 0.832 kg/día.

Loy et al. (2003), probaron dos niveles de suplementación y tanto con niveles bajos y altos de suplementación, las vaquillonas alimentadas con DDGS obtuvieron una mejor ganancia diaria promedio y conversión del alimento, que las alimentadas con maíz rolado en seco.

A medida que aumenta el nivel de consumo de los granos de destilería se incrementa el contenido de grasa, que reduce linealmente el consumo (MacDonald et al., 2007) y puede llegar a afectar negativamente la digestión de la fibra (Hess et al., 2008). Con niveles superiores al 1% PV de GD el contenido de lípidos en la dieta puede comenzar a limitar la productividad animal y reducir la eficiencia del suplemento mediante un efecto depresor en la digestibilidad de la fibra y el consumo de forraje que no compensa el incremento del consumo de energía a través de la grasa ingerida (Doreau y Chilliard, 1997).

En un estudio similar Gustad et al. (2006) observaron una disminución lineal en el consumo de rastrojo de maíz por la suplementación con grano de destilería, y sugieren que niveles superiores de suplementación al 1.1% no aumentarían significativamente la ganancia de peso.

La suplementación con GD aumenta la ganancia de peso tanto en forrajes de baja como de alta calidad (Morris et al. 2005, MacDonald et al. 2007) en respuesta al incremento en proteína metabolizable y energía (Islas y Soto-Navarro, 2011).

Islas y Soto-Navarro (2011), suplementaron con granos de destilería en pastoreo de verdeos invernales y concluyeron que una suplementación hasta 0.6% del PV aumentó el consumo de lípidos sin efectos adversos sobre la digestión de la FDN.

2.4 PRÁCTICAS DE MANEJO EN VERDEOS INVERNALES EN SISTEMAS AGRÍCOLAS-GANADEROS

Debido a la expansión agrícola, principalmente al cultivo de soja en la última década y consecuentemente a las exigencias del plan de uso y manejos de suelos (MGAP. DGRN, 2017), aumenta el área de verdeos de invierno debido a la incorporación en las rotaciones agrícolas como cultivos de cobertura, principalmente de avena y raigrás (Beretta et al., 2018). En estos sistemas la principal función de estos cultivos es la de conservar el suelo (Artigas y García, 2012), por ende, será viable su utilización como forraje, siempre y cuando no se afecte el siguiente cultivo en la rotación. En este contexto se tendría que realizar el pastoreo con intensidades bajas a moderadas y con una humedad en el suelo por debajo de capacidad de campo (Venanzi et al., s.f.). Beretta et al. (2018), concuerdan que con estas intensidades de pastoreo (5 kg de MS/100 kg de PV animal), se contribuye a mantener la altura y cobertura recomendadas para la sustentabilidad de cultivos de cobertura. Otros autores recomiendan el pastoreo con categorías livianas (Rovira et al., 2014).

Mediante la suplementación también se puede contribuir en este sentido. Cuando se suplementa a cargas moderadas, los animales van a realizar una sustitución de forraje por grano. Esta práctica empeorará la eficiencia de conversión del suplemento, pero va a permitir combinar buenas ganancias individuales y adecuada altura de forraje (Beretta et al., 2016).

Otra práctica que toma gran relevancia, es la de retirar a los animales durante la noche para retornar a la pastura luego de que “se levante el rocío”. A través de esta, se evitan en cierta medida los efectos del deterioro de la condición del suelo, que pueda dificultar la siembra posterior en el sistema de siembra directa (Beretta et al., 2018).

Esta práctica se puede llevar a cabo ya que es esperable que los animales no empeoren en gran medida su performance, debido a que según Chilibróste et al. (2007), dependiendo la cantidad de horas de acceso a la pastura y de ayuno que tengan los animales, mediante cambios de comportamiento ingestivo, los animales podrán compensar el menor tiempo de acceso a la pastura, siempre y cuando la asignación forrajera no sea limitante.

Afirmando el concepto anterior, Soca (2000) registró aumentos en el tamaño de bocado y el tiempo de pastoreo total (disminuyendo la cantidad de estaciones de pastoreo, pero de mayor duración), para vacunos pastoreando gramíneas, luego de un ayuno previo al pastoreo. Concordando con el autor anterior Patterson et al. (1998) comentan que cuando se realiza un ayuno de 13 horas previo al pastoreo, el peso de bocado se incrementa y la tasa de bocado es levemente inferior, respecto de ayunos más cortos.

Discrepando con los resultados anteriores Barrios et al. (2018), obtuvieron diferencias de ganancia de peso cuando se realizó un encierre nocturno (17.5 horas), respecto a los terneros que realizaron un pastoreo libre (0.522 kg/d). Los animales que se le impidió el acceso a la pastura por la noche obtuvieron una ganancia media diaria 22 % inferior.

2.5 HIPÓTESIS

La suplementación a terneras pastoreando verdes de invierno a una asignación de forraje de 5 kg de MS cada 100 kg de peso vivo, mejora la ganancia media diaria de peso vivo, sin embargo, la magnitud de dicha respuesta puede variar según el tipo de suplemento

La suplementación energética (sorgo molido) a terneras pastoreando avena, incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementación.

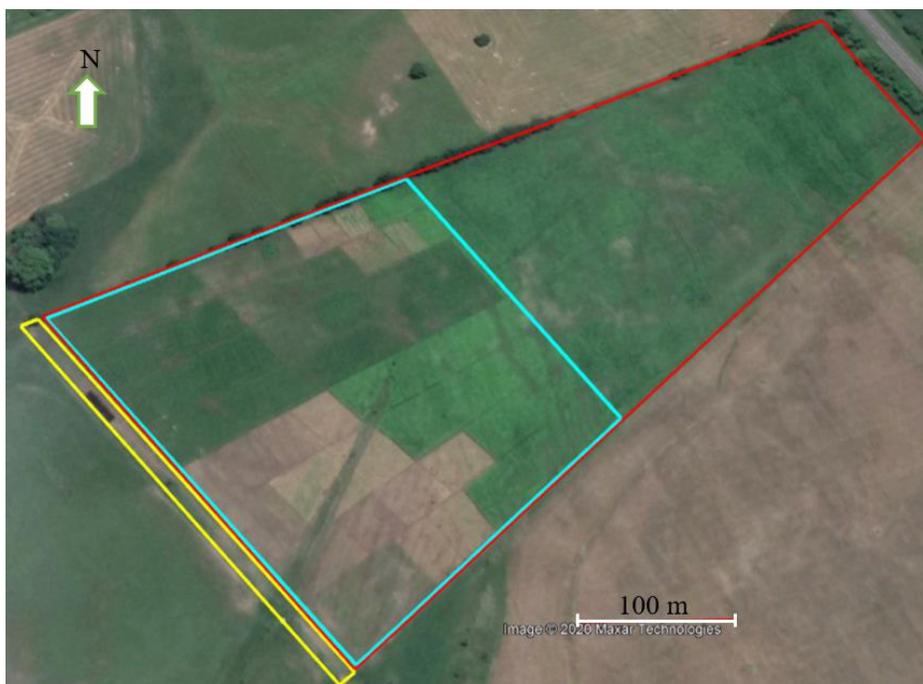
La suplementación con concentrados energéticos-proteicos mejora la ganancia de peso en relación a la suplementación solo con sorgo, variando la magnitud de la respuesta dependiendo del aporte de proteína no degradable en rumen del suplemento (burlanda de sorgo vs. lupino).

La respuesta a la suplementación está mediada por cambios en las relaciones de sustitución/adición de forraje por suplemento y cambios en el patrón de comportamiento ingestivo de los animales que afectaron el consumo total y balance de nutrientes en cada manejo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado en la Unidad de Producción intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, ubicada en el kilómetro 363 de la ruta nacional No. 3, en el departamento de Paysandú. El período experimental fue comprendido entre el 16 de mayo al 22 de agosto del 2018, precedido de 4 días de acostumbramiento.



Referencias: línea roja, delimita las 13,9 ha del potrero donde se sembró el verdeo. La línea celeste indica el área donde se realizó el pastoreo y la línea amarilla indica donde se encontraban los encierros nocturnos.

Figura No. 1. Croquis del potrero en donde se llevó a cabo el experimento

Fuente: Google earth.

3.2 SUELO

El área experimental se encuentra sobre la formación Fray Bentos, dentro de la unidad San Manuel, en suelos de tipo brunosoles éútricos típicos de textura limo arcilloso, de drenaje moderado, se encuentran suelos asociados de tipo brunosoles éútricos lúvicos y solonetz

solodizados melánicos. Presenta un relieve de lomadas suaves, pendientes moderadas y como material generador, sedimentos limosos consolidados (Durán, 1991).

3.3 CLIMA

Las precipitaciones acumuladas del período de experimento fueron de 551.4 mm, la distribución en los meses fue en mayo de 28,4 mm, en junio 11,5 mm, en julio 106.7 mm y en agosto de 104,8 mm. La temperatura media máxima fue de 16,55 °C y la mínima media de 7 °C (Estación meteorológica EEMAC).

3.4 ANIMALES

Se trabajó con 32 terneras Hereford nacidas en primavera del 2017 con aproximadamente 8 meses de edad, provenientes de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, las cuales se encontraban previo al experimento consumiendo una ración balanceada de destete precoz. Al inicio del experimento tenían un peso promedio de 165,1 ±3,8 kg.

3.5 PASTURA Y SUPLEMENTO

La pastura utilizada fue una mezcla comercial Blend start up 100 de la empresa Gentos, compuesta por *Avena bizantina* y *Lolium multiflorum* (75 y 25 % respectivamente), sembrada en una superficie de 13.9 ha, de las cuales se utilizaron 8.8 ha en el presente experimento. Es importante mencionar que, durante el período experimental, el aporte del raigrás fue de escasa relevancia. Previo a la siembra se realizaron dos pulverizaciones una con glifosato + amina y picloram y la segunda glifosato + amina. La siembra se realizó el 12 de marzo a una densidad de 60 kg/ha. Ya instalado el experimento el 21 de mayo se realizó una pulverización con amina, picloram y un aceite. Se realizaron dos fertilizaciones, pre siembra de 100 kg de 18-46-0 y la segunda fertilización el 4 de agosto con urea azufrada.

Fueron utilizados tres tipos de suplementos: grano húmedo de sorgo molido, grano seco de destilería con solubles de sorgo (DDGS por su sigla en inglés) proveniente de la planta de ALUR en Paysandú y grano lupino partido (*Lupinus angustifolius*, proveniente de la estancia “El Cerro”).

En el cuadro No. 5 se presenta la composición química de cada suplemento.

Cuadro No. 5. Análisis químico de los suplementos

	Grano de sorgo	DDGS de sorgo	Grano de lupino
MS (%)	89.16	88.32	90.39
PC (%)	9.56	34.19	33.22
NIDA % x 6,25	3.39	13.32	3.07
aFDNmo (%)	32.18	50.10	34.20
FDAmo(%)	10.51	22.80	20.00
EE (%)	2.04	5.69	5.74
C (%)	5.24	5.24	4.88

Todos los valores son expresados en base seca. Materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro con amilasa y corregida por cenizas (aFDNmo), fibra detergente ácido corregida por cenizas (FDAmo), cenizas (C).

3.6 TRATAMIENTOS

Los 32 animales fueron asignados en forma aleatoria a ocho grupos, y estos a uno de cuatro tratamientos difiriendo en la suplementación, resultando en dos repeticiones por tratamiento, cada repetición integrada por 4 animales pastoreando una parcela independiente.

Tratamiento testigo: pastoreo sin suplemento

Tratamiento sorgo: pastoreo más suplementación con sorgo grano molido.

Tratamiento DDGS: pastoreo más suplementación con DDGS.

Tratamiento lupino: pastoreo más suplementación con lupino partido.

En los tres tratamientos suplementados, el suplemento fue ofrecido diariamente a razón de 1 kg de MS cada 100 kg de peso vivo.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El periodo experimental tuvo una duración de 102 días. En los primeros 4 días se realizó el acostumbramiento al nuevo suplemento, sustituyendo la ración de destete precoz que previamente consumían por el nuevo suplemento a razón de 25% por día. El total ofrecido fue siempre al 1% del PV.

3.7.1 Manejo del pastoreo y la suplementación

Todos los tratamientos pastorearon con una oferta de forraje de 5 kg de MS cada 100 kg de PV, regulando el área de la parcela en base a la materia seca disponible y al último peso vivo promedio registrado para cada repetición. Se realizó pastoreo rotativo en franjas de 7 días de ocupación y con encierro nocturno, realizado a partir de las 17:30 hasta las 10:00 h del día siguiente, momento en el que retornan al pastoreo. Los corrales de encierro nocturno (uno por repetición) ubicados contiguos a la pastura de avena y delimitados por alambre eléctrico, contaba cada uno con un área de 320 m² promedio (80 m² por ternera), un bebedero en el cual se suministraba agua diariamente, y un comedero de 45 cm de frente de ataque por animal. Cabe destacar que todos los corrales contaban con una pendiente adecuada, evitando la acumulación de barro.

El suplemento se suministró a los respectivos tratamientos en los corrales, por la mañana, una hora antes de la salida al pastoreo. La cantidad en base seca fue ajustada cada semana en función del cambio de peso de los animales y el contenido de MS de cada alimento, determinado en el laboratorio mediante el secado de muestras durante 48 horas en estufa a 60°C.

3.7.2 Manejo sanitario

El 13 junio se dosificó con un antiparasitario interno, fosfamisol, a todo el rodeo. Puntualmente el 11 de julio debido a una enfermedad infecciosa llamada actinobacilosis, conocida como lengua de palo, presente en una ternera se le suministró antibiótico; y el 21 de julio se suministró en el agua a todos los lotes, metinal yodo concentrado como uso preventivo de esta enfermedad, a razón de 1 litro cada 2000 litros de agua.

3.8 REGISTROS Y MEDICIONES

3.8.1 Animales

Los animales fueron pesados cada 14 días, temprano en la mañana con previo ayuno de 12 horas, sin acceso al agua, sin orden de ingreso predeterminado, mezclados todos los tratamientos.

El comportamiento ingestivo de los animales, fue evaluado los días 2, 4 y 6 de las semanas 2 y 10, registrándose las actividades de pastoreo (búsqueda y efectivo), rumia (parado o echado) y descanso (parado o echado), cada 10 minutos en el período de las 10:30 hasta las 17:30 h. La tasa de bocado se midió en la primera sesión de pastoreo de la mañana y tarde, como el No. de bocados realizados en 1 minuto.

3.8.2 Pastura

Se determinó semanalmente la altura y biomasa de forraje disponible, para ajustar la oferta de forraje mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El mismo consistió en el marcado de una escala de tres estratos, en función de la cantidad de biomasa aérea, con repetición, las que fueron cortadas con tijera al ras del suelo utilizando un cuadro de 30 x 30 cm. En base a dichas escalas, se realizaron 50 registros de apreciación de la biomasa por parcela, en forma aleatoria a efecto de determinar la frecuencia de aparición de cada punto de la escala. Sobre las muestras de cada escala se registró por apreciación visual la proporción de restos secos y suelo desnudo, mientras que la altura fue registrada en cinco puntos de la diagonal. Las muestras fueron secadas durante 48 horas en estufa a 60°C y conservadas para su posterior procesamiento para análisis químico.

El consumo de forraje en cada parcela fue estimado en las semanas pares a partir de la diferencia entre la biomasa de forraje presente en la parcela previo al pastoreo y el forraje remanente a la salida de cada parcela (método agronómico = forraje desaparecido, Moore, 1994). En cada parcela de pastoreo se tomó una muestra del forraje consumido mediante la técnica hand-clipping, que consiste en simular en área adyacente el efecto de pastoreo animal, cortando el forraje de forma tal que el residuo sea similar al dejado por el mismo.

El patrón de defoliación durante el tiempo de permanencia en la parcela, se caracterizó en las semanas 2 y 10 durante 7 días, registrando diariamente la altura del forraje disponible, finalizando con la altura del forraje a la salida de la parcela.

3.8.3 Suplemento

El consumo de suplemento fue estimado en cada parcela como la diferencia entre lo ofrecido y lo rechazado. El contenido de MS de los suplementos se determinó semanalmente, a los efectos del ajuste de las cantidades en base fresca.

3.9 ANÁLISIS QUÍMICO

Las muestras secas de forraje y suplemento fueron molidas en molino de martillo “Wiley Mill” (malla 1 mm) realizándose muestras compuestas, para la determinación del contenido de ceniza y proteína bruta (mediante sistema proximal de análisis de Wende), fibra detergente neutra y fibra detergente ácida (mediante esquema de análisis de Van Soest, 1991).

El contenido de MS se determinó por secado de la muestra a 105 °C. El contenido de cenizas se obtuvo como el residuo de la incineración de la muestra a 600 °C durante 3 horas (Horwitz y Latimer, citados por Algorta et al., 2015). Para obtener el contenido de proteína cruda, se determinó el nitrógeno total del alimento cuantificado por el método Kjeldahl, este resultado se multiplicó por el factor 6.25, el cual expresa el porcentaje de nitrógeno en la

proteína (16%) asumiendo que todo el nitrógeno se encuentra bajo forma de proteína. Los valores de FDN y FDA fueron determinados con tecnología Ankom (Fiber Analyzer 200) de forma secuencial (Van Soest et al., 1991).

3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el estudio del efecto de los tratamientos en la ganancia diaria, se ajustó un modelo estadístico lineal mixto, de heterogeneidad dependiente del peso vivo en función del tiempo de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + T_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 D_k + \beta_{1i} T_i D_k + \beta_2 PV \text{ inicial} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijkl} = peso vivo del j -ésimo grupo de animales, perteneciente al i -ésimo tratamiento en el día k

β_0 = intercepto.

T_i = tratamiento (testigo, sorgo, DDGS y lupino)

β_1 = coeficiente de regresión asociado a la medición repetida (D_k).

$\beta_{1i} T_i$ = coeficiente de regresión asociado a la medida repetida para cada tratamiento.

β_2 = coeficiente de regresión asociado a la covariable PV inicial.

ε_{ij} = error experimental.

ε_{ijk} = error de la medida repetida (dentro de grupos, entre mediciones).

Se utilizó el procedimiento Mixed del paquete estadístico SAS, considerando la auto correlación entre las medidas repetidas en el tiempo. Los coeficientes de regresión respecto a los días (ganancias diarias) de los diferentes tratamientos.

El efecto de los tratamientos sobre los componentes de la pastura, disponible, rechazo y utilización, y consumo fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. La forma general de los modelos fue:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = consumo, disponible, rechazo o utilización

μ = media general

T_i = efecto de los tratamientos

ε_{ij} = error experimental

P_k = efecto del período (semana)

$(TP)_{ik}$ = interacción entre tratamiento y semana

ε_{ijk} = error de la medida repetida

Las variables peso final, eficiencia de conversión del suplemento y tasa de sustitución, fueron analizadas utilizando Procedimiento GLM del paquete estadístico SAS, de acuerdo al siguiente modelo general:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_1 \text{ PV inicial} + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Variable medida en el j -ésimo grupo de animales, perteneciente al i -ésimo tratamiento.

μ = media general.

T_i = i -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = error experimental.

Las medidas de los tratamientos fueron comparadas usando el test de Tukey

El efecto de los tratamientos sobre el comportamiento ingestivo, se estudió a través de modelos lineales generalizados de medidas repetidas en el tiempo, asumiendo que el número de veces que un animal realiza una actividad tuvo distribución binomial, en relación al total de veces observado. La forma general de los modelos es la siguiente:

$$\text{Ln}(p/(1-p)) = \beta_0 + T_i + P_j + (TP)_{ij} + Dk(P)_j$$

P = probabilidad de rumia, descanso o pastoreo.

β_0 = intercepto.

T_i = efecto de los tratamientos.

P_j = efecto del período (semana).

$(TP)_{ij}$ = interacción entre tratamiento y semana.

$D_k(P)_j$ = efecto de los días dentro de cada semana

El efecto de los tratamientos sobre la tasa de bocado, fue estudiado a través de modelos lineales generales de medidas repetidas en el tiempo. La forma general de los modelos es:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + D_l(P)_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = tasa de bocado.

μ = media general.

T_i = efecto de los tratamientos.

ε_{ij} = error experimental.

P_k = efecto del período (semana).

$(TP)_{ik}$ = interacción entre tratamiento y semana.

$D_l(P)_k$ = efecto de los días dentro de cada semana.

ε_{ijkl} = error de la medida repetida.

En todos los casos se consideró un efecto estadísticamente significativo cuando la probabilidad de error de tipo 1 fue al 5% ($P < 0.05$).

Las medias de los tratamientos fueron comparadas mediante contrastes Tukey, evaluándose el efecto de los diferentes tratamientos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES

En el cuadro No. 6, se presentan la temperatura y las precipitaciones ocurridas durante el periodo experimental.

Cuadro No. 6. Temperaturas, máxima, mínima y media, y precipitaciones promedio mensuales durante los meses de mayo, junio, julio y agosto

	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Temp. media (°C)	15,3	10,2	10,2	11.1
Temp. media histórica (°C)	14,8 ($\pm 1,3$)	12.0 ($\pm 1,5$)	11.65 ($\pm 1,9$)	12.85 ($\pm 1,5$)
Precipitaciones (mm)	28,4	11,5	106,7	104,8
Precipitaciones medias históricas (mm)	77(± 35)	57,19 (± 50)	63,58 (± 41)	87,12 (± 86)

Fuente: EEMAC. Estación meteorológica¹

La temperatura promedio registrada durante todo el experimento, se encontró dentro de los desvíos de la serie histórica (2002-2014), por lo tanto, se puede concluir que fue un año promedio.

Existe un rango de temperaturas entre los 6°C y los 21°C, denominada de zona de confort térmico, en donde los bovinos por medio de mecanismos termorreguladores, logra mantener su temperatura interna, sin gasto de energía adicional (Shearer y Bray, citados por Leños, 2008).

También Johnson (1986), expresó que las temperaturas umbrales a las cuales vacas Holstein disminuyen la producción diaria de leche sería entre -5 °C y 21 °C, superando estos límites los animales activan mecanismos fisiológicos que les aseguran su supervivencia en desmedro de la productividad.

En el transcurso del experimento nunca se superó el umbral de temperatura anteriormente mencionado, por lo que se puede concluir que los animales no estuvieron expuestos a estrés térmico.

Tomando como referencia el registro histórico de precipitaciones, se puede concluir que en los meses de mayo y junio, las mismas fueron inferiores a la media histórica. En cambio, en

¹Facultad de Agronomía. EEMAC. Estación Meteorológica. 2018. Datos climatológicos. Paysandú. (sin publicar).

julio y agosto, las lluvias superaron las medias mensuales, sin embargo los registros pluviométricos de los cuatro meses se encontraron dentro del desvío estándar esperado para estas mediciones.

Las elevadas precipitaciones de julio-agosto, no impactaron la calidad de la pastura ni la performance de las terneras, ya que mediante el encierre nocturno se evitó en gran medida que se estropee la pastura. El barro no afectó el bienestar animal durante el encierre nocturno, ya que la pendiente, como también el área ofrecida por animal, evitaron la acumulación del mismo.

Según INIA (2018), la producción acumulada de la *Avena bizantina* LE 1095, la cual fue sembrada el mismo día que la del experimento (12/03/2018), fue de 9985 kg MS ha⁻¹, para los años 2017-2018, en donde la producción de MS acumulada al segundo corte (19/05), fue de 2244 kg MS ha⁻¹, en comparación con 2581.9 kg MS ha⁻¹ disponibles que presentaba a la fecha (21/05) la avena utilizada en el experimento. Esta comparación de producción permite inferir que tanto la temperatura como las precipitaciones no habrían afectado la producción del verdeo.

4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La composición química del forraje ofrecido durante el período experimental fue de 18.3% MS, 11.35% PC, 54,61% FDN, 28,6% FDA, 11.49% de cenizas, la digestibilidad de la MS de la pastura de 79.95% (DMS= 88.9 – (%FDA x 0,779), Di Marco, 1993), y un contenido estimado de EM de 2.878 Mcal/kg MS (EM (Mcal/kg MS) = 3,20 – 0,028 x %FDA, Rohweder et al., 1994).

Kloster et al. (1995), Carriquiry et al. (2002), Berasain et al. (2002), encontraron valores de PC superiores a los del presente trabajo, 20.7%, 17.9% y 16.7%, respectivamente, trabajando sobre verdeos de avena. Elizalde (1993) dice que para que un forraje sea balanceado en PB, tendría que tener entre un 14 y 16% de proteína.

Los valores de FDN son similares a los reportados por Carriquiry et al. (2002), Berasain et al. (2002), Pordomingo (2003), quienes encontraron que para verdeos invernales los valores van de 44% a 55%. La FDN del forraje ofrecido fue superior al 50%, valor en el cual Verité y Journet (1970) afirman que el consumo es máximo, ya que no existen grandes restricciones físicas ni metabólicas.

A pesar de que Ustarroz y De León (1999) señalan que en pasturas tiernas con porcentajes de MS menores a 25%, se observa una disminución del consumo a medida que aumenta el contenido de agua, Verité y Journet (1970) afirman que a partir de 18% de MS es cuando se comienzan a presentar problemas para obtener altos consumos.

En el cuadro No. 7 se presentan el efecto de los diferentes tratamientos sobre las distintas variables que caracterizan la pastura pre y post pastoreo.

Cuadro No. 7. Efecto de la suplementación a terneros pastoreando Blen start up con diferentes fuentes de energía y proteína sobre las características de la pastura pre y post-pastoreo y su utilización

	Tipo de suplemento				EE	P valor
	Testigo	Sorgo	DDGS	Lupino		
Biomasa de entrada (kg MS/ha)	3214.4	3032.7	2311.4	2863.3	213.9	ns
Biomasa verde (kg MS/ha)	2623.5 ^a	2483.6 ^{ab}	1873.5 ^b	2324.9 ^{ab}	149.3	**
Altura ingreso (cm)	47.6 ^a	45.4 ^{ab}	41.1 ^b	42.4 ^{ab}	1.65	**
Rechazo (kg MS/ha)	1693.6	1994.3	1492.5	1652.8	133.6	ns
Altura rechazo (cm)	21.6	24.3	21.4	22.7	0.9	ns
Utilización (%)	45.6	32.0	33.9	40.2	3.3	ns

Pastoreo en franjas de 7 días con una OF de 5 kg de MS/100 kg de PV. Pastoreo entre las 10:00 a 17:30 con encierre nocturno de los animales; suplementación diaria a razón del 1% del PV.

a, b: medidas en la misma fila seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0.05$).

Referencias: ns= probabilidad > 0.05 ; * = $P < 0.05$; ** = $P < 0.01$; EE= error estándar; DDGS (grano seco de destilería con solubles).

La materia seca total disponible y la de rechazo, la altura del rechazo y utilización de la pastura no fueron afectadas por el tratamiento ($P > 0.1$), solo se observó un efecto significativo sobre cantidad de biomasa verde y la altura de la pastura pre-pastoreo, a favor del testigo con respecto al DDGS. En todos los casos se observó un efecto significativo de la semana ($P < 0.05$) (figura No. 2), para el caso de biomasa, altura, biomasa verde al ingreso de la parcela y utilización no se encontraron diferencias significativas en la interacción tratamiento por semana, mientras que para las variables biomasa de rechazo y altura de rechazo se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$).

4.2.1. Biomasa disponible

En la figura No. 2 se muestra que la semana 8 es la de menor disponibilidad ya que es un segundo pastoreo de la franja. En cuanto a la interacción tratamiento por semana no se dieron diferencias significativas ($P = 0.2582$).

4.2.2. Materia seca verde disponible

En cuanto a este parámetro se puede observar que hay diferencias significativas ($P < 0.054$) entre los tratamientos testigo y DDGS como lo muestra el cuadro No. 7. El testigo en términos relativos fue quien tuvo menor cantidad de restos secos y más material verde, siendo esto un factor limitante ya que al ser un forraje de bajo % de MS, los animales tienen la necesidad de consumir materiales fibrosos como lo pueden ser los restos secos. La semana de medición con valores más bajos fue la semana 8 ya que es la semana con menor disponibilidad y con alto porcentaje de restos secos. En cuanto a la interacción tratamiento por semana no se presentaron diferencias significativas ($P=0.07$).

4.2.3. Altura

Las diferencias en altura de ingreso a la parcela se dan entre en testigo y el DDGS (cuadro No. 7). Las semanas que presentaron menor altura fueron la 8 y la 14 (figura No. 2), en la primera es el segundo pastoreo de la franja y en la segunda es el tercer pastoreo.

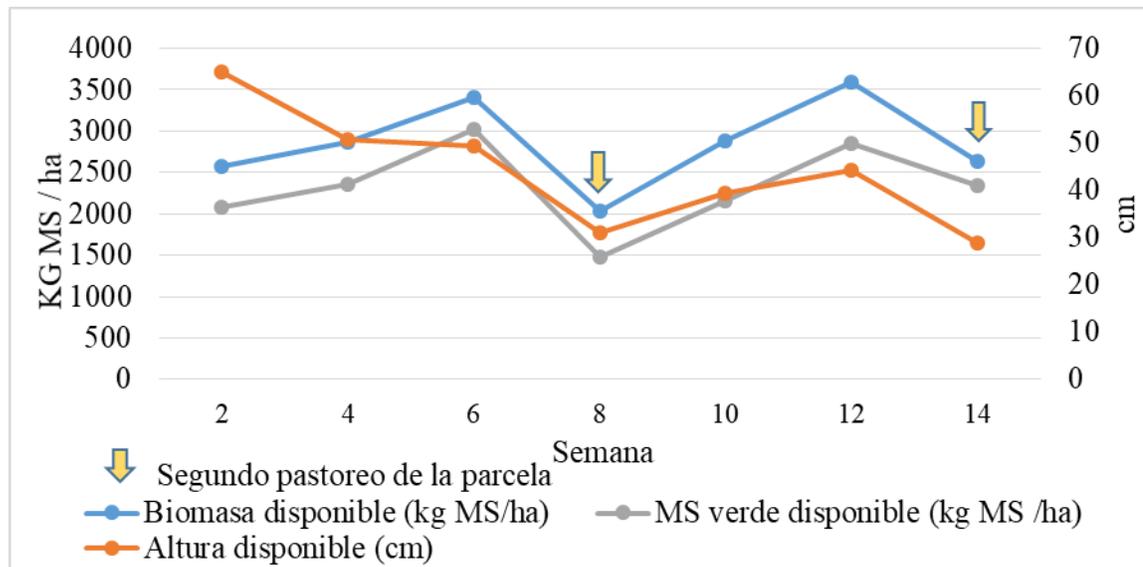


Figura No. 2. Evolución de la biomasa, MS verde y altura disponible a lo largo de las semanas

La alta disponibilidad de biomasa aérea promedio de entrada a la parcela, la cual fluctuó entre 2000 y 3500 kg MS/ha, no habría sido limitante para el consumo en ninguna de las semanas del experimento. Según datos de Hodgson (1990) a partir de los 2000 kg MS/ha de forraje, el consumo del mismo no estaría limitado por la disponibilidad. En la semana de menor disponibilidad como lo fue la semana 8 (2030.7 ± 225.6) el consumo pudo haber estado limitado por el comportamiento ingestivo, ya que según Chilibroste (1998) esto se da cuando la cantidad de forraje es baja, y el mismo está determinado según Cangiano (1996) por el producto del peso

de bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo. Cangiano (1996) señala que el peso de bocado es muy sensible a cambios en la altura del forraje por lo tanto, cuando disminuye la altura como pasa en esta semana, el animal compensa aumentando la tasa de bocado y el tiempo de pastoreo. Según Morris, citado por Bartaburu et al. (2003), la altura de entrada no limitó el consumo debido a que superó los 15 centímetros. Hodgson (1990), Gekara et al. (2005) toman como altura límite inferior del consumo potencial 9 cm y 7 cm respectivamente, mientras que en el presente trabajo la altura mínima de ingreso registrada fue 28.9 cm.

4.2.4. Biomasa y altura de rechazo

En cuanto a la biomasa de rechazo las diferencias que se dieron entre semanas fueron muy significativas ($P < 0,0002$) al igual que en la interacción tratamientos por semana ($P < 0,0208$, figura No. 3).

La altura del remanente se observó que no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($P = 0,1729$) como lo muestra el cuadro No. 7, pero sí hubo diferencias muy significativas entre semanas ($P < 0,0001$) y este efecto fue dependiente del tratamiento (interacción tratamiento por semana, $P < 0,0011$) como lo muestra la figura No. 4 en donde en la mayoría de las semanas el tratamiento testigo es quien mantiene los valores más bajos de altura (anexo No. 1).

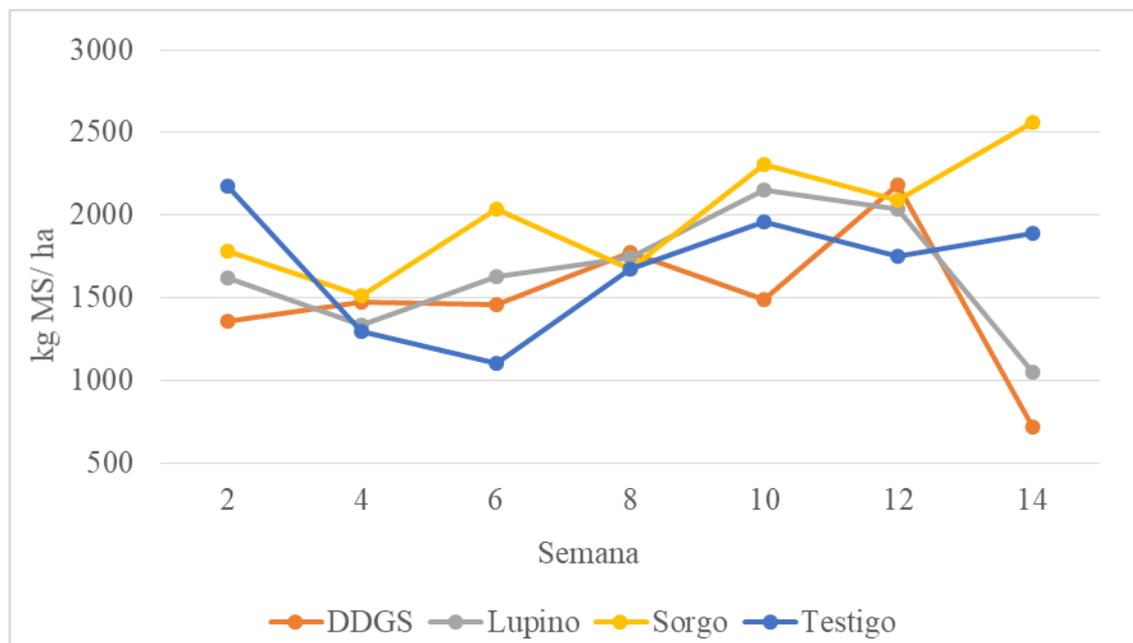


Figura No. 3. Evolución de la biomasa de rechazo de cada tratamiento a lo largo de las semanas

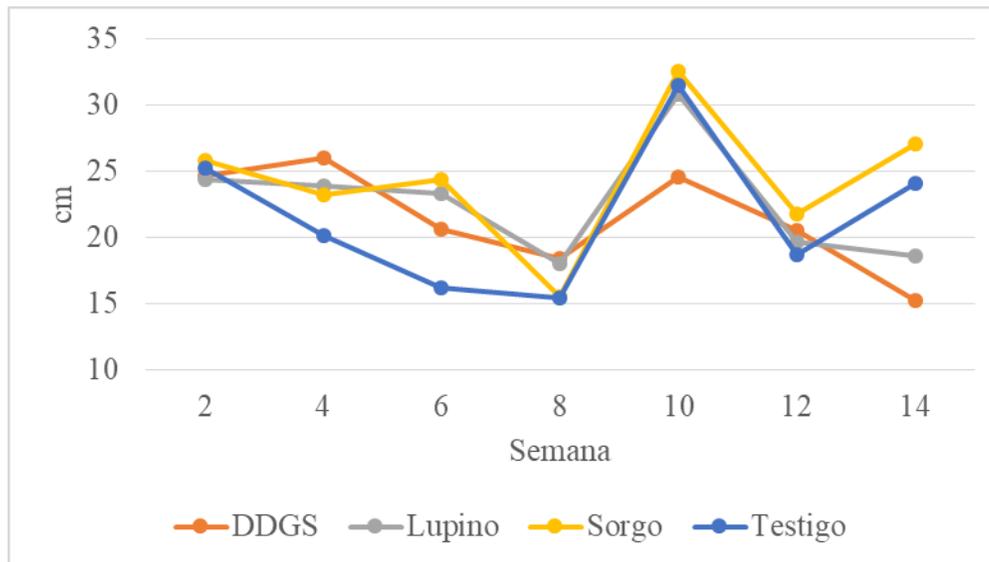


Figura No. 4. Evolución de la altura de rechazo de cada tratamiento a lo largo de las semanas

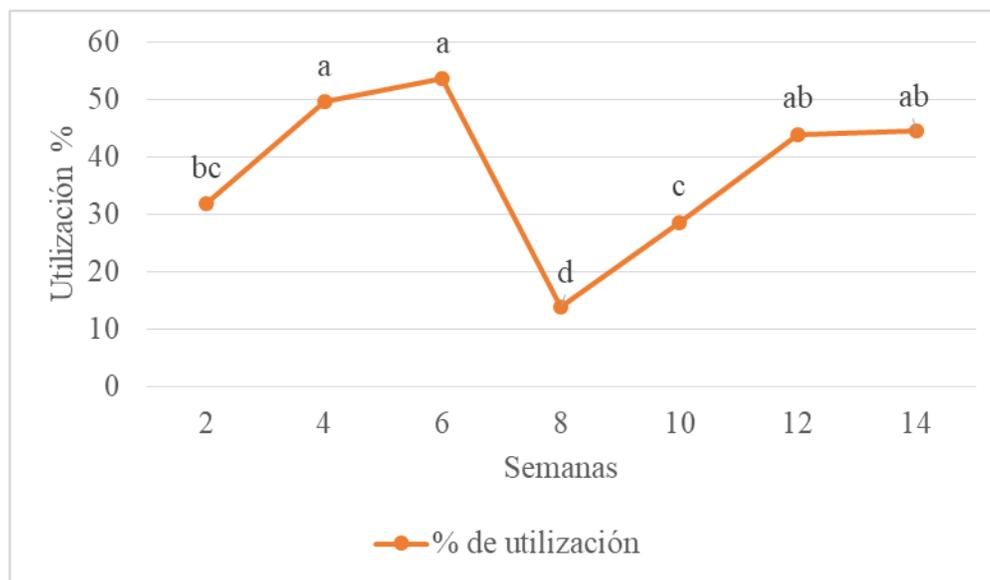
Estos parámetros serán muy importantes al momento de definir un siguiente pastoreo de la parcela, ya que condicionan el rebrote de las pasturas, dependiendo de si hay o no eliminación del meristema apical, del nivel de carbohidratos y del área foliar remanente con eficiencia fotosintéticamente activa (Cangiano, 1997). Por lo tanto la acumulación neta de materia seca durante el rebrote varía según la intensidad de pastoreo (Parga y Nolberto, 2006). Según Zanoniani et al. (2000) la altura remanente al retirar el ganado no debe ser inferior a 5 cm dada la dependencia de los verdeos del área foliar remanente para el rebrote, por su escasa capacidad de acumular reservas. Como lo muestra la figura No. 4 ninguno de los tratamientos tuvo como limitante la altura del forraje remanente para su posterior crecimiento.

4.2.5. Utilización del forraje

Si bien el testigo presentó mayor porcentaje de utilización en comparación a los tratamientos suplementados, no hubo efecto estadístico del tratamiento sobre la utilización del forraje ($P < 0.115$, cuadro No. 7). En función de los antecedentes, era de esperar que el testigo que se encontraba sin suplementación tuviera esta respuesta de mayor utilización, ya que según lo reportado por Carriquiry et al. (2002), Bartaburu et al. (2003), al suplementar disminuye significativamente la utilización del forraje, debido a la sustitución de forraje por concentrado. Según Hodgson (1990), para una asignación de forraje de 5% la eficiencia de utilización no supera el 50%, los resultados también concuerdan con lo dicho por Elizalde (2003), reportando que con una AF del 5% sobre pasturas de calidad no se pueden esperar utilidades mayores al 45%, teniendo como máxima utilización en este trabajo en el tratamiento testigo 45.64% de utilización.

En la figura No. 5 se presenta una diferencia muy significativa ($P < 0.0001$) en el efecto semana. En la semana 2, el bajo porcentaje de utilización pudo deberse al bajo contenido de MS del verdeo, en el período de acostumbramiento (semana previa al primer pastoreo), se registraron copiosas lluvias, tal como menciona Orskov (1982), un consumo del forraje con alto contenido de agua podría limitar el consumo voluntario; debido a que el exceso del agua impone una alta carga de nutrientes sobre el intestino grueso del animal, pudiendo afectar la salud y producción del animal.

En la semana 8 como en la 10, se registran los valores más bajos de % utilización, coincidiendo con la menor disponibilidad y una baja altura de la pastura, pudiendo deberse por estar pastoreando en una franja de segundo pastoreo, la cual el forraje ofrecido estaba compuesto en mayor medida del remanente del pastoreo anterior (restos secos).



a, b, c y d: medidas en la misma variable seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P < 0,05$).

Figura No. 5. Evolución del % de utilización a lo largo de las semanas

De acuerdo a lo reportado por Beretta et al. (2010), el pastoreo al 5% de AF aún no representaría la oferta que maximiza la ganancia de peso para esta categoría cuando no tiene acceso a suplemento.

Morris et al. (2005), afirman que los granos con alto contenido de almidón generan un efecto negativo sobre la digestibilidad del forraje, debido a la competencia entre microorganismos amilolíticos y celulolíticos que lleva a una depresión en la utilización en el forraje, como pudo haber sucedido con cuando se suplemento con sorgo molido.

4.3 CONSUMO DE FORRAJE Y SUPLEMENTO

El consumo diario de MS de forraje y suplemento (kg), y el consumo total de MS, expresados en kg cada 100 kg de peso vivo, se puede observar en el cuadro No. 8.

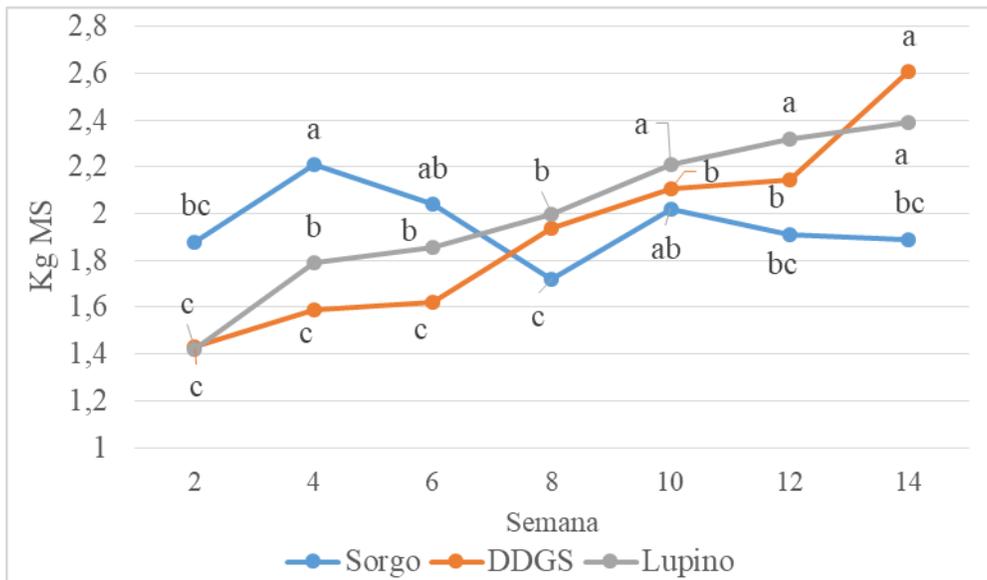
Cuadro No. 8. Efecto del tipo de suplemento sobre el consumo diario de MS de forraje, suplemento y total, tanto en % de peso vivo, como en kg de MS.

	Tipo de suplemento***					P valor
	Testigo	Sorgo	DDGS	Lupino	EE	
Consumo (kg MS/100 kg PV)						
Forraje	2,28	1,60	1,69	2,00	0,16	ns
Suplemento	-	0,91	0,93	0,97	0,01	ns
Total	2,28	2,51	2,63	2,97	0,16	ns
Consumo (kg MS/día)						
Forraje	4,05	3,05	3,47	4,13	0,34	ns
Suplemento	-	1,95	1,92	1,99	0,036	ns
Total	4,05 ^b	4,79 ^{ab}	5,39 ^{ab}	6,13 ^a	0,36	*

ns= probabilidad>0.05; *= P<0.05; **= P<0.01; *** suplementación diaria a razón del 1% del PV; DDGS = grano seco de destilería con solubles; EE= error estándar.

4.3.1. Consumo de suplemento

El consumo de suplemento expresando tanto en % del PV como en kg/día, no presentó diferencias entre los tratamientos ($P>0.1$), no llegando a consumir la totalidad del alimento suministrado (0.94 ± 0.17 % PV promedio) (anexo No. 2). Expresado tanto en % del PV como kg/d, se encontró una interacción significativa tratamiento por semana ($P<0.0142$), observándose para el tratamiento suplementado con lupino un consumo más estable a lo largo de las semanas (como kg MS/d, figura No. 6).



a, b: medidas en el mismo tratamiento seguidas de letras distintas difieren significativamente ($P<0.05$).

Figura No. 6. Efecto del tipo de suplemento ofrecido en kg MS/d sobre la evolución semanal de su consumo por terneros pastoreando avena a una oferta de forraje de 5% de PV (16 de mayo al 22 de agosto del 2018)

En el cuadro No. 9 se presenta el consumo diario de EM y PC, y consumo total de PM en los diferentes tratamientos.

Cuadro No. 9. Consumo diario de energía metabolizable (EM), proteína cruda (PC) y proteína metabolizable (PM) estimado para cada tratamiento

	Testigo	Sorgo	DDGS	Lupino
Suplemento				
PC (gr)	-	186	656	661
EM (Mcal)	-	5.94	5.16	5.32
Forraje				
PC (gr)	450	351	431	465
EM (Mcal)	9.6	7.43	9.11	9.83
Total				
PC (gr)	450	537	1087	1126
EM (Mcal)	9.6	13.38	14.27	15.15
PM (gr)	256.5	690.6	602.4	828.3

Estimados en base a las ecuaciones de AFRC (1993) y los valores observados de consumo y composición química de forraje consumido y suplemento. La EM de los suplementos fue estimada a partir de la fórmula de Menke y Steingass (1988), y con la fórmula de Rohweder et al. (1994) la EM que aportó la pastura (anexo No. 3). En cuanto a la PC se utilizó la brindada en los datos de laboratorio y la PM se estimó a través del programa UPIC Pro.

El incorporar la suplementación con concentrado a la dieta a base de verdeo, incrementó el consumo de energía metabolizable y proteína cruda (cuadro No. 9) afectados por las diferencias en consumo (resultado de diferentes pesos) y por la composición de cada dieta, siendo más notorio este efecto con los suplementos no convencionales como lo son el DDGS y el lupino, mientras que el tratamiento testigo presentó menores valores de ambos componentes. El consumo de suplemento les permite a los animales aumentar el consumo total de nutrientes y por lo tanto obtener mayores ganancias (Orcasberro, 1997).

Los granos de destilería se caracterizan por su elevado aporte de energía y proteína, el DDGS en particular aporta 30.2 % de PC y 2,72 Mcal/kg de EM (FEDNA, 2019). Por otro lado, Mieres (2004) expresa que el sorgo aporta 8,57% de PC y 3,26 Mcal/kg de EM, lo que al comparar DDGS con el grano de origen, el subproducto aporta más PC mientras que en cuanto al aporte de EM, éste tiene un 12% menos de aporte respecto al sorgo. Es importante mencionar

que según Kelzer et al. (2007) en cuanto al DDGS, del total de PC un 56,3 % es no degradable en el rumen y un 91,9% es digestible en el intestino.

Rojas y Catrileo (1998), utilizaron lupino australiano (*L. angustifolius*) como suplemento, el cual presentó la siguiente composición química, 87% de MS, 29% de PC, 3,1% de EE y 16.5 % de fibra cruda.

4.3.2. Consumo de forraje

El consumo de forraje expresado en kg/día no fue afectado por el tratamiento ($P=0.2109$) ni por la interacción tratamiento por semana ($P=0.2083$). Solo se observó un efecto de la semana que fue muy significativo ($P<0.0001$), como lo muestra la figura No. 7, en que la semana 8 fue la de menor consumo, pudiendo ser explicado por la menor disponibilidad y altura. El mismo tipo de respuesta fue observado para el consumo expresado en términos del porcentaje del peso vivo. En el promedio de los tratamientos, los animales no llegaron a consumir la mitad del forraje ofrecido (1.89 % vs. 5%) (figura No. 7). Datos similares fueron reportados por Berasain et al. (2002) pero con novillos en terminación, los cuales cuando pastorearon con una AF 5% PV, consumieron únicamente el 2% PV.

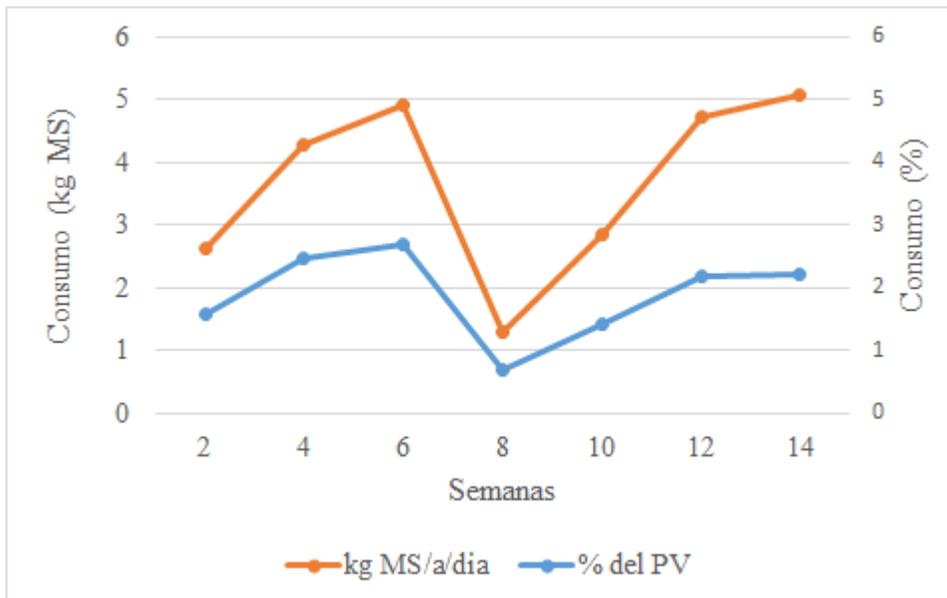


Figura No. 7. Evolución del consumo de forraje expresado en kg MS y % del peso vivo

En la estimación del forraje consumido por los animales, no se tomó en cuenta el crecimiento de la pastura durante los 7 días de ocupación de la parcela, por lo tanto, el mismo podría estar subestimado. Como señala Duhalde (2002), la tasa de crecimiento de la avena en

invierno es de 23.6 kg MS/ha/día, por lo que en el presente trabajo se estaría subestimando 15.5 kg MS por parcela (939.1 m² promedio) en cada semana.

Si bien las terneras del tratamiento testigo tuvieron un mayor consumo de forraje que las suplementadas (cuadro No. 8), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Al respecto Pordomingo (2003), señalan que con una suplementación superior al 0,5% del PV del animal, es muy probable que se dé un efecto de sustitución, por lo que se esperaría una disminución del consumo de forraje de los suplementados frente al testigo. Así mismo, la tasa de sustitución de los tratamientos fue de 0.51 para sorgo, 0.3 para ddgs y 0 para lupino, al respecto Baldi et al. 2008, mencionan que a niveles de suplementación de 0,5 - 1% del PV se espera que no se presenten diferencias significativas en cuanto al tipo de grano utilizado, sin embargo los suplementos que presentan mayor digestión a nivel ruminal, presentan mejor TS.

Sin embargo era de esperarse una alta tasa de sustitución en los tratamientos suplementados, disminuyendo el consumo de forraje de los mismos, dado la elevada oferta y alta calidad de forraje (Dixon y Stockdale, 1999).

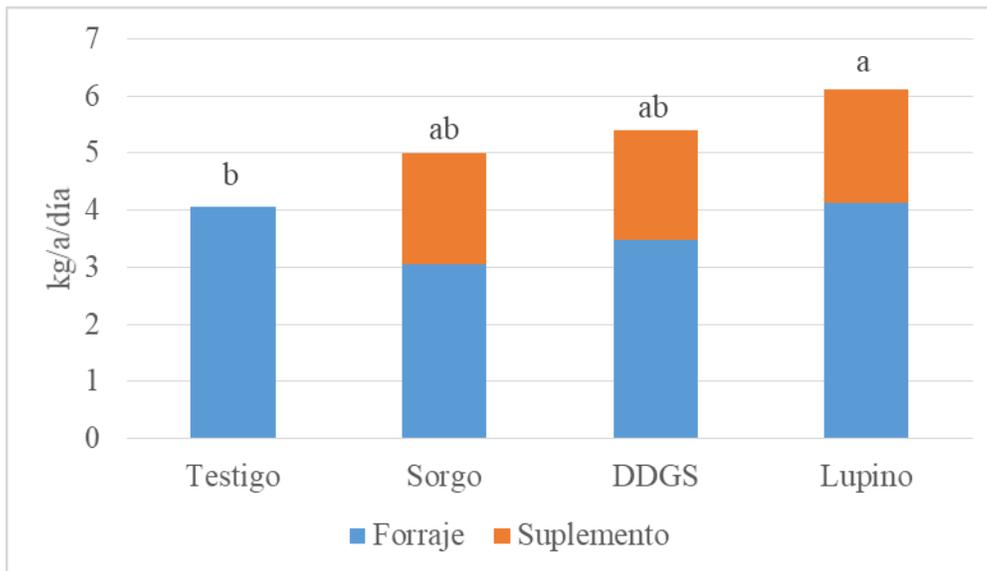
En el tratamiento suplementado con sorgo molido se esperaba la mayor tasa de sustitución, ya que como se explicó anteriormente, el suplemento incide en la composición de la dieta ya sea por la sustitución directa en el consumo o modificando la microflora ruminal (debido al almidón), deprimiendo los microorganismos celulolíticos y de esta manera disminuyendo la digestibilidad de la fracción fibra del forraje (Mieres, 1997). La tasa de sustitución para el DDGS de sorgo fue la esperada ya que al ser el almidón eliminado en el proceso de obtención de etanol se elimina esa correlación negativa entre el almidón y la digestibilidad del forraje (Morris et al. 2005, Arroquy et al. 2014). En cuanto al lupino los resultados presentados coinciden con lo esperado, teniendo este tratamiento una tasa de sustitución 0, debido a que la energía proviene de la fibra y las grasas del grano. Según Bargo (2018), una tasa de sustitución inferior de 0.5 se considera óptima para tener un buen resultado económico.

Tanto para el sorgo como para el DDGS, el efecto del suplemento en el consumo del forraje fue de adición y sustitución, mientras que, en el caso del lupino, el efecto fue solo de adición, en relación con el testigo (figura No. 8).

A modo de comparar resultados, Algorta et al. (2015), obtuvieron una TS de 0.76, cuando suplementaron terneros Hereford pastoreando avena al 5 % de PV con sorgo molido al 1% de PV.

4.3.3 Consumo total de materia seca

El consumo de materia seca total fue afectado significativamente por el tratamiento ($P < 0.0439$) (figura No. 8) y la semana ($P < 0.0001$) observándose una tendencia para la interacción tratamiento por semana ($P < 0.074$). El testigo no difirió de dos de los tratamientos suplementados y solo se presentan diferencias con el lupino, a pesar de que no se obtuvieron diferencias significativas en el consumo de forraje ni en el de suplemento en todos los tratamientos.



a, b: letras distintas difieren significativamente ($P < 0,05$) en el total del consumo.

Figura No. 8. Aporte relativo del forraje y suplemento al consumo de MS total (kg/animal/día) de cada tratamiento

Es importante destacar que en términos numéricos y observando la figura No. 8, los tratamientos sorgo y DDGS tuvieron un efecto de adición con sustitución, que se presenta cuando el suplemento deprime el consumo de forraje, pero aumenta el consumo total (Pigurina, 1997b), aunque no se presenten diferencias estadísticas entre estos tratamientos. Mientras que el tratamiento lupino presentó un efecto de adición del suplemento al forraje, aumentando el consumo total de MS.

Según Vernet (2003), el efecto de adición puede ocurrir cuando el animal obtiene de la pastura una escasa cantidad de forraje, y al no poder completar su capacidad de ingestión, si se le suministra una pequeña cantidad de suplemento, los nutrientes de éste se le suman a los que fueron provistos por la pastura.

Según Latimori y Kloster (1997), cuando se pastorean verdes durante el primer pastoreo prevalece una respuesta de adición del suplemento a la dieta base, determinada por limitaciones en la calidad del forraje y durante el segundo y tercer pastoreo también se observa un efecto predominante aditivo, pero en estos casos determinado por una disminución de la cantidad del forraje disponible.

4.4 GANANCIA DE PESO Y EFICIENCIA DE CONVERSIÓN

En el cuadro No. 10, se resumen los resultados sobre el efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre la ganancia de peso, peso vivo al final del experimento, eficiencia de conversión y respuesta a la suplementación, reportándose las medidas ajustadas por tratamiento.

Cuadro No. 10. Efecto de la suplementación y del tipo de suplemento, sobre la ganancia media diaria, respuesta de suplementación y la eficiencia de conversión en terneras pastoreando avena durante el periodo de 102 días

	Testigo	Sorgo	DDGS	Lupino	P valor
Peso vivo inicial (kg/a)	162,24	162,52	162,88	162,44	ns
GMD (kg/a/d)	0,520c	0,667b	0,871a	0,946a	**
Peso vivo final (kg/a)	216,75c	233,25b	249,93a	257,61a	**
Respuesta a la suplementación (kg/a/día)***	-	0,15b	0,35a	0,43a	**
Eficiencia de conversión	-	13,1:1	5,6:1	4,9:1	ns

ns= probabilidad>0.05; *= P<0.05; **= P<0.01; ***= diferencia entre GMD de cada tratamiento suplementado y el testigo.

El peso vivo inicial no mostró diferencias entre tratamientos, lo que hace que todas las repeticiones sean iguales en peso y ayuda a disminuir el error experimental. Los animales que solo pastorearon avena (testigo) fueron los que obtuvieron menor ganancia diaria de peso, 0,520 kg/día, respecto a los suplementados.

Este valor se encuentra dentro de lo esperado para terneros pastoreando en dicha AF. En un experimento realizado por Algorta et al. (2015), la GMD fue de 0,521 kg/día para terneros que pastoreaban avena al 5% de AF; en tanto Barrios et al. (2018), a la misma AF pero con encierre nocturno reportan 0.410 kg/día, también sobre avena.

La suplementación mejoró la GMD con relación al testigo (P<0,001) en todos los tratamientos, confirmando una de las hipótesis del trabajo. Esta superioridad en la ganancia de peso puede estar explicada en términos numéricos por un mayor consumo de MS y de EM de los

tratamientos suplementados respecto al testigo (cuadro No. 9). También el suplemento permitiría corregir el desbalance nutricional de la pastura, debido a la baja relación energía-proteína que se da en el rumen, y mejorar la eficiencia de síntesis de proteína microbiana y por ende la digestión (Pordomingo, 2003).

Los animales suplementados con sorgo molido obtuvieron una ganancia de 0.667 kg/d, significativamente menor respecto a los suplementados con DDGS (0.871 kg/d) y lupino (0.946 kg/d), los cuales no presentaron diferencias estadísticas entre sí. Fuera del análisis estadístico se puede observar una diferencia del 8.6 %, a favor de los animales suplementados con lupino respecto a los que recibieron DDGS.

La respuesta a la suplementación observada en terneros suplementados con sorgo, es consistente con lo reportado en trabajos previos. A modo de comparar resultados, durante tres años, Simeone y Beretta (2004) suplementaron terneros Hereford de 160 kg que pastoreaban a una oferta de forraje de 5 kg/animal/día, praderas sembradas, en el período invierno-primaveral, con grano de sorgo al 1% del peso vivo, obtuvieron una respuesta a la suplementación de 0.170 kg/animal/día, respecto a los que no recibieron suplemento (GMD: 0,691 vs. 0,521 kg/animal/día respectivamente). Según Barrios et al. (2018), terneros pastoreando a la misma AF, con encierre nocturno y suplementados con una dieta a base de sorgo (60%), obtuvieron una GDM de 0.669 kg/d, dato que concuerda con el presente trabajo.

En la figura No. 9 se puede observar la evolución de peso vivo de las terneras durante todo el experimento.

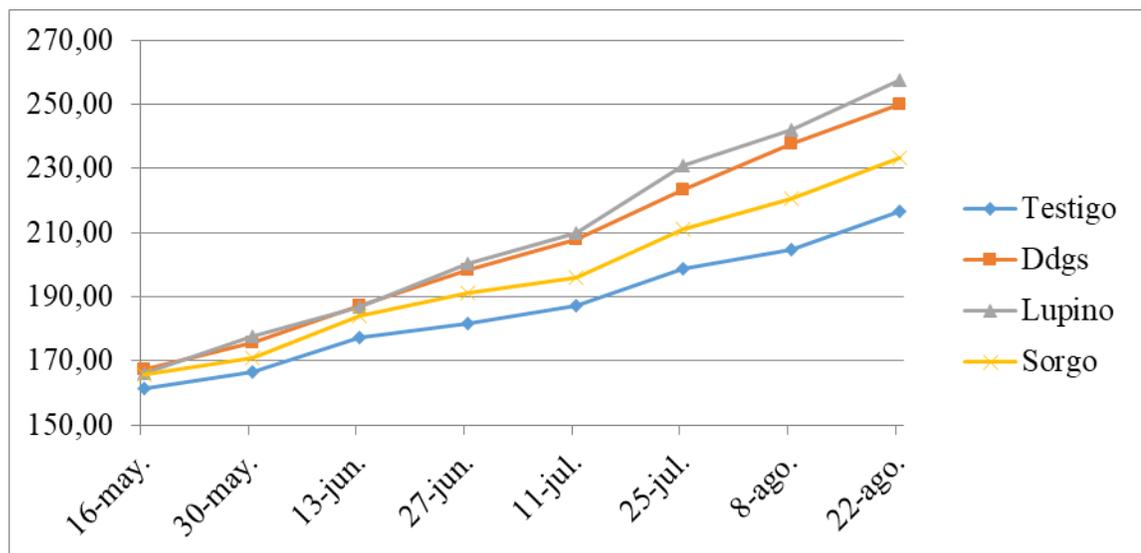


Figura No. 9. Evolución de peso vivo de las terneras según tratamiento durante el periodo experimental

En pasturas de alta calidad Arduín et al. (2018), obtuvieron ganancias de 0,63 kg/d, cuando suplementaron a terneros de destete precoz, con DDGS de sorgo al 1% de PV, pastoreando *Festuca arundinacea* en verano. Greenquist et al. (2009), obtuvieron ganancias de 0.92 kg/d, cuando suplementaron con DDGS a novillos (330 kg.) a razón de 0.7% de PV, pastoreando cebadilla. En comparación con los datos de GMD para las terneras suplementadas con DDGS (0.871 kg/d) del presente experimento, las ganancias de los anteriores trabajos pudieron ser diferentes ya que se trataron de diferentes categorías y diferente base forrajera, como también condiciones en las que se realizó el experimento (efecto año).

Loy et al. (2008), Jenkins et al. (2009), Gadberry et al. (2010), utilizaron el DDGS como suplemento sobre pasturas de baja a media calidad. Los primeros autores suplementaron a razón de 0.81% de PV, vaquillonas (265 kg) alimentadas con heno de gramíneas (8,7% PB) obteniendo una GMD de 0.89 kg/d. Los segundos autores suplementaron a razón del 0.75% de PV novillitos (225 kg/d) pastoreando campo nativo (8,8% PB, 67,4% FDN), y obtuvieron ganancias de 0.785 kg/d. Y los últimos realizaron una suplementación a razón de 1.2 % de PV novillitos (261 KG) pastoreando forrajes de similares características que el experimento anterior, obteniendo ganancias de 0.882 kg/d.

Rojas y Catrileo (1998), llevaron a cabo un trabajo experimental en donde adicionan el *Lupinus angustifolius* (lupino australiano) al 13% de una ración isoproteica, con el objetivo de estudiar la GMD de novillos (208 kg PV) en confinamiento. Obtuvieron como resultado una GMD de 1,052 kg/d, sin importar el procesamiento del grano (entero o molido).

Es posible concluir que la diferencias de GMD y el peso final de los animales suplementados con sorgo molido respecto al testigo, pudo deberse a que aumentó el consumo total de MS y además se incrementó el aporte de energía metabolizable pero se redujo la concentración proteica de la dieta y el aporte de proteína degradable en el rumen (factor limitante de la síntesis de proteína microbiana), resultando el aporte de proteína metabolizable el factor limitante para la expresión del potencial de ganancia en este tratamiento.

Gutiérrez-Ornela y Klofeinstein (1991), reportan que los rumiantes requieren en primer término PDR para optimizar los procesos digestivos ruminales. Por lo tanto, limitaciones en la disponibilidad ruminal de proteína (cuando se suplementó con sorgo), influyen sobre la digestibilidad de la dieta y la producción de proteína microbiana.

Cuando se suplementó con DDGS y lupino, las mayores GMD y el mayor peso vivo final respecto a los suplementados con sorgo molido pudo deberse, a que los primeros alimentos son energéticos-proteicos, por el cual se brinda un aporte balanceado de estos dos elementos.

La performance de las terneras que consumieron DDGS, pudo deberse a la naturaleza de su proteína aportada por el suplemento, la cual es 55-60% no degradable en el rumen. Según Gutiérrez-Ornela y Klofeinstein (1991) una vez cubiertas las necesidades de PDR, con el fin de

incrementar la producción y mejorar la eficiencia es necesario aumentar la disponibilidad de proteína metabolizable en intestino. En este sentido incrementos en el nivel y la proporción de PNDR impactan positivamente sobre la productividad animal, y en particular cuando se desean alcanzar niveles elevados de producción. En cambio la proteína aportada por el lupino es altamente degradable en el rumen (81% NRC, 1996), por lo tanto, si bien ambos suplementos difieren en el aporte de PDR la disponibilidad de la misma habría sido suficiente como proporción de la PC.

La diferencia de GMD en términos numéricos entre DDGS y lupino, también pudo ser ocasionada por la digestibilidad de la proteína, debido a que en el proceso de secado del DDGS, se puede reducir la digestibilidad de la misma y de los aminoácidos, especialmente lisina (Arroquy et al., 2014).

Así mismo la performance animal pudo verse limitada por el exceso de PM, debido al aporte adicional realizado por el DDGS y el lupino. Exceso de PM por encima de los requerimientos del animal pueden llevar al consecuente gasto energético que se destina para eliminar el exceso de amoníaco, aumentando los requerimientos energéticos, afirmando lo mencionado por Huntington y Archibeque (2000). También Morteiro y Young (2014) mencionan que con un nivel de 21 % de PC en la dieta, si bien aumenta la retención de nitrógeno por parte del animal, se observa una disminución en la eficiencia de retención y un aumento en la excreción en heces y orina, ocasionando un aumento de requerimientos energéticos.

El aporte de energía del DDGS proviene de carbohidratos estructurales, ya que el almidón se pierde en el proceso de fermentación (Klopfenstein et al., 2008), además esta fibra es de mayor digestibilidad debido al proceso de elaboración del alimento la (Schingoethe, citado por Arduín et al., 2018). En cuanto al lupino un 23-24 % del grano es cubierta seminal (Mera et al., 2016) la cual está compuesta de 51% de fibra (FDN) y 32% de ENN (von Baer, 1990), siendo estos, de alta degradabilidad (White et al., 2002). Por lo tanto el reemplazo de almidón por fibra digestible, además de no interferir en la degradabilidad del forraje, se reducen los problemas de acidosis (Klopfenstein et al., 2008).

La eficiencia de conversión, representa la cantidad de suplemento consumido, por cada kg adicional de peso vivo ganado respecto a los animales que no reciben suplemento (testigo en este caso, Simeone y Beretta, 2010). En el presente trabajo, no se detectaron diferencias significativas en la eficiencia de conversión debido al tipo de suplemento ($P=0.2443$, cuadro No. 10).

Los valores observados para el tratamiento suplementado con sorgo, estuvieron por encima de lo reportado en trabajos previos. Simeone y Beretta (2004) trabajando con terneros Hereford de 160 kg, en el período invierno-primaveral, resumen tres años de evaluación del uso de suplementación con grano de sorgo al 1% de PV, obtuvieron una EC de 8:1 cuando se pastoreo praderas al 5%, siendo la EC del presente trabajo más elevada 13,1:1. Esta diferencia

pudo deberse a que, en el anterior trabajo, se pastoreo un forraje más balanceado en comparación con la avena.

Barrios et al. (2018), al suplementar terneros pastoreando avena al 5% de AF, con encierro nocturno y suplementados con una mezcla de sorgo molido (60 %), burlanda seca de sorgo (32%) y retornable fino (8%), obtuvieron una EC de 6,4:1. Este resultado de EC fue más elevado respecto al del presente trabajo, ya que cuando se suplementó solamente con DDGS la EC fue de 5,6:1, como cuando se utilizó lupino la EC fue de 4,1:1. Estas mejores eficiencias pueden deberse a que estos suplementos lograron un mayor valor nutritivo de la dieta cuando se complementó al pastoreo de la avena, logrando una mejor performance animal.

4.5 COMPORTAMIENTO ANIMAL

En pastoreo, los aspectos relacionados con el comportamiento ingestivo del animal pueden establecer restricciones al consumo de forraje, estos factores se encuentran en gran parte determinados por características de la pastura como disponibilidad y altura (Forbes y Coleman, 1993). La interacción entre la pastura y el animal en el pastoreo es un proceso dinámico, en el que por un lado los atributos del forraje inciden sobre las características del material ingerido y por otro, el animal, a través del residuo que deja, afectará la capacidad de rebrote de la pastura. Por lo tanto, según el forraje disponible el animal adapta su comportamiento ingestivo, destinando distintos tiempos a las actividades en pastoreo para satisfacer sus requerimientos (Elizondo et al., 2003), para adaptarse a los recursos disponibles y mantener en un amplio rango de situaciones el consumo de nutrientes necesario (Cangiano y Gómez, 1985).

4.5.1 Actividad de pastoreo y dinámica de defoliación de la pastura

En las semanas que fue medido el comportamiento animal, también se registró dinámica de defoliación diaria de la pastura.

La dinámica de defoliación en la semana 2 fue afectada por los días dentro de la semana los cuales presentaron diferencias muy significativas ($P < 0.0001$) (anexo No. 4), en donde a lo largo de la semana como se puede observar en la figura No. 10, la altura de la pastura disminuyó hasta el último día que se registran los valores más bajos. No se encontraron diferencias significativas de altura entre tratamientos ($P=0,1680$), ni en la interacción tratamiento por día de la semana ($P=0.5485$).

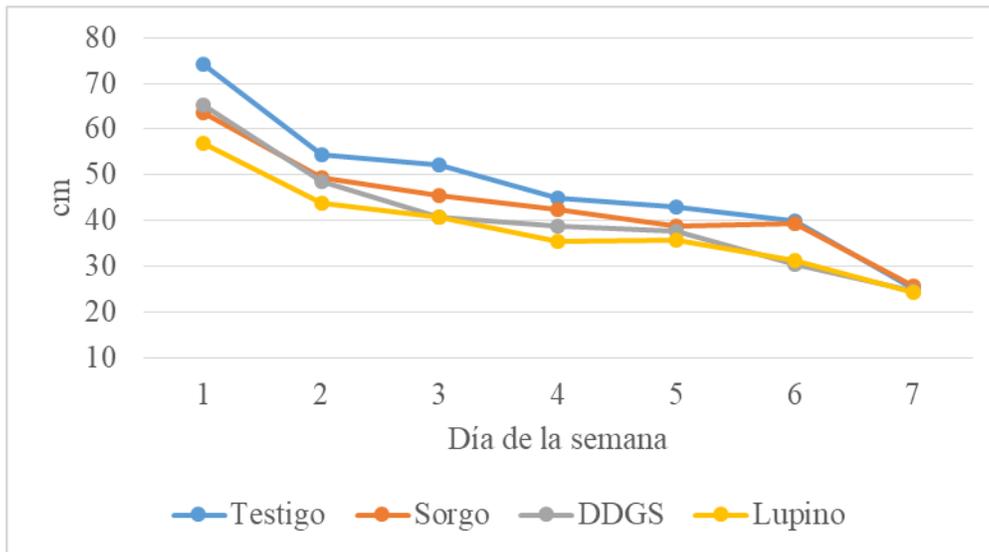


Figura No. 10. Evolución de la altura del forraje de cada tratamiento en la semana 2

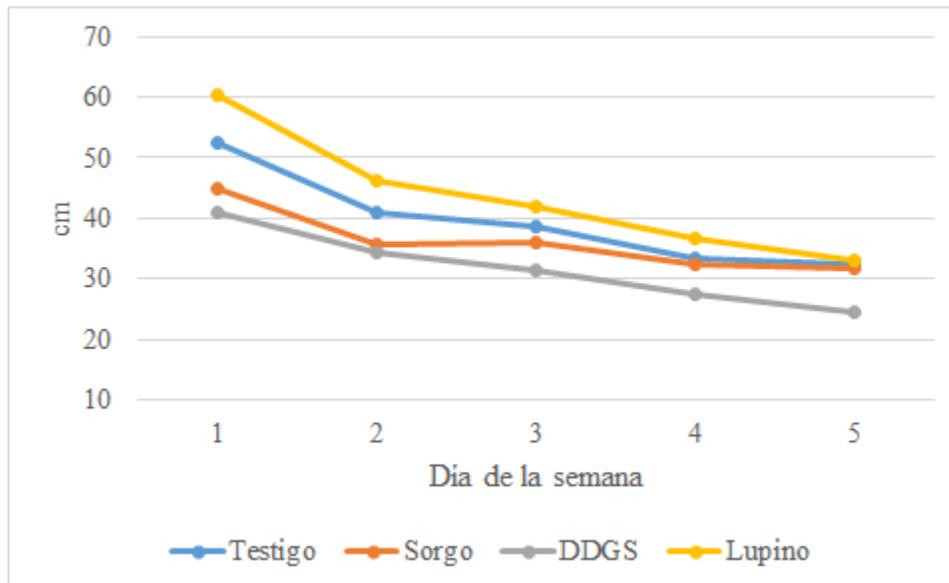


Figura No. 11. Evolución de la altura del forraje de cada tratamiento en la semana 10

Como muestra la figura No. 10 en el último día de medición todos los tratamientos finalizaron con una altura muy similar, mientras que al ingreso de la parcela el testigo fue quien tuvo la mayor altura.

En la semana 10, se presentan los datos de altura de solo 5 días de la semana. En el efecto de tratamiento se encontró una tendencia ($P < 0.062$), siendo el lupino el tratamiento que tuvo la mayor altura y el DDGS el que tuvo la más baja en promedio de la semana (anexo No. 5), por lo que esta semana no sería representativa de lo sucedido en todo el experimento, en el caso del DDGS a pesar de que en esta semana fue quien se presentó con la menor altura, en el resultado final de consumo de forraje como se mencionó no se presentaron diferencias entre tratamientos. La interacción tratamiento por día de la semana no fue significativa ($P = 0.1149$), aunque estadísticamente no se presenten diferencias, observando la figura No. 11, sí hay diferencias, en donde a medida que pasan los días disminuye la altura de la pastura de todos los tratamientos.

El efecto de los días dentro de la semana dio muy significativo ($P < 0.0001$) (anexo No. 6), el descenso de la altura es igual al mostrado de la semana 2 en donde el primer día es el que tiene el descenso más brusco, pudiendo ser explicado porque los animales salían de una parcela ya con baja disponibilidad y muchos restos secos e ingresaban en una de mayor oferta, lo que determinaba un mayor consumo.

Las observaciones del comportamiento animal en pastoreo se realizaron durante el período de horas luz desde las 10:30 hasta las 17:30 h. Dentro de la actividad de pastoreo total se encuentra el pastoreo efectivo y el pastoreo de búsqueda, no se tomó en cuenta para el análisis

estadístico la probabilidad de visita al comedero y bebedero, ya que los animales tenían acceso a estos cuando eran encerrados al atardecer.

Como lo muestra el cuadro No. 11, en valores absolutos el tratamiento testigo fue quien tuvo mayor actividad de pastoreo total, respecto a los tratamientos suplementados, viéndose afectado por una menor actividad de pastoreo efectivo y mayor pastoreo de búsqueda (anexo No. 7). Al respecto, Contatore et al. (2007) reportan que los animales suplementados con sorgo sobre raigrás dedicaron menos tiempo al pastoreo que el testigo. El mismo comportamiento fue encontrado por Adams (1985), Barton et al. (1992), Berasain et al. (2002), quienes afirman que la suplementación con grano disminuye el tiempo de pastoreo, debido a que estos animales tienen un aporte extra de energía llegando a cubrir antes a sus requerimientos.

La semana tuvo un efecto muy significativo ($P < 0.0292$) al igual que el día dentro de la semana ($P < 0.0053$) (figura No. 11), la interacción tratamiento por semana ($P = 0.0082$) y tratamiento por día dentro de la semana ($P < 0.0110$).

Cuadro No. 11. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento sobre el comportamiento de terneras pastoreando avena (probabilidad de hallar un animal pastoreando, rumiando o descansando entre las 10:00 a 17:30), y tasa de bocado de cada tratamiento de mañana y la tarde

	Testigo	Sorgo	DDGS	Lupino	P valor
Pastoreo total	0.731	0.687	0.690	0.681	ns
Rumia	0.036 ^b	0.044 ^b	0.069 ^a	0.069 ^a	**
Descanso	0.229	0.263	0.239	0.244	ns
Tasa de bocado					
Mañana	25.333 ^b	29.208 ^a	29.333 ^a	31.250 ^a	**
Tarde	22.083	24.541	25.166	23.375	ns

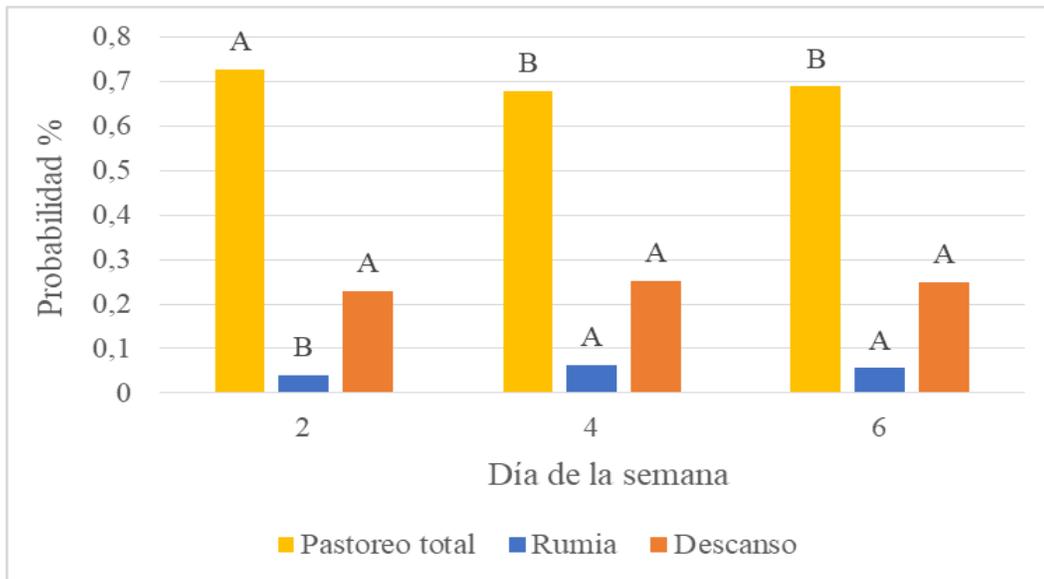
ns= probabilidad > 0.05; *= $P < 0.05$; **= $P < 0.01$.

a, b= letras distintas en la misma fila difieren significativamente ($P < 0.05$).

Según Barrios et al. (2018), terneras que permanecieron todo el día sobre un verdeo de avena, el 50% del tiempo lo destinaron al pastoreo y los animales que eran encerrados en la noche sin suplementación dedicaban el 88 % del tiempo a esta actividad, mientras que en el presente trabajo que se manejó el encierre nocturno los animales pastorearon el 73% del tiempo que se encontraban en la parcela. El tiempo de pastoreo y/o la tasa de consumo, son indicadores de la motivación para comer de un animal. Por lo tanto, cambios de corto plazo en la condición fisiológica de un animal (ejemplo: un período corto de ayuno), induce cambios significativos en la estrategia de pastoreo. Un período corto de ayuno incrementa la tasa de consumo (Dougherty

et al., 1989) y el tiempo de pastoreo, tanto durante la primera sesión de pastoreo (Chilibroste et al. 1997, Patterson et al. 1998), como a lo largo del día (Soca et al., 2002).

Durante el ayuno, el metabolismo de los animales cambia ya que la absorción de nutrientes provenientes del tracto gastrointestinal disminuye y comienzan procesos catabólicos, para cubrir los requerimientos de mantenimiento de los animales (Chilibroste et al., 1997).



Para una misma variable, medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,01$) entre semanas de medición.

Figura No. 12. Evolución de la actividad de pastoreo total, rumia y descanso durante el tiempo de permanencia en la parcela semanal de pastoreo

A medida que transcurren los días de la semana, el tiempo total de pastoreo disminuye significativamente. Esta respuesta no concuerda con lo reportado por Poppi et al. (1987), Hodgson (1990) en donde dicen que, por la disminución en la disponibilidad y altura de la pastura al avanzar el tiempo de ocupación en la parcela, provocaría un menor peso de bocado, que se compensa con un aumento en el tiempo de pastoreo, aunque estas posibilidades de compensación son limitadas (Poppi et al. 1987, Chilibroste 1998).

La rumia depende de la calidad del alimento, a mayor calidad menor tiempo de rumia y viceversa (Pereyra y Leiras, 1991), por lo tanto el comportamiento de la rumia a lo largo de los días de la semana (figura No. 9) estaría explicado por una disminución de la calidad del forraje a medida que disminuye la disponibilidad y aumenta el contenido de tallos. Se dio una diferencia muy significativa entre tratamientos ($P < 0.0013$) en donde los tratamientos testigo y sorgo difieren del DDGS y lupino (cuadro No. 11), Berasain et al. (2002) reportan que la

suplementación afecta significativamente el tiempo de rumia, siendo menor en el tratamiento testigo.

Cabe destacar que según Galli et al. (1996) la rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se da enseguida del anochecer. A su vez, Stockdale y King (1983), afirman que la actividad de descanso también se desarrolla mayoritariamente de noche, por lo que la poca actividad de rumia registrada era esperable.

La actividad de descanso no presentó diferencias entre tratamientos ($p=0.2520$), al igual que la interacción día dentro de la semana como lo muestra la figura No. 13 ($P<0.1004$). Datos que no concuerdan con lo reportado por Berasain et al. (2002), García (2008) en donde es esperable que el tiempo promedio dedicado a la actividad de descanso fuese mayor para los animales suplementados, debido a que los mismos sustituyen tiempo de pastoreo por tiempo de descanso.

Cuando los tiempos de búsqueda y manipulación se superponen, es cuando se contabiliza el pastoreo de búsqueda, el animal continúa la búsqueda de nuevos sitios mientras manipula los bocados (Galli et al., 1996).

4.5.2 Tasa de bocado

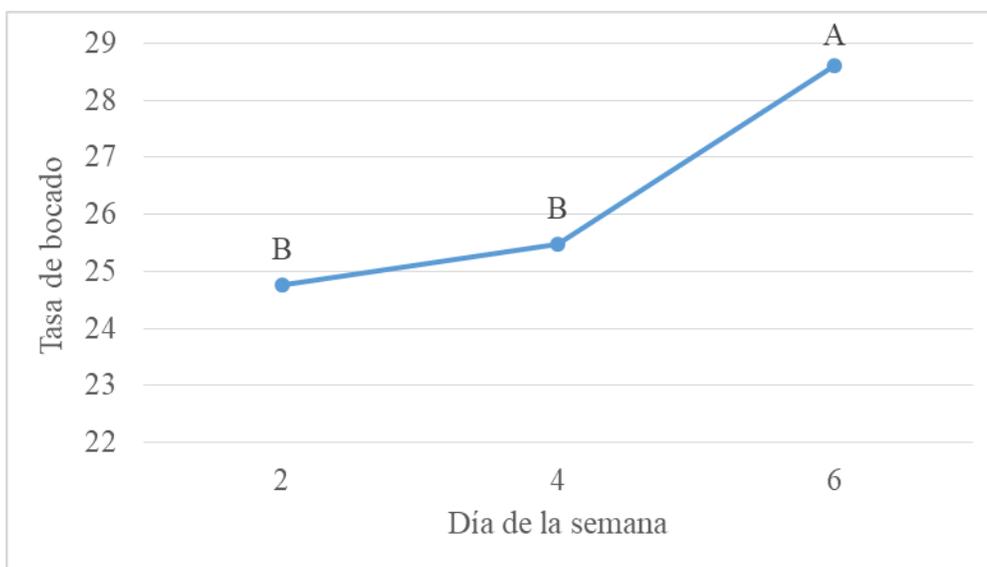
La tasa de bocado fue medida en bocados por minuto se realizó dos veces en el día, en la mañana cuando los animales ingresaban a la pastura y en la tarde en el momento previo a encerrar los animales.

En la mañana hubo efecto muy significativo del tratamiento ($P<0.0004$), la semana ($P<0.0001$) y día dentro de la semana ($P<0.0004$). Como lo muestra el cuadro No. 12, el testigo difiere del resto de los tratamientos en la mañana registrándose menor tasa de bocado que los animales suplementados. Además en el mismo cuadro se observa que en la mañana es cuando se registraron los valores más altos, datos que no concuerdan con lo dicho por Invernizzi et al. (2007), en donde animales de 15 meses pastoreando una pradera perenne en franjas semanales, la tasa de bocado fue menor en la mañana aumentando a medida que transcurrió el día, lográndose las mayores tasas de bocado a las 18 horas, resultados similares fueron encontrados por Hodgson (1990), Wade et al. (2006), en donde expresan que cuando la franja no es diaria, los pastoreos tienden a ser más intensivos al atardecer, aumentando no solo el tiempo de pastoreo, sino también la tasa de bocado. A su vez Wade et al. (2006), concuerdan en que, al atardecer el pastoreo es más largo e intenso debido a un mayor valor nutritivo del forraje, siendo mayor la densidad energética de la pastura en este momento (Chilibroste, 2002).

Por el contrario, Barrios et al. (2018), encontraron que cuando se realiza encierre nocturno se da una mayor tasa de bocado a la mañana, asociado a una mayor actividad de pastoreo debida a la restricción de alimento en el encierre, que al incrementarse el consumo, aumentan también el tamaño de bocado y la tasa de bocado (Chilibroste et al., 2005).

Como se observa en la figura No. 14, hay una diferencia muy significativa ($P < 0,0001$) entre días de la semana, a medida que pasan los días aumenta la tasa de bocado, lo cual es esperable debido a la disminución de la disponibilidad de forraje en la parcela, por lo que los animales deben aumentar la tasa de bocado para llegar a un mismo nivel de consumo (Elizalde y Santini, 1992).

Galli et al. (1996), dicen que la tasa de bocado aumenta cuando disminuye la biomasa y la altura de la pastura. Sin embargo, Hodgson (1990), no encontró relación entre tasa de bocado y altura de la pastura, y Forbes y Coleman (1993) no encontraron relación entre tasa de bocado y biomasa.



Medias seguidas de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,01$).

Figura No. 13. Evolución de la tasa de bocado (bocados/minuto) a medida que transcurre los días de permanencia en la franja semanal de pastoreo

4.6 DISCUSIÓN GENERAL

Los verdes invernales son considerados pasturas de buena calidad, aunque presentan ciertas limitantes, tales como el bajo contenido de materia seca y la baja concentración de carbohidratos solubles, pudiendo afectar la ganancia potencial de los animales (Zanoniani et al., 2000).

La alta disponibilidad de MS, la alta AF y la altura del forraje, permitió obtener un elevado consumo de forraje, el cual no presentó diferencias significativas entre tratamientos (cuadro No 7). Según Hodgson (1990) disponibilidades por encima de los 2000 kg MS/ha

promedio al ingreso del pastoreo de los animales, permite obtener los máximos consumos voluntarios de MS. Durante el período experimental solo en la semana 8, la disponibilidad de MS se encontró por debajo de los 2000 kg/ha (figura No 3). Las terneras que solo se alimentaron del forraje, obtuvieron una ganancia de peso promedio de 0.52 kg/día. Este valor de ganancia es consistente con lo reportado en varios trabajos para esta categoría pastoreando verdes con una oferta de forraje de 5 kg MS/100 kg de peso vivo (Beretta et al. 2008, 2016, 2018).

La suplementación mejoró significativamente la ganancia media diaria con relación al testigo, tal como menciona Pordomingo (2003) que el agregado de suplemento permitiría corregir el desbalance de energía-proteína que se da en el rumen y aumentar el consumo total de nutrientes, como fue demostrado en el cuadro No. 7 y figura No. 9, en donde la suplementación aumentó el consumo total de MS, presentándose diferencias significativas también entre los tratamientos que recibieron suplementos, siendo las terneras del tratamiento lupino, las que consumieron mayor cantidad de MS.

La respuesta a la suplementación dependió del tipo de suplemento, evidenciando un mayor valor nutritivo de la dieta, cuando el pastoreo de la avena se complementó con fuentes energético-proteicas como el DDGS y Lupino, respecto al grano de sorgo, y que se reflejó en mejores valores de eficiencia de conversión del suplemento. La inclusión de DDGS y lupino provocó incrementos en el consumo de energía proveniente de FDN y EE, sustituyendo al almidón como fuente de energía. A pesar de que no se presentaron diferencias significativas en la tasa de sustitución, respecto a la disminución de digestibilidad causada por el almidón, sólo se vio reflejado en el tratamiento de las terneras suplementadas con lupino, el cual numéricamente presentó una TS de 0.2. En cambio la TS de del sorgo y DDGS fue de 0.5 y 0.7 respectivamente.

Terneros suplementados con granos de sorgo obtuvieron una ganancia de 0.69 kg/día, respuesta significativamente menor que la observada con DDGS (0.87 kg/a/día) y lupino (0.95 kg/a/día), los cuales no difirieron estadísticamente entre sí. En concordancia con esto, al final del experimento, los terneros suplementados con grano de sorgo, DDGS y lupino, fueron 8%, 15% y 19% más pesados que el testigo, respectivamente.

La suplementación con sorgo, aumentó el aporte de EM, pero redujo la concentración proteica de la dieta y el aporte de proteína degradable en rumen. Al utilizar el DDGS o lupino, se observó un aporte balanceado en energía y proteína, incrementando la cantidad de PC, pudiendo haberse cubierto los requerimientos de PM, consecuentemente, permitiendo la expresión de mayores ganancias de peso, sin importar el sitio en donde se degrada la proteína.

La suplementación tampoco modificó en gran medida el comportamiento ingestivo, ya que la probabilidad de encontrar los animales pastoreando fue igual para todos los tratamientos, al igual que la actividad de descanso ($P > 0.2520$). Pero sí hubo diferencias significativas en la probabilidad de encontrar animales rumiando, siendo los tratamientos suplementados con energéticos-proteicos los que presentaron mayor tiempo dedicado a esta actividad, pudiéndose deber al mayor consumo de MS. La tasa de bocado en la mañana fue menor en el tratamiento

testigo en relación al resto de los tratamientos, por lo tanto, ya que el consumo de materia seca no tuvo diferencias entre tratamientos, el consumo del testigo puede estar compensado por el tamaño del bocado. En términos generales, la tasa de bocado fue mayor en la mañana en comparación con la tarde, hecho que no concuerda con lo reportado por la bibliografía, por lo que estaría explicado por el efecto del encierre nocturno.

5. CONCLUSIONES

Las terneras que solo pastorearon el verdeo invernal a una asignación de forraje de 5 kg de MS cada 100 kg de peso vivo, obtuvieron una ganancia media diaria de 0,520 kg por animal.

La suplementación energética con sorgo molido a terneras pastoreando avena, con encierre nocturno, permite aumentar la ganancia de peso 0.15 kg/a/día respecto a las terneras que, en las mismas condiciones, no recibieron suplementos.

Terneras pastoreando avena en su primer invierno de vida, se ven beneficiadas por el uso de suplementos energético-proteicos con relación a la suplementación con sorgo exclusivamente, obteniendo una respuesta del DDGS y lupino de 0.204 y 0.279 kg/a/día respectivamente.

La suplementación, sin importar el tipo de suplemento, no modifica el consumo de forraje, respecto a las terneras que no recibieron suplemento, cuando la asignación de forraje es de 5% de su peso vivo.

La respuesta a la suplementación fue ocasionada por un efecto de adición en el balance de nutrientes, ya que no hubo un aumento de consumo de forraje y tampoco se registraron cambios en el patrón de comportamiento ingestivo de los animales que recibieron suplemento.

6. RESUMEN

El experimento fue realizado en la Unidad de Producción intensiva de Carne (UPIC) de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, ubicada en el Km 363 de la ruta nacional No. 3, en el departamento de Paysandú. El periodo experimental fue comprendido entre el 12 de mayo al 22 de agosto del 2018. El objetivo fue evaluar diferentes tipos de suplementos y su efecto sobre la performance animal en terneras pastoreando un verdeo de invierno. Se trabajó con 32 terneras Hereford nacidas en primavera del 2017 con aproximadamente 8 meses de edad. Al inicio del experimento tenían un peso promedio de 165,1 ±3,8 kg. Los 32 animales fueron asignados en forma aleatoria a ocho grupos, y estos a uno de cuatro tratamientos difiriendo en la suplementación, resultando en dos repeticiones por tratamiento, cada repetición integrada por 4 animales pastoreando una parcela independiente. La pastura utilizada fue una mezcla compuesta por *Avena bizantina* y *Lolium multiflorum* (75 y 25 % respectivamente). En cuanto al suplemento (ofrecido al 1% del PV), se utilizaron tres tipos, grano seco de sorgo molido, grano seco de destilería con solubles de sorgo (DDGS) y grano lupino partido (*Lupinus angustifolius*). Todos los tratamientos pastorearon con una oferta de forraje de 5 kg de MS cada 100 kg de PV, regulando el área de la parcela en base a la materia seca disponible y al último peso vivo promedio registrado para cada repetición. Se realizó pastoreo rotativo en franjas de 7 días de ocupación y con encierro nocturno, realizado a partir de las 17:30 h hasta las 10:00 h del día siguiente. El suplemento se suministró a los respectivos tratamientos en los corrales, por la mañana, una hora antes de la salida al pastoreo. La cantidad en base seca fue ajustada cada semana en función del cambio de pesos de los animales y el contenido de MS de cada alimento. La performance animal, medida como ganancia media diaria de peso, fue afectada por los tratamientos ($P < 0.0223$), determinando que los animales suplementados tuvieron las mayores ganancias medias, siendo máximas en los tratamientos DDGS y lupino, no presentando diferencias estadísticas entre ellos (0,871 kg/día y 0,946 kg/día respectivamente), el tratamiento testigo fue quien presentó menor ganancia (0,529 kg/día), seguido por los suplementados con sorgo (0,667 kg/día). En cuanto al consumo total de MS (kg/animal/día), hubo diferencia entre tratamientos ($P < 0.043$) al igual que entre semanas ($P < 0.0001$), no siendo significativa la diferencia en disponibilidad de forraje entre tratamientos ni tampoco en el consumo de suplemento. En cuanto a la eficiencia de conversión del suplemento no se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.2443$). La probabilidad de encontrar los animales pastoreando fue igual para todos los tratamientos, al igual que la actividad de descanso ($P > 0.2520$), mientras que la rumia tuvo diferencias siendo los tratamientos suplementados con energéticos-proteicos los que presentaron mayor tiempo dedicado a esta actividad.

Palabras clave: Crecimiento; Suplementación; Lupino; DDGS.

7. SUMMARY

This work was accomplished in the “Unidad de Producción Intensiva de Carne” (UPIC) of the Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni, Facultad de Agronomía, located in ruta No. 3, Km 363, Paysandú province. This experiment was completed between May 12th. and August 22nd. 2018. The objective was to evaluate different types of supplements and their effect on the performance in a group of calves winter grazing. Thirty two Hereford calves, born in the spring of 2017 of eight months of age were used. These animals had an average weight of 165,1±3,8 kg. The animals were divided in 8 groups with 4 different treatments. Each treatment was repeated twice with 4 animals each, grazing in independent patches. A mixture of Avena bizantina y Lolium multiflorum (75 y 25 % respectively) was the pasture used. A supplement (offered 1% of live weight) of three different types were used: dry and ground sorghum grain, DDGS and broken lupine grain (*Lupinus angustifolius*). Every treatment grazed with a forage supply of 5 kg of dry matter/100 kgs live weight. Each patch size was regulated according to the dry matter available and the last average weight registered. Rotational grazing was done every seven days with nocturnal confinement from 5:30 pm to 10:00 am. The supplement was given in confinement in the morning an hour before grazing. Dry matter was adjusted according to live weight each week. It was found that, the animal average daily weight performance was affected by the treatments: the supplemented calves with DDGS and lupine were the highest with no differences between them (0,871kg/day and 0,946 kg/day respectively). The control treatment showed less gain (0,529 kg/day), followed by the supplemented with sorghum (0,667 kg/day). The total feed of dry matter (kg/animal/day), was different between treatments ($P<0.043$) as between weeks ($P<0.0001$), with no significant difference in forage availability between treatments or in the consumption of supplements. There was no significant difference in the conversion efficiency between treatments ($P>0.2443$). Considering cattle behaviour when grazing or resting ($P>0.2520$), showed no difference. However, rumination time was greater when the animals were treated with supplements.

Keywords: Growth; Supplements; Lupine; DDGS.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, G.; Mirco, J.; Brinchh, A.; Acosta, A.; Ayala Torales, A. 2007. Variación en la respuesta productiva de novillos asociada a los momentos de asignación diaria de un verdeo invernal durante el otoño. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado 10 set. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/92-Acosta_Ganancia.pdf
2. Adams, D. C. 1985. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behaviour of yearling beef steers grazing Russian wild ryegrass in the fall. J. Anim. Sci. 61:1037-1042.
3. Agnusdei, M. G. 2007. Calidad nutritiva del forraje. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado 11 ago. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/64-calidad.pdf
4. Algorta, B.; Irileguy, G.; López, I. 2015. Evaluación de uso de comederos de autoconsumo para la suplementación invernal de terneros en condiciones de oferta. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 135 p.
5. Alden, W. G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: Morley, F. H. W. ed. Grazing Animal. Amsterdam, Elsevier. cap. 15, pp. 289-307.
6. ALUR (Alcoholes del Uruguay, UY). 2019. Alimento animal. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado may. 2019. Disponible en <http://www.alur.com.uy/productos/movil/index.php>
7. Amigone, M. A. 2004. Verdeos de invierno: sugerencias para la correcta elección de cultivares, implantación y aprovechamiento. (en línea). Marcos Juárez, INTA. 8 p. Consultado 17 jul. 2019. Disponible en <http://www.a-campo.com/httpdocs/espanol/INTA/verdeos04.pdf>
8. Arduín, E.; Purtscher, S.; Rebollo, C. 2018. Utilización de burlanda seca de sorgo (DDGS) en la suplementación estival de terneros destetados precozmente sobre praderas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 99 p.

9. Arelovich, H.; Arzadun, M. J.; Laborde, H. E.; Vasquez, M. G. 2003. Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. *Anim. Feed Sci. Technol.* 105 (1-4):29-42.
10. Aroztegui, F.; Olivera, A. 2012. Factores que afectan la respuesta a 6 días de suplementación con lupino en ovejas Merino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
11. Arroquy, J.; Berruhet, F.; Martínez Ferrer, J.; Pasinato, A.; Brunetti, M. 2014. Uso de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne. *In: Jornada Nacional de Forrajes Conservados (5ª., 2014, Manfredi). Recopilación de presentaciones técnicas.* Córdoba, INTA. pp. 1-18.
12. Artigas, M.; García, I. 2012. Efecto del cultivo de cobertura con y sin pastoreo sobre implantación, crecimiento y rendimiento de soja. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 65 p.
13. Arzadún, M. J.; Freddi, J.; Pissani, A.; Sastre, P. 1996. Composición del forraje de avena y respuesta a la suplementación (comunicación). *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16 (Supl.1):140.
14. Baeck, J. M. 2000. Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente? (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 2-11. Consultado 25 jun. 2019. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otonales.htm
15. Baldi, F.; Bancharo, G.; Mieres, J.; La Manna, A.; Fernández, E.; Formoso, F.; Montossi, F. 2008. Suplementación en invernada intensiva. ¿Hasta dónde hemos llegado? *Revista INIA.* no. 15:2-7.
16. Bargo, F. 2018. ¿Cuál es la tasa de sustitución ideal de forrajes por concentrado? (en línea). Bogotá, Contexto ganadero. s.p. Consultado 25 oct. 2019. Disponible en <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/cual-es-la-tasa-de-sustitucion-ideal-de-forrajes-por-concentrado>
17. Barrios, J. P.; Da Silva, J. I.; Larrauri, L. 2018. Avanzando en la recría de terneros a pasto: buscando formas de utilizar los cultivos forrajeros anuales durante invierno en sistemas agrícola-ganaderos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 80 p.
18. Bartaburu, S.; Cooper, P.; Lanfranconi, M.; Olivera, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje

sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el periodo otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 99 p.

19. Barton, R.; Krysl, L.; Judkins, M.; Holcombe, D.; Broesder, J.; Gunter, S.; Beam, S. 1992. Time of daily supplementation of steers grazing dormant intermediate Wheatgrass pasture. *J. Anim. Sci.* 70(2):547-558.
20. Beever, O. E.; Siddons, R. C. 1986. Digestion and metabolism in the grazing ruminants. In: International Symposium on Ruminant Physiology (6th., 1986, Banff, Canada). Control of digestion and metabolism in ruminants: proceedings. Englewood Cliffs, Prentice Hall. pp. 479-497.
21. Belyea, R. 1994. Characterization of distillers solubles. *Proc. Distillers Feed Res. Council.* 49:13-17.
22. Berasain, S.; Patrón, L.; Vidart, M. 2002. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el comportamiento ingestivo y consumo voluntario en novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje en verdeo y pradera en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 111 p.
23. Beretta, V.; Simeone, A. 2005. Manejo nutricional del ganado de carne. In: Jornada de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2005, Paysandú). Suplementación y engorde a corral: como y cuando integrarlos en el sistema ganadero. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 11-12.
24. _____.; _____.; Franco, J.; Bentancur, O.; Contatore, A.; Rodríguez, D.; Vago, M. 2007. Efecto del nivel de inclusión de fibra en la dieta previo a la faena sobre la performance de novillos pastoreando raigrás. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado 10 may, 2020. Disponible en https://researchgate.net/profile/Oscar_Bentancur/publication/240609995_Efecto_del_nivel_de_inclusion_de_fibra_en_la_dieta_previo_a_la_faena_sobre_la_performance_de_novillos_pastoreando_raigras_Effect_of_level_of_fibre_inclusion_on_performance_of_steers_grazing_ryegrass/links/547372150cf2d67fc0373874/Efecto-del-nivel-de-inclusion-de-fibra-en-la-dieta-previo-a-la-faena-sobre-la-performance-de-novillos-pastoreando-raigras-Effect-of-level-of-fibre-inclusion-on-performormance-of-steers-grazing-ryegrass.pdf
25. _____.; _____. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. In: Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne (10^a., 2008, Paysandú). Una década de

investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 35-37.

26. _____.; _____.; Viera, G. 2010. Utilización de avena para pastoreo con terneras Hereford. (en línea). Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. 1 p. Consultado 23 dic. 2019. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~agrociencia/index.php/directorio/article/view/485/395>
27. _____.; _____.; Pancini, S.; Cederés, M.; García, E.; Oneto, L.; Zabalveytia, N. 2016. Grano entero de avena: una nueva opción como fuente de fibra en dietas de corral. *In: Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne (2016, Paysandú, Uruguay). A pasto y a corral, dos caminos con un mismo destino: la rentabilidad.* Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp.4-21.
28. _____.; _____.; Barrios, J. P.; Da Silva, J. I.; Larrauri, L. 2018. Avanzando en la recría de terneros a pasto: buscando formas de utilizar los cultivos forrajeros anuales durante invierno en sistemas agrícola-ganaderos. *In: Jornada Anual de Producción Intensiva de Carne (2018, Paysandú, Uruguay). 20 años de investigación para una ganadería más rentable.* Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 30-41.
29. Blaser, R. E.; Hames, R. C.; Bryant, H.T.; Hardison, W. A.; Fontenot, J. P.; Engel, R. W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. *In: International Grasslands Congress (8th, 1960, Berkshire, England). Proceedings.* Oxford, Alden. pp. 601-606.
30. Borrajo, C. I.; Barbera, P. 2011. Comportamiento, adaptación y variedades. Parte I: pasos para la siembra y manejo de avena y raigrás. INTA. Mercedes. Hoja Informativa no. 34. 3 p.
31. Butris, G.; Phillips, C. J. 1987. The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on de intake and feeding behaviour in cattle. *Grass Forage Sci.* 42:259- 264.
32. Cangiano, C. A.; Gómez, P. 1985. Estimación del consumo de forraje mediante componentes del comportamiento ingestivo de novillos en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 5 (9 - 10):573- 579.
33. _____. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. *In: Cangiano, C. A. ed. Producción animal en pastoreo.* Buenos Aires, Argentina, INTA. Balcarce. pp. 41- 53.
34. _____. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.

35. Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
36. Carriquiry, J.; Normey, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 88 p.
37. Carvalho, P. 1997. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. *In*: Simpósio sobre Avaliação de Pastagens com Animais (1997, Maringá, Brasil). Anais. Maringá, Universidade Estadual de Maringá. pp. 25-52.
38. Caton, J. S.; Dhuyvetter, D. V. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. *J. Anim. Sci.* 75:533-542.
39. Catrileo, A.; Rojas, C. 1994. Grano de lupino entero como suplemento proteico en raciones de engorda de novillos en predios de la IX Región. *In*: Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (19^a., 1994, Temuco, Chile). Actas. Temuco, SOCHIPA. pp. 91-92.
40. _____.; _____. 1995. Uso del lupino en producción animal. *Tierra Adentro*. no. 4:48-49.
41. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p. Consultado 2 feb. 2015. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/iah/textostesis/2005/3334cep.pdf>
42. Cervantes, R. M.; Ceseña, A. M.; Zinn, R. A. 1997. Flujo y digestión de nutrientes en vaquillas Holstein alimentadas con dietas a base de urea o harinolina como fuentes principales de proteína cruda. *Agrociencia*. 31:247-252.
43. Chalupa, W. 1975. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58 (8):1198-1218
44. Cherney, J. H.; Cherney, D. J. R. 1998. Grass for dairy cattle. New York, CABI. 416 p.
45. Chilbroste, P.; Tamminga, S.; Boer, H. 1997. Effect of length of grazing session, rumen fill and starvation time before grazing on dry matter intake, ingestive behaviour and dry matter rumen pool sizes of grazing lactating dairy cows. *Grass Forage Sci.* 52:249-257.

46. _____. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo: I. Predicción del consumo. *In*: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26^{as.}, 1998, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
47. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. *In*: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10^{o.}), Jornadas Uruguayas de Buiatría (30^{as.}, 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 90-96.
48. _____.; Gibb, M.; Tamminga, S. 2005. Pasture characteristics and animal performance. *In*: Dijkstra, J.; Forbes, J. M.; France, J. eds. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2^{nd.} ed. Wallingford, CABI. pp. 683-706.
49. _____.; Dijkstra, J.; Robinson, P.; Tamminga, S. 2007. A simulation model “CTR Dairy” to predict the supply of nutrients in dairy cows managed under discontinuous feeding patterns. *Anim. Feed Sci. Technol.* 143:148-173.
50. Coleman, S. W.; Moore, J. E. 2003. Feed quality and animal performance. (en línea). *Field Crops Res.* 84:17-29. Consultado 28 set. 2019. Disponible en [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/360827/mod_resource/content/0/Coleman%20and%20Moore%20\(2003\).pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/360827/mod_resource/content/0/Coleman%20and%20Moore%20(2003).pdf)
51. Crampton, E. W.; Donefer, E.; Lloyd, L. E. 1960. A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.* 19 (3):538-544.
52. Czerkawski, J. W. 1986. *An Introduction to Rumen Studies.* Oxford, UK, Pergamon. 236 p.
53. De León, M. 2005. Estrategias de suplementación de pasturas. *Bol. Téc. Prod. Anim.* 3(5):1-2.
54. Delagarde, R.; Peyraud, J. L.; Delaby, L.; Faverdin, P. 2000. Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin - cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Anim. Feed Sci. Technol.* 84:49-68.
55. Di Marco, O. N. 1993. *Crecimiento y respuesta animal.* Buenos Aires, AAPA. 129 p.
56. Dixon, R.; Stockdale, C. 1999. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. *Aust. J. Agric. Res.* 50:757-773.

57. Donaldson, R. S.; Mc Cann, M. A.; Amos, H. E.; Hoveland, C. S. 1991. Protein and fibre digestion by steers grazing winter annuals and supplemented with ruminal escape protein. *J. Anim. Sci.* 69:3067-3071.
58. Doreau, M.; Chillard, Y. 1997. Effects of ruminal or postruminal fish oil. *Reprod. Nutr. Dev.* 37:113-124.
59. Dougherty, C.; Bradley, N.; Cornelius, P. L.; Lauriault, L. 1989. Short-term fasts and the ingestive behaviour of grazing cattle. *Grass Forage Sci.* 44:295-302.
60. Duhalde, J. 2002. Tasas de crecimiento y curvas de producción de avena y raigrás anual. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_verdeos_invierno/42-avena_raigrass.pdf
61. Durán, A. 1991. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
62. Elizalde, J. C.; Santini, F. J. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos durante el periodo otoño- invierno. INTA. Balcarce. Boletín Técnico no. 104. 27 p.
63. _____. 1993. Algunos factores nutricionales del forraje que afectan la suplementación en pastoreo. In: Jornada de Actualización Técnica en Producción Animal (9^a., 1993, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA/UNMP. pp. 7-12.
64. _____.; _____.; Pasinato, A. M. 1996. The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle fed winter oat indoor, II Nitrogen digestion and microbial protein synthesis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 63:245-255.
65. _____. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). Balcarce, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 9 p. Consultado 3 ago. 2019. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/informaciontecnica/suplementacion/13suplementacionencondicion esdepastoreo.pdf>
66. Elizondo, L.; Gil, A.; Rubio, L. 2003. Suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal a novillos pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 89 p.

67. Forbes, J. M. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. 2nd. ed. Wallingford, CABI. 453 p.
68. Forbes, T. D.; Coleman, S. 1993. Forage intake and ingestive behaviour of cattle grazing old world bluestems. *Agron. J.* 85:808-816.
69. Gadberry, M. S.; Beck, P. A.; Morgan, M.; Hubbell, D.; Butterbaugh, J.; Rudolph, B. 2010. Effect of dried distillers grains supplementation on calves grazing bermudagrass pasture or fed low-quality hay. *The Prof. Anim. Sci.* 26:347-355.
70. Gallardo, M. 2007. Alternativas para reemplazar al grano de maíz. (en línea). Rafaela, INTA. 4 p. Consultado 20 ago. 2019. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
71. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16(2):119-142.
72. Galyean, M. L. 1996. Protein levels in beef cattle finishing diets: industry application, university research and systems results. *J. Anim. Sci.* 74:2860-2870.
73. Gekara, O. J.; Prigge, E. C.; Bryan, W. E.; Nestor, E. L.; Seidel, G. 2005. Influence of sward height, daily timing of concentrate supplementation, and restricted time for grazing on forage utilization by lactating beef cows. *J. Anim. Sci.* 83(6):1435-1444.
74. Greenquist, M.; Klopfenstein, T.; Schacht, W.; Erickson, G.; Vander Pol, K.; Luebke, M.; Brink, K.; Schwarz, A.; Baleseng, L. 2009. Effects of nitrogen fertilization and dried distillers grains supplementation: forage use and performance of yearling steers. *J. Anim. Sci.* 87 (11):3639-3646.
75. Gustad, K. H.; Klopfenstein, T. J.; Erickson, G.; Vander Pol, K. J.; MacDonald, J. C.; Greenquist, M. A. 2006. Dried distillers grains supplementation of calves grazing corn residue. *Nebr. Beef Rep.* 114:36-37.
76. Gutiérrez-Ornelas, E.; Klopfenstein, T. J. 1991. Changes in availability and nutritive value of different corn residue parts as affected by early and late grazing seasons. *J. Anim. Sci.* 69:1741-1750.
77. Hess, B. W.; Moss, G.; Rule, D. C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. *J. Anim. Sci.* 86:E188-E204.
78. Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice.* London, Longman. 203 p.

79. Hogan, J. P.; Weston, R. H. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. III. The digestion of forage oats varying in maturity and in the content of protein and soluble carbohydrate. *Aust. J. Agric. Res.* 20:347-363.
80. Huntington, G. 1997. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.* 75:852-867.
81. _____; Archibeque, S. 2000. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. *J. Anim. Sci.* 77:1-11.
82. Illius, A. W.; Gordon, I. J. 1990. Constraints on diet selection and foraging behaviour in mammalian herbivores. *In*: Hughes, R. N. ed. *Behavioural mechanisms of food selection*. Berlin, Springer. pp. 369-393.
83. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2018. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especie forrajera. Montevideo. 89 p.
84. Invernizzi, G.; Puig, C.; Viroga, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y la frecuencia del cambio de franja sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
85. Islas, A.; Soto-Navarro, S. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *J. Anim. Sci.* 89:1229-1237.
86. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass Forage Sci.* 34:261-271.
87. Jenkins, K. H.; MacDonald, J. C.; McCollum, F. T.; Amosson, S. H. 2009. Effects of Level of Dried Distillers Grain Supplementation on Native Pasture and Subsequent Effects on Wheat Pasture Gains. *The Prof. Anim. Sci.* 2 (5):596-604.
88. Johnson, H. D. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. *In*: Moberg, G. P. ed. *Limiting the effects of stress on cattle*. Logan, Western Regional Research Publication and Utah Agricultural Experimental Station Research. pp. 33-45 (Bulletin no. 512).
89. Kalscheur, K. F.; García, A. D. 2004. Use of by-products in growing dairy heifer diets. (en línea). South Dakota State University. SDSU Extension Extra Archives no. 128. 4 p. Consultado 25 abr. 2020. Disponible en

https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1127&context=extension_extra

90. Kellaway, R.; Porta, S. 1993. Feeding concentrates: supplements for dairy cows. Melbourne, Dairy Research and Development Corporation. 169 p.
91. Kelzer, J.; Kononoff, P.; Karges, K.; Gibson, M. 2007. Evaluation of protein fractionation and ruminal and intestinal digestibility of corn milling co-products. *J. Dairy Sci.* 93(6):2803-2815.
92. Klopfenstein, T. J.; Erickson G. E.; Bremer, V. R. 2008. Board-invited review: use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *J. Anim. Sci.* 86:1223-1231.
93. Kloster, A. M.; Latimori, N. L.; Amigone, M. A.; Ballarino, M. V. 1995. Suplementación de verdes invernales (1). INTA. Marcos Juárez. Informe técnico no. 112. 12 p.
94. Laca, E.; Ungar, E.; Selingman, N.; Demment, M. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass Forage Sci.* 47 (1):91-102.
95. Latimori, N.; Kloster, A. 1997. Suplementación sobre pasturas de calidad. In: Latimori, N.; Kloster, A. eds. Invernada bovina en zonas mixtas: claves para una actividad más rentable y eficiente. Marcos Juárez, INTA. pp. 93-114.
96. Leños, L. 2008. Influencia climática sobre la producción bovina. Sincelejo, Universidad de Sucre. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Zootecnia. 86 p.
97. Leaver, J. D. 1985. Milk production from grazed temperate grasslands. *J. Dairy Res.* 52:313-344.
98. Leupp, J.; Lardy, G.; Karges, K.; Gibson, M.; Caton, J. 2009. Effects of increasing levels of corn distillers dried grains with solubles to steers offered moderate-quality forage. *J. Anim. Sci.* 87:4064-4072.
99. Linn, J. G.; Akayezu, J. M.; Harty, S. R.; Cassady, J. M. 1998. Use of distillers grains and co-products in ruminant diets. (en línea). In: Minnesota Nutrition Conference (59th, 1998, Bloomington, MN). Proceedings. Minnesota, Cargill Animal Nutrition Center. pp. 1-11. Consultado 13 ago. 2019. Disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.226.4287&rep=rep1&type=pdf>.

100. Loy, T. W.; Klopfenstein, T. J.; Erickson, G. E.; Macken, C. N. 2003. Value of dry distiller's grains in high fiber diets and effect on supplementation frequency. *Nebr. Beef Cattle*. 235:8-10.
101. _____.; _____.; _____.; _____.; MacDonald, J. 2008. Effect of supplemental energy source and frequency on growing calf performance. *J. Anim. Sci.* 86:3504-3510.
102. Luna Zamora, G.; Pro Martínez, A.; Mendoza Pedroza, S.; González Cerón, F.; Sosa Montes, E.; Rodríguez Ortega, L.; Rodríguez Ortega, A.; Luna Botello, A. 2019. Lupino (*Lupinus angustifolius*): una alternativa de proteína para consumo animal y humano en México. *Agro Prod.* 12 (8):53-57.
103. Luzardo, S.; Montossi, F.; Lagomarsino, X. 2012. Uso de la suplementación en recrias sobre campo natural. *Revista INIA*. no. 28:8-12.
104. MacDonald, J. C.; Klopfenstein, T. J.; Erickson, G.; Griffin, W. 2007. Effects of dried distillers grains and equivalent undegradable intake protein or ether extract on performance and forage intake of heifers grazing smooth bromegrass pastures. *J. Anim. Sci.* 85:2614-2624.
105. MacRae, J. C.; Smith, J. S.; Dewey, P. J.; Brewer, A.; Brown, D. S.; Walker, A. 1985. The efficiency of utilization of metabolizable energy and apparent absorption of amino acids in sheep given spring-and autumn-harvested dried grass. *Br. J. Nutr.* 54:197-209.
106. Mader, F.; Stock, R. 2005. Procesamiento del sorgo para engorde bovino. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 4 p. Consultado 7 set. 2019. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/49-procesamiento_sorgo_para_engorde.pdf
107. Marinissenm J. 2007. Suplementación con grano de avena de terneros a pastoreo sobre un verdeo invernal. Parámetros productivos y calidad de carne. Tesis MSc. Bahía Blanca, Argentina. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Agronomía. 76 p.
108. _____.; Arelovich, H. 2015. Verdeos de invierno: "como emplearlos en forma eficiente". (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado abr. 2020. Disponible en <http://decisionganadera.com.ar/verdeos-de-invierno-como-emplearlos-en-forma-eficiente/>
109. Méndez, D.; Davies, P. 2002. Suplementación otoñal I día. XXI. *Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario*. 2 (2):35-40.

110. _____.; _____. 2004. Herramientas para mejorar las ganancias de peso. (en línea). Buenos Aires, Sitio Argentino de Producción Animal. pp. 1-3. Consultado 21 jun. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/overnada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/39-herramientas_mejorar_ganancias_de_peso.pdf
111. Menke, K. H.; Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28:7-55.
112. Mera, M.; Espinoza, N.; Galdames, R.; Aguilera, A.; García, J.; Montenegro, A.; Alcalde, J. 2016. Lupino dulce y amargo producción en Chile. Temuco, Chile, INIA. 121 p.
113. MGAP. DGRN (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General de Recursos Naturales, UY). 2017. Planes de uso y manejo de suelos. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jun. 2019. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-recursos-naturales/normativa/suelos>
114. Mieres, J. M. 1997. Relaciones planta animal suplemento. *In*: Jornada sobre Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. cap. 1, pp. 1-4 (Actividades de Difusión no. 129).
115. _____. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. 80 p. (Serie Técnica no. 142).
116. Moore, J. 1994. Forage quality indices; development and application. *In*: Fahey, G. C. ed. Forage quality, evaluation and utilization. s.n.t. pp. 967-998.
117. _____.; Brant, M. H., Kunkle, W. E., Hopkins, D. I. 1998. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility and animal performance. *J. Anim. Sci.* 77 (2):122-135.
118. Montiel, M. D.; Elizalde, J. C. 2004. Factores que afectan la utilización ruminal del grano de sorgo en vacunos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24:1-20.
119. Morris, S. E.; Klopfenstein, T. J.; Adams, D. C.; Erickson, G.; Vander Pol, K. 2005. The effects of dried distillers grains on heifers consuming low or high quality forage. *Nebr. Beef Cattle.* 172:18-20.

120. Morteiro, I.; Young, I. 2014. Evaluación del efecto del nivel de proteína en la dieta de terneros de destete precoz alimentados en confinamiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.
121. NRC (National Research Council, US). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th ed. Washington, D. C., National Academy Press. 248 p.
122. Orcasberro, R. 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 225-232 (Serie Técnica no. 13).
123. Orskov, E. R. 1982. Protein Nutrition in Ruminant. London, Academic Press. 178 p.
124. Parga, J.; Nolberto, T. 2006. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. (en línea). Remehue, INIA. 12 p. Consultado 13 ago. 2019 Disponible en http://www.inia.cl/remehue/biblioteca/online/boletin_inia/148/cap6.pdf
125. Pasinato, A.; Sevilla, G. 2002. Suplementación de rumiantes. (en línea). Concepción, INTA. 1 p. Consultado 6 jul. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/31-suplementacion_de_rumiantes.pdf
126. Patterson, D. M.; McGilloway, D. A.; Cushnahan, A.; Mayne, C. S.; Laidlaw, A. S. 1998. Effect of duration of fasting period on short-term intake rates of lactating dairy cows. J. Anim. Sci. 66:299-305.
127. Pereyra, H.; Leiras, M. A. 1991. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. Fleck. Simm. 9 (51):24-27.
128. Perrachon, J. 2009. Pensemos en los verdeos de invierno. Rev. Plan Agrop. no. 132:42-46.
129. Philippeau, C.; Martin, C.; Michalet-dorea, B. 1999. Influence of Grain Source on Ruminant Characteristics and Rate, Site, and Extent of Digestion in Beef Steers. J. Anim. Sci. 77:1587-1596.
130. Phillips, W. A.; Horn, G. W.; Smith, M. E. 1995. Effect of protein supplementation of forage intake and nitrogen balance of lambs fed freshly harvested weath forage. J. Anim. Sci. 73:2687-2693.

131. Pigurina, G.; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D.; Berreta, E. J. 1997a. Suplementación de la recría en vacunos. *In*: Jornada Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. cap. 4, pp. 1-6 (Actividades de Difusión no. 129).
132. _____. 1997b. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 195-200 (Serie Técnica no. 13).
133. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L'Huillier, P. J. 1987. Intake of pasture by Grazing Ruminants. *In*: Nicols, A. ed. Livestock feeding on pasture. Palmerston North, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional Publication no. 10).
134. Pordomingo, A. 1999. Cuando con pasto no alcanza, suplementación sobre verdes de invierno. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado 15 ago. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/12-cuando_con_pasto_no_alcanza.pdf
135. _____.; Quiroga, A.; Jonas, O.; Santucho, G.; Otamendi, H.; Azcárate, M. P.; Buffa, H. G.; Rolheiser, D. O.; Albertario, P. D. 2002. Producción y calidad de verdes de invierno en siembra directa. INTA. Anguil. Boletín Técnico no. 74:14-21.
136. _____. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Anguil, La Pampa, INTA. 4 p. Consultado 7 set. 2019. Disponible en http://www.produccion_animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/67-suplementacion_con_granos_en_pastoreo.pdf
137. _____.; Juan, N. A.; Pordomingo, A. B. 2007. Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdes de invierno y parámetros de calidad del verdeo (Comunicación). Rev. Arg. Prod. Anim. 27:83-84.
138. Quintans, G.; Pigurina, G. 1994. Avances en suplementación de la recría e internada intensiva. (en línea). *In*: Jornada Técnica Bovinos para Carne (1993, Treinta y Tres). Alimentación invernal en la recría. Montevideo, INIA. pp. 2-7 (Actividades de Difusión no. 34). Consultado 15 set. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/357/1/14445101212094954.pdf>
139. _____. 2002. Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. *In*: Seminario de Actualización sobre Cría y Recría Ovina y Vacuna (2002, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Actividades de Difusión no. 288).

140. Raymond, W. F. 1969. The nutritive value of forage crops. *Adv. Agron.* 21:1-108.
141. Rearte, D. H.; Santini, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales en pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 9:93-106.
142. Rohweder, D. A.; Barnes, R. F.; Jorgensen, N. 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *J. Anim. Sci.* 47(3):747- 759.
143. Rojas, C. 1996. El grano de lupino dulce en la engorda de novillos. *In:* Peñaloza, E.; Romero, O. eds. *Avances en investigación en lupino*. Carillanca, INIA. pp. 27-34 (Serie Carillanca no. 51).
144. _____; Catrileo, A. 1998. Grano de lupino blanco (*Lupinus albus*) y australiano (*Lupinus Angustifolius*) entero y chancado, en la engorda invernal de novillos. *Agro Sur.* 26(2):70-77
145. Romney, D. L.; Gill, M. 2000. Intake of forages. *In:* Givens, D.; Owen, E.; Axford, R.; Omed, H. M. eds. *Forage evaluation in ruminant*. Wallingford, CABI. pp. 43-62.
146. Rovira, J. 2014. Intensificando la suplementación de bovinos en pastoreo. (en línea). *Revista INIA.* no. 36:7-11. Consultado 4 mar. 2015. Disponible en http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/revista_INIA_36_Rovira.pdf
147. Rovira, P.; Echeverría, J.; Soares de Lima, J. M. 2014. Pastoreo de raigrás como cultivo de cobertura con corderos o terneros e sistemas ganadero-agrícolas. *In:* Seminario de Actualización Técnica: Estrategias de Intensificación Ganadera (2014, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 47-55 (Actividades de Difusión no. 734).
148. Santini, F.; Rearte, D. 1997. Estrategia de alimentación en la invernada. *In:* Vaz Martins, D. ed. *Suplementación estratégica para el engorde de ganado*. Montevideo, INIA. pp. 37-46 (Serie Técnica no. 83).
149. Simeone, A.; Beretta, V.; Rowe, J.; Nolan, J.; Elizalde, J. C. 2002. Getting cattle to grow faster on lush autumn pastures. *Anim. Prod. Aust.* 24:213-216.
150. _____; _____; _____; Baldi, F. 2003. Supplementing grazing beef cattle weekly or daily with whole maize grain. *In:* Symposium of Recent Advances in Animal Nutrition in Australia (17th, 2003, Armidale, NSW). Proceedings. Armidale, New South Wales, University of New England. p. 14 (Recent Advances in Animal Nutrition in Australia v.14).

151. _____.; _____. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? In: Jornada Anual de Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 10-17.
152. _____. 2005. Bases nutricionales para el manejo de la alimentación en sistemas pastoriles y de confinamiento destinados al engorde de vacunos. In: Curso de Actualización (2005, Montevideo). Textos. Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p.
153. _____.; Beretta, V. 2010. Destete precoz en ganado de carne. Montevideo, Hemisferio Sur. 118 p.
154. _____.; _____.; Elizalde , J.; Cortazzo, D.; Bentancur , O. 2013. Recría en pastoreo de terneros destetados precozmente en invierno en la R.O.U. (en línea). Rev. Arg. Prod. Anim. 33 (1):1-9. Consultado 16 oct. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/140-3560-19039-1-PB.pdf
155. Sniffen, C. J.; Robinson, P. H. 1987. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. J. Dairy Sci. 70:425-441.
156. Soca, P. 2000. Efecto del tiempo de pastoreo y nivel de suplementación sobre el consumo, la conducta y parámetros productivos de vacas lecheras. Tesis MSc. Santiago de Chile, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. 98 p.
157. _____.; Barreto, G.; Pérez, R. 2002. Efecto de la suplementación energética de corta duración y destete temporario sobre la performance reproductiva de vacas de cría en pastoreo. Rev. Arg. Prod. Anim. 22(1):298-299.
158. Stockdale, C. R.; King, K. R. 1983. Effect of stocking rate on the grazing behaviour and faecal output of lactating dairy cows. Grass Forage Sci. 38:215-218.
159. Stritzler, N. 2004. Suplementación de rodeos de cría e invernada en pastoreo en la región del Caldenal. (en línea). San Luis, INTA. 24 p. Consultado 15 jul. 2019. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/21-suplementacion_region_caldenal.pdf

160. Tarazona, A. M.; Ceballos, M. C.; Naranjo, J. F.; Cuartas, C. A. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 25:473-487.
161. Tyler, J. C.; Wilkinson, J. M. 1972. The influence of level of concentrate feeding on voluntary intake of grass on live weight gain by cattle. *Anim. Prod.* 14(1):85-96.
162. Ustarroz, E.; De León, M. 1999. Utilización de pasturas y suplementación con granos en invernada. (en línea). Manfredi, Córdoba, INTA. 32 p. Consultado 16 set. 2019. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/77-pasturas_y_suplementacion_en_invernada.pdf
163. Van Soest, P. J.; Roberston, J. B.; Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74(5):3583-3597.
164. Velazco, J. I. 2009. Suplementación estratégica de la recría bovina sobre campo natural. *Revista INIA.* no. 18:6-9.
165. Venanzi, S.; de Sa Pereira, E.; Kruger, H. s.f. La siembra directa y ganadería. Efectos del pastoreo sobre la compactación a corto plazo. (en línea). Bordenave, Sitio Argentino de Producción Animal. 5 p. Consultado 17 set. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/57-santi5.pdf
166. Verité, R.; Journet, M. 1970. Influence de la teneur en eau et de la déshydratation de l'herbe sur sa valeur alimentaire pour les vaches laitières. *Anim. Zootec.* 10:269-277.
167. von Baer, E. 1990. Lupino: guía de producción y utilización. Tembuco, Chile, Asociación Chilena de Lupino. 19 p.
168. Wade, M. H.; Eirin, M. A.; Gregorini, P. 2006. The effect of fasting on the feeding station behaviour of grazing beef heifers. *J. Anim. Sci.* 84(2):17-117.
169. White, C.; Hanbury, C.; Young, P.; Philips, N.; Wiese, S.; Milton, J.; Davidson, R.; Siddique, K.; Harris, D. 2002. The nutritional value of *Lathyrus cicera* and *Lupinus angustifolium* grain for sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 99:45-64.
170. Zanoniani, R.; Ducamp, F.; Bruni, M. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. Facultad de Agronomía. EEMAC. Cartilla no. 17. 11 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Efecto de la altura de rechazo en las semanas de experimento

Semana	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior	P valor
10	29,8394	0,3767	0,05	28,5952	31,0836	A
2	25,0125	1,063	0,05	22,8492	27,1758	B
4	23,2875	1,063	0,05	21,1242	25,4508	BC
14	21,235	1,063	0,05	19,0717	23,3983	BCD
6	21,0875	1,063	0,05	18,9242	23,2508	BCD
12	20,1425	1,063	0,05	17,9792	22,3058	CD
8	16,8	1,063	0,05	14,6367	18,9633	D

Efecto de la altura de rechazo en la interacción tratamiento por semana

Tratamiento	Semana	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior	P valor
Sorgo	2	25,8000	2,1259	0,05	21,4733	30,1267	A
Testigo	2	25,2500	2,1259	0,05	20,9233	29,5767	A
DDGS	2	24,6500	2,1259	0,05	20,3233	28,9767	A
Lupino	2	24,3500	2,1259	0,05	20,0233	28,6767	A

Tratamiento	Semana	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior	P valor
DDGS	4	25,9500	2,1259	0,05	21,6233	30,2767	A
Lupino	4	23,9000	2,1259	0,05	19,5733	28,2267	A
Sorgo	4	23,1500	2,1259	0,05	18,8233	27,4767	A
Testigo	4	20,1500	2,1259	0,05	15,8233	24,4767	A

Tratamiento	Semana	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior	P valor
Sorgo	6	24,3000	2,1259	0,05	19,9733	28,6267	A
Lupino	6	23,3000	2,1259	0,05	18,9733	27,6267	A
DDGS	6	20,5500	2,1259	0,05	16,2233	24,8767	A
Testigo	6	16,2000	2,1259	0,05	11,8733	20,5267	A

Tratamiento	Semana	Estimador	Error				P valor
			estándar	Alfa	Inferior	Superior	
DDGS	8	18,4000	2,1259	0,05	14,0733	22,7267	A
Lupino	8	18,0000	2,1259	0,05	13,6733	22,3267	A
Sorgo	8	15,4500	2,1259	0,05	11,1233	19,7767	A
Testigo	8	15,3500	2,1259	0,05	11,0233	19,6767	A

Tratamiento	Semana	Estimador	Error				P valor
			estándar	Alfa	Inferior	Superior	
Sorgo	10	32,5200	0,7534	0,05	30,0316	35,0084	A
Testigo	10	31,4250	0,7534	0,05	28,9366	33,9134	A
Lupino	10	20,8350	0,7534	0,05	28,3466	33,3234	A
DDGS	10	24,5775	0,7534	0,05	22,0831	27,0659	B

Tratamiento	Semana	Estimador	Error				P valor
			estándar	Alfa	Inferior	Superior	
Sorgo	12	21,7600	2,1590	0,05	17,4333	26,0867	A
DDGS	12	20,5100	2,1590	0,05	16,1833	24,8367	A
Lupino	12	19,6400	2,1590	0,05	15,3133	23,9667	A
Testigo	12	18,6600	2,1590	0,05	14,3333	22,9867	A

Tratamiento	Semana	Estimador	Error				P valor
			estándar	Alfa	Inferior	Superior	
Sorgo	14	27,0800	2,1590	0,05	22,7533	31,4067	A
Testigo	14	24,1000	2,1590	0,05	16,7733	28,4267	A
Lupino	14	18,6000	2,1590	0,05	14,2733	22,9267	A
DDGS	14	15,1600	2,1590	0,05	10,8333	19,4867	A

Anexo 2. Consumo de suplemento de cada tratamiento expresado en % PV

Tratamiento	Estimador	Error				P valor
		estándar	Alfa	Inferior	Superior	
Lupino	0,9718	0,0179	0,05	0,91	1,0289	A
DDGS	0,9386	0,0179	0,05	0,88	0,9957	A
Sorgo	0,9139	0,0179	0,05	0,86	0,9710	A

Anexo 3. Ecuaciones para la estimación de EM consumida

Ecuación de Rohweder et al. (1978): $EM \text{ (Mcal/kg MS)} = 3,20 - 0,028 \times \%FDA$

Concentrados, ecuación de Menke y Steingass (1988) $EM \text{ (Mcal/kg MS)} = 3,5 - 0,035 \times \%FDA$.

Anexo 4. Efecto de la altura diaria de la pastura durante la semana 2

Día dentro de la semana	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior	P valor
1	64,9375	1,724	0,05	61,1893	68,6857	A
2	49,0000	1,724	0,05	45,2518	52,7482	B
3	44,7375	1,724	0,05	40,9893	48,4857	BC
4	40,3875	1,724	0,05	36,6393	44,13557	CD
5	38,7626	1,724	0,05	35,0143	42,5107	CD
6	35,2875	1,724	0,05	31,5393	39,0357	D
7	25,0125	1,724	0,05	21,2643	28,7607	E

Anexo 5. Efecto de la altura diaria de la pastura durante la semana 10

Día dentro de la semana	Estimador	Error estándar	Alfa	Inferior	Superior	P valor
1	49,6750	0,9000	0,05	47,7005	51,6495	A
2	39,3500	0,9000	0,05	37,3755	41,3245	B
3	37,0500	0,9000	0,05	35,0755	39,0245	B
4	32,4875	0,9000	0,05	30,5130	34,4620	C
5	30,3857	0,9000	0,05	28,1300	32,3620	C

Anexo 6. Efecto de la altura de la pastura de cada tratamiento las semanas 2 y 10

Semana 2

Tratamiento	Estimador	Error		Inferior	Superior	P valor
		estándar	Alfa			
Testigo	47,6429	2,3281	0,05	41,0973	54,1884	A
Sorgo	43,4857	2,3281	0,05	36,9402	50,0313	A
DDGS	40,9000	2,3281	0,05	34,3545	47,4455	A
Lupino	38,3286	2,3281	0,05	31,783	44,8741	A

Semana 10

Tratamiento	Estimador	Error		Inferior	Superior	P valor
		estándar	Alfa			
Lupino	43,7300	1,185	0,05	40,5392	46,9208	A
Testigo	39,5900	1,185	0,05	36,3992	42,7808	AB
Sorgo	36,1600	1,185	0,05	32,9692	39,3508	BC
DDGS	31,6800	1,185	0,05	28,4832	34,8708	C

Anexo 7. Probabilidad de encontrar a los animales realizando las diferentes actividades del comportamiento ingestivo (pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda, rumia y descanso) en cada tratamiento

Pastoreo efectivo			
Tratamiento	Estimador	Error	
		estándar	P valor
DDGS	0,7653	0,5164	A
Lupino	0,7585	0,5168	A
Sorgo	0,7561	0,5164	A
Testigo	0,7447	0,5156	A

Pastoreo búsqueda			
Tratamiento	Estimador	Error	
		estándar	P valor
Testigo	0,2553	0,5156	A
Sorgo	0,2439	0,1564	A
Lupino	0,2415	0,5168	A
DDGS	0,2347	0,5164	A

Rumia			
Tratamiento	Estimador	Error estándar	P valor
lupino	0,0699	0,5225	A
ddgs	0,0688	0,5223	A
sorgo	0,0444	0,5293	B
testigo	0,0367	0,5303	B

Descanso			
Tratamiento	Estimador	Error estándar	P valor
sorgo	0,2638	0,5154	A
lupino	0,244	0,5157	A
ddgs	0,2397	0,5159	A
testigo	0,229	0,5161	A