

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

OPCIONES DE SUPLEMENTACIÓN PARA UN ADECUADO CRECIMIENTO  
POST-DESTETE DE CORDEROS PASTOREANDO *Paspalum notatum* INIA Sepé

por

Estefanía ROMANIUK COLMAN  
Ana Inés TAFERNABERRY PANISSA

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. PhD. Ignacio De Barbieri

---

Ing. Agr. MSc. Ricardo Rodríguez

---

Ing. Agr. Mag. Diego Michelini

Fecha: 30 de noviembre de 2018

Autoras:

---

Estefanía Romaniuk Colman

---

Ana Inés Tafernaberry Panissa

## AGRADECIMIENTOS

Es oportuna la ocasión para expresar nuestro agradecimiento al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en especial a la Unidad Experimental Glencoe perteneciente a INIA Tacuarembó, por permitirnos realizar el presente trabajo experimental, aportando todo el material e infraestructura necesaria para la ejecución del mismo.

Al personal técnico de la Unidad Experimental Glencoe por su permanente colaboración a nivel de campo. Fue de suma importancia conformar un equipo de trabajo del cual se obtuvo apoyo a lo largo de todo el período experimental.

Al laboratorio del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) por su cooperación en el procesamiento de las muestras de lana.

Al personal de las bibliotecas de INIA Tacuarembó y Facultad de Agronomía (EEMAC y casa central) por su destacada eficiencia en su colaboración.

A nuestros tutores, Ing. Agr. PhD. Ignacio De Barbieri, Ing. Agr. PhD. Rafael Reyno y DMV. MSc. PhD. Elize van Lier por su apreciable dedicación y compromiso en todas las etapas del trabajo, aportando conocimientos teóricos e intervención de análisis y escritura.

A nuestros familiares y amigos que de alguna u otra manera siempre estuvieron a nuestro lado apoyando y alentándonos para culminar esta instancia final de nuestra carrera.

## 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 RESTRICCIONES QUE ENFRENTA LA RECRÍA DE CORDEROS EN VERANO SOBRE CAMPO NATURAL.....	3
2.2 REQUERIMIENTOS POST-DESTETE Y REALIDAD ESTIVAL DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE SOBRE BASALTO.....	4
2.3 LIMITANTES DE CONSUMO Y/O COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE ANIMALES BAJO PASTOREO.....	6
2.3.1 <u>Consumo y comportamiento ingestivo</u> .....	6
2.3.2 <u>Factores inherentes a la pastura</u> .....	6
2.3.2.1 Factores no nutricionales.....	6
2.3.2.2 Factores nutricionales.....	7
2.3.3 <u>Factores inherentes al animal</u> .....	8
2.3.3.1 Factores no nutricionales.....	8
2.3.3.2 Factores nutricionales.....	9
2.3.4 <u>Factores del entorno</u> .....	10
2.4 ALTERNATIVAS PARA LEVANTAR RESTRICCIONES.....	12
2.4.1 <u>Resultados de la recría estival</u> .....	13
2.4.2 <u>Alternativa forrajera: <i>Paspalum notatum</i></u> .....	14
2.4.2.1 Caracterización de <i>Paspalum notatum</i> INIA Sepé.....	15
2.4.3 <u>Alternativas de suplementación</u> .....	16
2.4.3.1 Harina de soja.....	17
2.4.3.2 Grano de sorgo.....	17
2.4.3.3 DDGS sorgo.....	18
2.5 HIPÓTESIS.....	20
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	22
3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL.....	22
3.2 BASE FORRAJERA.....	22
3.3 ANIMALES.....	22
3.4 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23

3.5 METODOLOGÍA.....	25
3.5.1 <u>Determinaciones en la pastura</u> .....	25
3.5.2 <u>Determinaciones del suplemento</u> .....	27
3.5.3 <u>Determinaciones en los animales</u> .....	27
3.5.4 <u>Determinaciones meteorológicas</u> .....	28
3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	28
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	30
4.1 <u>CONDICIONES AMBIENTALES</u> .....	30
4.2 <u>RESULTADOS DEL FORRAJE</u> .....	31
4.2.1 <u>Disponibilidad</u> .....	31
4.2.2 <u>Altura</u> .....	32
4.2.3 <u>Índice de vegetación diferenciada normalizada</u> .....	33
4.2.4 <u>Análisis de asociaciones encontradas entre parámetros de la pastura</u> .....	33
4.2.4.1 <u>Correlaciones de características de la pastura</u> .....	33
4.2.4.2 <u>Regresión entre disponibilidad y altura del forraje</u> ....	35
4.2.4.3 <u>Regresiones entre IVDN, alturas y PC MS</u> .....	36
4.2.4.4 <u>Regresiones entre contenido de materia verde, altura, disponibilidad e IVDN</u> .....	38
4.2.5 <u>Variables de carácter descriptivo</u> .....	40
4.2.5.1 <u>Valor nutritivo</u> .....	40
4.2.5.2 <u>Tasa de crecimiento y producción de forraje</u> .....	41
4.2.5.3 <u>Censo botánico</u> .....	44
4.3 <u>RESULTADOS PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	45
4.3.1 <u>Análisis de producción individual y por unidad de superficie</u> .....	45
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	56
6. <u>RESUMEN</u> .....	57
7. <u>SUMMARY</u> .....	59
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	61
9. <u>ANEXOS</u> .....	74

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Oferta de suplemento de los tratamientos PN+Sup1 y PN+Sup2 durante el período de acostumbramiento.....	22
2. Composición de los suplementos (%) según tratamiento.....	23
3. Resultados de análisis químico de los suplementos.....	27
4. Registro de temperatura media (°C) para la serie histórica (2010-2017) y registros pluviométricos mensuales (mm) y total acumulado (mm) para la serie histórica (2002-2017).....	31
5. Disponibilidad del forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> ) según tratamiento durante el período experimental.....	32
6. Altura de regla graduada (cm) y altura rising plate meter (cm) según tratamiento durante el período experimental.....	33
7. Índice de vegetación diferenciada normalizada según tratamiento durante el período experimental .....	33
8. Correlaciones entre las características de la base forrajera.....	34
9. Componentes nutricionales de la base forrajera según tratamiento.....	41
10. Producción de forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> ) por tratamiento según fecha.....	44
11. Censo botánico para cada tratamiento según fecha de muestreo.....	45
12. Efectos de los tratamientos sobre los parámetros evaluados del desempeño individual de los animales.....	46
13. Efecto de los tratamientos sobre la producción animal por superficie y la proporción de animales terminados.....	54

Figura No.

1. Representación gráfica del área experimental.....	25
2. Precipitaciones (mm) y temperatura (°C) máxima y media para el período experimental.....	30
3. Asociaciones entre disponibilidad de materia seca (kg MS ha <sup>-1</sup> ) y altura (cm) según regla graduada (A) y rising plate meter (B).....	36
4. Asociación entre índice de vegetación diferenciada normalizada y altura (cm) según regla graduada (A) y rising plate meter (B).....	37
5. Asociación entre proteína cruda de materia seca (%) e índice de vegetación diferenciada normalizada.....	38
6. Asociación entre contenido de materia verde (%) y altura (cm) según regla graduada (A) y rising plate meter (B).....	39
7. Asociación entre contenido de materia verde (%) y disponibilidad de materia seca (kg MS ha <sup>-1</sup> ).....	39
8. Asociación entre contenido de materia verde (%) e índice de vegetación diferenciada normalizada.....	40
9. Tasa de crecimiento (kg MS ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) de la pastura según fecha y momentos de fertilización.....	43
10. Evolución de peso vivo lleno (kg) según tratamiento.....	47
11. Evolución de ganancia de peso vivo (g/a/d) según tratamiento.....	49
12. Evolución de condición corporal (unidades) según tratamiento.....	50
13. Evolución de la frecuencia de animales (%) dentro de rangos de huevos de parásitos por gramos de materia de heces según tratamiento y fecha.....	51

## 1. INTRODUCCIÓN

Uruguay es un país que se caracteriza por ser agroexportador, cuyas condiciones agroecológicas son ideales para el desarrollo de actividades relacionadas a la producción de carne y de pasturas. La obtención de los productos del agro marcó a lo largo de los años épocas diferenciales, caracterizándose en sus principios por ser cuero y lana, mientras que en la última década el escenario agroexportador se caracteriza por la participación de los granos de cereales, oleaginosas, y madera. No obstante, es oportuno mencionar que la carne siempre ha sido un producto que ha mantenido una importante participación como rubro agropecuario.

Años atrás, Uruguay se caracterizaba por producir carne ovina para ser desosada y congelada. La misma provenía del descarte de animales adultos (capones y ovejas), como resultado de un esquema netamente lanero. A causa del bajo precio de la lana desde inicio de 1990 y de las nuevas oportunidades de colocación de carne ovina uruguaya en los mercados mundiales, se ha incrementado el interés por parte de los productores ovejeros de disponer de alternativas complementarias a la producción de lana. Esto permitió el aumento y diversificación de ingresos a través de la producción de carne ovina de calidad.

A partir de las características del mercado cárnico, Uruguay aparece como una opción viable para la producción de canales pesadas provenientes de animales jóvenes “corderos pesados” tipo SUL. Este nuevo “producto” es un animal proveniente de cualquiera de los biotipos presentes en el país, generalmente menor a un año de edad (sin erupción de ningún incisivo permanente), con un peso en el establecimiento de 34 a 48 kg de peso vivo y un estado corporal  $\geq 3,5$  de la escala de Jefferies (1961), originando canales principalmente entre 16 y 20 kg (Azzarini, 2000).

A pesar de las ventajas competitivas que tiene Uruguay para el desarrollo de un sistema de producción a cielo abierto y basado en pasturas naturales, la oferta de carne en cantidad y calidad presenta cierta estacionalidad adjudicada a la dinámica anual de producción de forraje. En este marco, es importante mencionar que el verano es una de las estaciones críticas. Esta estación se caracteriza por frecuentes déficits hídricos que sumados a las pérdidas naturales de calidad en pasturas, resultan en un déficit de forraje disponible de calidad, y esto afecta el crecimiento de los animales y las características del producto a vender. En este contexto, es crucial evaluar la combinación de alimentos (nuevas pasturas y suplementos) que contribuyan a incrementar el desempeño de los corderos y brinden estabilidad en diferentes años.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño de corderos pastoreando *Paspalum notatum* (cv. INIA Sepé, ex TB42) de forma exclusiva o con altos niveles de suplementación (con o sin DDGS). La nueva base forrajera se caracterizó en términos de producción y composición química. Finalmente, los resultados de este trabajo apuntarán a la generación de una tecnología que no sólo

permita mejorar la respuesta productiva, sino también la respuesta económica para el productor.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 RESTRICCIONES QUE ENFRENTA LA RECRÍA DE CORDEROS EN VERANO SOBRE CAMPO NATURAL

El comportamiento forrajero de Uruguay radica en su ubicación geográfica, al estar situado en una zona de transición entre la región templada y subtropical, resulta en condiciones climáticas inestables (Carámbula, 1977). Estas condiciones determinan que la curva de producción de forraje a lo largo del año y entre años no sea constante, generando excesos y déficits de forraje en diferentes momentos del año y además, variaciones en su calidad (García, 1992). El verano es la estación con mayor variación interanual en términos de precipitaciones, y esto repercute directamente en el valor nutritivo y en la producción del forraje ofrecido a los animales. Por lo tanto, el verano es el momento más restrictivo para lograr un buen resultado productivo y económico (Montossi et al., 2015b).

Resultados obtenidos en la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó sobre campo natural de Basalto, demuestran que la recría es una etapa crítica. De hecho, el bajo valor nutritivo durante el verano generalmente coincide con el destete de los corderos, comprometiendo el crecimiento potencial de los mismos (Montossi et al., 1994). La concentración de proteína cruda, digestibilidad de la materia seca y energía metabolizable de las pasturas nativas en esta época, conllevan a pensar alternativas alimenticias que permitan un adecuado crecimiento del cordero post-destete. Esto permitiría mejorar la supervivencia estival, adelantar la edad a faena, desestacionalizar la oferta de corderos. Considerar la terminación de esta categoría a fines de verano principios de otoño resultaría tentativo, ya que permitiría liberar área bajando así automáticamente la carga invernal del sistema, y a su vez, brindando tiempo para una recuperación de las pasturas o acumulación de forraje antes del invierno (Montossi y Cazzuli, 2016). Los corderos post-destete son una categoría muy sensible y con altos requerimientos alimenticios, por lo tanto se debe considerar de manera sustancial tanto el plano nutricional, como el manejo y la sanidad durante esta etapa (SUL, 2011). Un correcto plan sanitario que haga énfasis en el control de parásitos gastrointestinales, clostridiosis, afecciones podales y ectima contagioso, acompañaría un adecuado crecimiento post-destete (Montossi et al., 2015b).

Desde el punto de vista parasitario, las fluctuaciones de las condiciones ambientales (temperatura, humedad) y de la oferta forrajera, establecerán la frecuencia de larvas en la pastura a lo largo del año. Existen varias especies de nemátodos gastrointestinales, dentro de los cuales *Haemonchus contortus* y *Trichostrongylus colubriformis* son los más prevalentes y perjudiciales en Uruguay. Para el caso de *H. contortus*, aparece principalmente en primavera y otoño; en verano lo hace en proporciones importantes si se dan condiciones elevadas de humedad y en invierno reduce su aparición excepto si vienen veranillos (SUL, 2011). De todas maneras es el nemátodo que más prevalece en el verano dado su alto potencial biótico, desarrollando

así contaminaciones masivas (Nari y Cardozo, 1987). Para *T. colubriformis* es diferente porque aparece en las estaciones menos calurosas; otoño, invierno (principalmente) y primavera; en verano sus poblaciones son bajas. La incidencia mixta de ambos patógenos como la que ocurre generalmente en categorías de recría, podría generar 50% de mortandad, 23% de retrasos en el crecimiento y un 29% de disminución en producción de lana en animales parasitados (sin dosificar) en comparación con aquellos desparasitados (con dosificación, SUL, 2011). Atendiendo a todo lo mencionado anteriormente, es que resulta de alto valor una correcta y balanceada dieta alimenticia que colabore con la resistencia a las infecciones por nemátodos gastrointestinales (Coop y Sykes, 2002).

Experiencias nacionales, así como extranjeras han demostrado que, corderos sometidos a restricciones nutricionales durante su primer año de vida, se ven afectados en su peso vivo y eficiencia reproductiva. En experimentos con diferentes planos nutricionales durante la recría, se observó que borregas en pradera presentaban mayor peso vivo que las de campo natural. De igual modo, el desempeño reproductivo (prolificidad, fertilidad, fecundidad) a la primera encarnurada se favoreció frente a una mejora en la alimentación (Fernández Abella, 2011). Otro efecto de la alimentación en los primeros meses de vida es sobre el desarrollo y maduración de los folículos pilosos productores de lana. Esto determina que, frente a una restricción, se vería afectada negativamente la cantidad y calidad de fibra producida (Rodríguez, 1990). En efecto, una mala recría (mala alimentación y problemas sanitarios) deja en evidencia una pobre eficiencia reproductiva a los dos dientes y bajo peso de lana al primer vellón. Bajo estas circunstancias resulta imprescindible una mejora en las condiciones de recría para obtener buenos logros, donde los actuales precios de la lana y carne redundarían positivamente en la economía de la empresa (Fernández Abella, 2011).

## 2.2 REQUERIMIENTOS POST-DESTETE Y REALIDAD ESTIVAL DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE SOBRE BASALTO

Los meses estivales plantean múltiples desafíos para los corderos. Por un lado, están los factores nutricionales, cantidad y tipo de forraje consumido, y por otro se encuentran factores tales como consumo de agua, estrés calórico y conductas de pastoreo. Estos últimos tienen importancia durante todo el año, pero es durante el verano donde juegan un rol preponderante (Ayala et al., 2013). En verano es común que las dietas presenten alto contenido de materia seca que repercute en un aumento del consumo de agua. También se ven incrementadas las actividades de descanso y rumia durante las horas de mayor temperatura. Asimismo, el estrés calórico se genera cuando coexisten condiciones de alta humedad y poca circulación de aire, ocasionando reducciones en el consumo e incrementos en la producción de calor, lo que redundaría en una disminución de la productividad animal (NRC, 1981).

Las guías de necesidades nutricionales para el engorde de corderos consideran múltiples factores, tales como edad, velocidad de crecimiento y el efecto del valor

energético del alimento en las necesidades para diferentes pesos vivos y ganancias de peso (Piaggio, 2010). Los requerimientos de energía van a estar determinados por múltiples factores: peso vivo, condición corporal, ganancia de peso vivo y composición de la ganancia, nivel de actividad dedicado a ingerir y cosechar forraje y posibles efectos climáticos (Geenty y Rattray, 1987). Por otra parte, la edad, condición corporal, historia nutricional previa, tipo y tiempo de alimentación, nivel de producción, estado fisiológico, presencia de parásitos gastrointestinales y procesamiento del alimento, van a estar afectando los requerimientos de proteína del animal (Church 1984, NRC 2007). Es importante remarcar el alto valor de consumo potencial que presentan los corderos en todas las fases de peso vivo (PV), con un rango entre 2,5 a 3,9% de PV. Para expresar ganancias de 150 g/a/d, corderos estabulados de 20-30 kg de PV al destete presentan requerimientos de 1,5-2,02 Mcal día<sup>-1</sup> de Energía Metabolizable (EM) y de 104-137 g/d de Proteína Cruda (PC) (considerando degradabilidad ruminal de la proteína de 80%, NRC, 2007). Los animales en pastoreo presentan mayores requerimientos de energía de mantenimiento (30-80%) en comparación con los estabulados, puesto que cuentan con una actividad adicional de búsqueda y cosecha del forraje (Geenty y Rattray, 1987). Cabe mencionar que bajo pastoreo la producción animal queda expuesta a la influencia de condiciones meteorológicas, desafíos parasitarios y capacidad de selección (Hodgson, 1990).

Particularmente la región de Basalto presenta restricciones en cuanto a la calidad y disponibilidad de forraje durante el verano en campo natural (Montossi et al., 2015a). La digestibilidad se vuelve mínima en esta estación registrándose valores entorno al 50%, el valor de PC es 8,8%, el de EM 1,7 Mcal kg MS<sup>-1</sup> y el de Fibra Detergente Ácida (FDA) 52,1% (Montossi et al., 2000). Si bien es cierto que en el verano se pueden registrar altas tasas de crecimiento diarias (TCD) en comparación con las demás estaciones, también ocurren las mayores variaciones de la misma demostrado por un alto coeficiente de variación (CV=50%). En este sentido las TCD promedio registradas para el verano en un campo natural sobre Basalto de la Unidad Queguay Chico son de 10 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para un suelo superficial rojo (SSR), 13 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para un suelo superficial negro (SSN) y 17 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para un suelo profundo (SP). La producción anual promedio de forraje es de 2885 kg MS ha<sup>-1</sup> para un SSR, 3772 kg MS ha<sup>-1</sup> para un SSN y 4576 kg MS ha<sup>-1</sup> para un SP. Por otro lado, la distribución estacional del verano para cada tipo de suelo es de 31,4% SSR, 32,1% SSN y 33,3% SP, resultando en producciones de 906 kg MS ha<sup>-1</sup>, 1211 kg MS ha<sup>-1</sup> y 1524 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Las condiciones climáticas erráticas en precipitaciones y temperatura conllevan a la gran variabilidad del crecimiento de las pasturas y posterior desempeño animal. La falta de humedad y elevadas temperaturas provocan una rápida maduración del forraje existente, lo que conlleva a la pérdida de calidad de forraje (Berretta, 1998). No obstante, debido a la capacidad que poseen los animales de seleccionar, se observa que el valor de la dieta consumida siempre es mayor que la disponible u ofertada, siendo aproximadamente de un 20% superior (Montossi et al. 2000, Pereira 2011). Resultados experimentales en ovinos sobre campo natural sostienen lo mencionado anteriormente.

A modo de ejemplo, cuando el forraje ofrecido contenía 8,8% PC, 1,7 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup> y 48,3% Digestibilidad de la Materia Seca (DMS), los corderos consiguieron obtener 10,8%, 2,2 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup> y 59,5% respectivamente (Montossi et al., 2000).

## 2.3 LIMITANTES DE CONSUMO Y/O COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE ANIMALES BAJO PASTOREO

### 2.3.1 Consumo y comportamiento ingestivo

El desempeño animal está explicado en más de un 70% por el consumo individual del alimento, y en menor medida por la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, 1986). A su vez ese consumo está determinado por características propias de la pastura, del animal, del ambiente y manejo (Chilibroste, 2002). El consumo de materia seca (g/día) es el producto del tiempo de pastoreo (horas/día), tasa de bocado (boc/min) y peso de bocado (g/boc, Allden y Whittaker, 1970). Por lo tanto, la cantidad, calidad y estructura del forraje a la cual el animal acceda, influye directamente en el consumo, comportamiento y productividad futura (Hodgson, 1982).

El consumo de forraje está regulado por factores nutricionales y no nutricionales (Poppi et al., 1987). Los de origen nutricional, se relacionan directamente con las propiedades nutritivas del alimento como ser digestibilidad y proteína; actúan cuando la oferta no es limitante. Por otra parte, los no-nutricionales hacen referencia a la posibilidad física de cosecha, y actúan cuando la oferta es limitante (baja disponibilidad, densidad o altura del tapiz, Ganzábal, 1997).

### 2.3.2 Factores inherentes a la pastura

#### 2.3.2.1 Factores no nutricionales

Los principales componentes de la tasa de consumo son tamaño y peso del bocado, los cuales están determinados por características estructurales no-nutricionales como son disponibilidad, altura del forraje y densidad (Chilibroste, 1998).

Disponibilidad del forraje: el factor con mayor jerarquía es la disponibilidad, el cual se asocia de forma directa con el volumen de forraje cosechado y consumido. Cuando la asignación de forraje es 3 a 4 veces el máximo del consumo, se dice que se permitiría expresar el consumo potencial. El mismo aumenta de forma decreciente con el incremento de la asignación de forraje. Cuanto menor es la disponibilidad, las posibilidades de acceder al alimento y satisfacer las necesidades nutricionales son cada vez más reducidas (Ganzábal, 1997). Frente a esta situación, el consumo diario total de materia seca también disminuye. Como consecuencia la cantidad de forraje a la que accede el animal en cada bocado es menor, aumentando el tiempo de pastoreo como mecanismo de control del consumo. Sin embargo, difícilmente el animal logre superar las 10 a 11 horas/día de pastoreo (Stakellum y Dillon, 1989) y es en ese punto donde el consumo diario comienza a decaer (Allden y Wittaker, 1970).

Otro mecanismo de control del consumo es aumentar la tasa de bocado (boc/min), pero su viabilidad está sujeta a la propia anatomía bucal del animal (Stakellum y Dillon, 1989). Por lo tanto, a pesar de las limitantes que existen en los mecanismos de control del consumo al variar la disponibilidad de forraje, los animales pueden mantener un determinado consumo de alimento variando tanto la tasa de bocado como el tiempo de pastoreo (Alden y Whittaker, 1970).

Altura del forraje: la altura del forraje es considerada como la variable que está más estrechamente relacionada al tamaño de bocado y a la tasa de consumo instantáneo. Incluso se han encontrado relaciones lineales entre tamaño de bocado y altura de la pastura para una diversidad de situaciones productivas (Hodgson, 1985). La altura y densidad del forraje son los atributos más importantes al momento de definir la profundidad y área de bocado y consecuentemente el peso de bocado (Laca et al., 1992).

Densidad del forraje: la densidad de la pastura es otro factor que condiciona directamente el consumo de forraje por el animal, pasturas más densas permiten mayor peso de bocado resultando así una mayor tasa de consumo (Chilibroste, 1998). Se ha demostrado que, frente a una mayor densidad de macollos vivos, el animal accede más fácilmente al forraje lo cual favorece la utilización del mismo (Fisher et al., 1996). A su vez, es fundamental considerar la relación interdependiente entre biomasa, altura, cobertura y densidad, ya que al modificar una de éstas se repercute en los otros atributos del forraje (Galli et al., 1996).

#### 2.3.2.2 Factores nutricionales

Los factores nutricionales que determinan el consumo voluntario y la calidad del forraje son la digestibilidad, energía y proteína.

Digestibilidad: este factor nutricional, se relaciona íntimamente con el consumo porque controla la tasa de pasaje. Cuando el animal tiene acceso a una oferta no limitante de pastura, el consumo aumenta al incrementarse el valor nutritivo del forraje seleccionado (Baumgardt, 1972). En estas condiciones actúan dos mecanismos principales de regulación de consumo, físicos (capacidad del rumen) y químicos (metabolitos en sangre, Ganzábal, 1997).

Cuando el forraje es de baja calidad, o sea, a medida que este envejece, aumenta la proporción de pared celular y se reduce la proteína y los carbohidratos solubles de la célula (Galli et al., 1996). De esta manera, aumenta el tiempo de retención de la ingesta y la tasa de pasaje se enlentece, dado que la actividad fermentativa en el rumen se ve reducida. Esto determina que el tracto digestivo se mantenga distendido y el animal deje de consumir. Por otra parte, un bajo nivel de N (bajo % de proteína) en la ingesta determina declinación de la actividad microbiana del rumen y provoca un desbalance de energía y nitrógeno provocando una reducción en el consumo (Henning et al., 1980). En cambio, cuando el forraje es de alta calidad, el consumo está regulado por mecanismos fisiológicos y depende de la concentración de

energía del alimento. El límite de digestibilidad de la materia orgánica a partir del cual deja de actuar la regulación física y se desencadena un mecanismo metabólico, estaría alrededor del 70% (Ganzábal, 1997).

Energía: el factor más importante en determinar la ingestión total de energía por los rumiantes es el consumo voluntario y el animal debe poseer un mecanismo que regule el consumo en función del balance energético (Burns et al., 1991). La principal fuente de energía metabolizable son los ácidos grasos volátiles provenientes de la fermentación ruminal (Araujo-Febres, 2005). Cuando la dieta tiene una alta concentración de energía, vitaminas y minerales disponibles, el animal consume hasta satisfacer su apetito, siendo el potencial del animal el límite al consumo (Galli et al., 1996). En cambio, cuando la cantidad de energía ingerida es insuficiente, pueden existir pérdidas de peso, fallas en la reproducción, retraso en el crecimiento, aumento de la mortalidad y mayores infecciones parasitarias (Romero y Bravo, 2012).

Proteína: el consumo normalmente se ve disminuido con dietas de baja concentración proteica. Los bajos niveles de nitrógeno (N) en la dieta son factores que disminuyen el consumo porque limitan la fermentación ruminal, la velocidad de pasaje de la digesta y la tasa de degradación de la celulosa (Forbes, 1986). Concentraciones por debajo de 7% de PC en la dieta genera reducciones en el consumo, lo que conlleva a la pérdida de peso corporal (Castellaro et al., 2015).

### 2.3.3 Factores inherentes al animal

#### 2.3.3.1 Factores no nutricionales

Selectividad: los ovinos en pastoreo directo desarrollan la capacidad de seleccionar lo que cosechan. La selección de un rumiante está condicionada por un complejo grupo de factores de origen pre-ingestivo (asociados a las características de las plantas) y post-ingestivos (productos de la digestión ruminal) (Montossi et al., 2000). A su vez, la capacidad de seleccionar se adquiere a partir de los sentidos del gusto y del olfato y la experiencia previa de consumo. Los animales prefieren hojas frente al tallo, el material verde sobre el material seco, las leguminosas sobre gramíneas (Ganzábal, 1997). La posibilidad de seleccionar afecta directamente la ingesta total de nutrientes, al variar la cantidad y calidad de forraje consumido (Hardoy y Danelón, 1989). De hecho, debido a la capacidad de selección que poseen los animales en pastoreo, pueden consumir una dieta de mayor calidad que la dieta ofrecida (Poppi et al., 1987). Cuando la asignación de forraje permite expresar la selectividad, el animal es capaz de consumir una cantidad de proteína que esté 2 unidades porcentuales por encima de la disponible; mientras que para la energía, la selectividad permitió obtener una dieta de 0,3 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup> superior a la de la pastura ofrecida (Montossi et al., 2000). Al evaluar la densidad y altura de la pastura, los ovinos demuestran una mejor adaptación y productividad en pasturas cortas y densas (Carámbula, citado por De Barbieri et al., 2013). Por otro lado, el proceso de selección de la dieta tiene impacto sobre el sistema

ecológico de la pastura, afectando la composición botánica y su persistencia (Hardoy y Danelón, 1989).

Crecimiento: durante las fases de crecimiento y los ciclos reproductivos, el animal va cambiando su consumo para ajustarlo a sus requerimientos (Forbes, 1986). Es lógico pensar que el tamaño y el peso del animal son factores que afectan directamente el consumo y la selectividad (Romney y Gill, 2000); animales más grandes y pesados tienen un mayor consumo.

Como ya se ha mencionado en otros apartados, la densidad y altura de la pastura determinan las dimensiones del bocado, pero es importante recordar que el área de bocado también depende del peso vivo. Animales con un menor peso tendrían un menor rango de variación en el consumo frente a cambios en la pastura, en cambio los animales más grandes, son más sensibles a variaciones en las características de la pastura, pudiendo afectar en mayor medida el consumo voluntario (Galli et al., 1996).

#### 2.3.3.2 Factores nutricionales

En el tracto digestivo, la presencia de alimento estimula una gran cantidad de receptores: mecánicos, químicos y de temperatura, para luego toda esa información ser enviada al sistema nervioso central (Forbes, 1986).

Capacidad ruminal y tasa de pasaje: las dietas de los rumiantes en pastoreo se caracterizan por tener alta fibra y baja energía digestible; por lo tanto, los efectos físicos de distensión digestiva cobran importancia como limitantes del consumo voluntario. Hay evidencias claras que señalan cómo el consumo voluntario es limitado por la capacidad del retículo-rumen y por la velocidad de desaparición de la digesta de este órgano. Las propiedades físicas y químicas del forraje juegan un rol pues la velocidad de desaparición depende de la velocidad de paso y de absorción, y estas dependen a su vez de las propiedades de cada forraje (Clark y Armentano, 1997). La eficiencia de utilización del alimento se ve significativamente afectada por el volumen del rumen, la tasa de fermentación, el recambio ruminal y el tiempo de digestión.

Ácidos Grasos Volátiles (AGV): el consumo se ve afectado por los AGV (principalmente ácido acético, propiónico y butírico), cuando son alcanzados altos niveles en el fluido ruminal, se inhibe la motilidad retículo ruminal. La motilidad ruminal a su vez es afectada por el pH y la presión osmótica quienes son afectados por el acético y el propiónico (Bondi, 1988). Los cambios de pH pueden provocar disturbios en el rumen, tal es así que cuando el pH ruminal baja a valores entorno a 5, ocurre una paralización del rumen, que es precedida por una hipofagia. La causa de la misma se explica más por la paralización del rumen que por la baja del pH *per se* (Forbes, 1986).

Tanto el acetato como el propionato juegan un papel de control en el consumo. Las dietas que contienen elementos que producen fermentaciones altas de ácido acético y bajas de propiónico, como lo son dietas a base de forraje, además de ser deficitarias en

proteínas puede que no alcancen el nivel de glucosa requerido para cubrir todas las necesidades y la respuesta inmediata es reducir el consumo (Preston y Leng, 1989). En cambio cuando se agregan concentrados a la dieta, aumenta la proporción de propionato por la presencia del almidón, que ocasiona un descenso en el pH ruminal (Van Lier y Regueiro, 2008). Otro factor a tener en cuenta es la forma en que es suministrado el grano del concentrado, ya que determina la respuesta en el desempeño animal. De esta manera si el grano es procesado, el animal tiende a consumir mayor cantidad de concentrado en detrimento del consumo de forraje, provocando posibles trastornos ruminales como acidosis y paraqueratosis por la rápida liberación del almidón. En cambio, si el grano se suministra de forma entera, la liberación es más lenta, ingieren más forraje, y la producción de AGV se da de forma más controlada, favoreciendo el ambiente ruminal, y el escenario en el que el animal pueda manifestar su desempeño productivo (Banchemo et al., 2006).

#### 2.3.4 Factores del entorno

La temperatura ambiental ha sido reconocida como uno de los factores más importantes que influye en la productividad del ganado. También se ha reconocido que ésta es alterada por la acción del viento, humedad, precipitación y radiación entre otros factores (NRC, 1981). Asimismo, es importante considerar el ambiente sanitario en el cual permanecerán los animales, ya que existen situaciones de parasitosis causantes de ineficiencias productivas. De todas maneras, la gravedad de la situación dependerá del equilibrio huésped-parásito, de la carga y combinación parasitaria, y de otros componentes del sistema como el manejo previo de la pastura y la majada, la inmunidad adquirida, la interrelación con otras especies animales y del clima. La incidencia de éste último tendrá relación directa con la dinámica de poblaciones parasitarias en las pasturas y en el ovino (Nari y Cardozo, 1987).

Los cambios que ocurren en el ambiente tienen una influencia sobre el comportamiento, función y productividad de los animales mediante un proceso complejo que involucra tres aspectos: consumo voluntario del alimento y agua, valor nutritivo del alimento consumido, y requerimientos de energía para mantenimiento del animal. Por tal motivo, las condiciones del entorno de los animales están afectando directa o indirectamente el nivel de consumo voluntario del alimento, así como la utilización de la energía metabolizable consumida (NRC, 1981).

Temperatura: durante el período estival es cuando se registran generalmente las temperaturas más elevadas, y las mismas tienen gran incidencia sobre el comportamiento de los animales. Los días de mayor calor, es posible observar cambios en el hábito de pastoreo de los ovinos, pastoreo que se produce hacia la madrugada y hacia la puesta del sol, y aún durante la noche, mientras que durante buena parte del día los animales se mantienen al reparo de la sombra. A su vez los requerimientos de agua aumentan de manera considerable, y se observa con frecuencia a los animales caminar hacia las aguadas. Dichos cambios disminuyen el tiempo efectivo de pastoreo a niveles

por debajo de los necesarios para obtener niveles altos de producción (Ganzábal, 1997). Cuando la temperatura excede los 26 °C, hay una marcada reducción del consumo de materia seca (MS). Para lograr mantener una temperatura corporal óptima, los animales poseen mecanismos de respuestas fisiológicas al estrés térmico. Un claro ejemplo de ellas es la reducción del consumo de MS, de este modo se disminuye el calor generado por la fermentación ruminal. Otro mecanismo posible es la polipnea térmica, sin embargo, si la humedad atmosférica es elevada, no se producirá el flujo de evaporación desde el animal hacia el ambiente, ya que este se encuentra saturado. Si esto sucede, el animal no logrará descender su temperatura afectando así el consumo y hábito de pastoreo (Araujo-Febres, 2005).

Sanidad: durante el verano es necesario que los corderos destetados estén protegidos de los desafíos larvarios que podrían enfrentar. Esta necesidad surge porque ante el estrés ocasionado propiamente por la separación de la madre y el cambio de alimentación (sin leche), se debe evitar que se sumen problemas sanitarios que ocasionen mayores retrasos en el crecimiento (SUL, 2011). Por eso, reservar potreros para esta categoría que aseguren pasturas limpias, de calidad y con un manejo de la dotación adecuado, son algunas consideraciones que, asociadas a un correcto plan de dosificación, llevarían a proteger los corderos de parasitosis internas. Una herramienta eficaz es determinar con anticipación el potrero destino de los corderos destetados, previamente pastoreado con vacunos o categorías más resistentes de ovinos, lo cual permitirá llegar al momento del destete con una pastura limpia. Una pastura limpia es aquella que presenta bajos niveles de infestación y que no afecta a ovinos previamente dosificados. Otra herramienta es el manejo de la dotación, puesto que existe una relación directa entre el número de animales por unidad de superficie y el número de larvas (L3), donde una mayor carga parasitaria implica una mayor cantidad de animales infestados (Nari y Cardozo, 1987).

Las enfermedades ocasionadas por parásitos gastrointestinales (PGI) son identificadas como el problema sanitario de mayor importancia en los sistemas de producción ovina. Dichas enfermedades afectan la salud y bienestar de los ovinos ocasionando pérdidas en la producción de carne y lana y, finalmente la muerte (Mederos y Banchemo, 2013). La incidencia de los PGI dependerá de su potencial patogénico; *H. contortus* es un hematófago que provoca anemia y muerte, mientras que *T. colubriformis* se alimenta de tejidos de la pared intestinal y está asociado a diarreas y retardo en el crecimiento (SUL, 2011). El grupo de los PGI es el que afecta en mayor medida la productividad animal a través de reducciones en el consumo, incremento de requerimientos y en la eficiencia de utilización de los alimentos, específicamente el uso ineficiente de los nutrientes absorbidos. La magnitud de estos efectos dependerá de la especie y carga parasitaria, de la experiencia previa del huésped, edad, resistencia genética a PGI y raza (Coop y Sykes, 2002).

Una infección subclínica de PGI deprime el consumo voluntario. La magnitud de este efecto generalmente es del 10-30%; a pesar de la importancia que merece, los

mecanismos involucrados no son del todo conocidos. Se piensa que el dolor producido por las lesiones del aparato digestivo, cambios en el pH abomasal por una mala digestión de proteínas y alteraciones en las señales de saciedad, podrían explicar la reducción en el consumo (Nari y Cardozo, 1987). Si la carga parasitaria del animal se logra eliminar con un medicamento antihelmíntico, la ingesta de alimento se reestablecerá a pesar de que el daño en la mucosa intestinal aún no se haya recuperado morfológicamente (Coop y Sykes, 2002).

Otro efecto de las infecciones internas es que reducen la eficiencia de utilización del alimento. Esto es debido a que los PGI provocan lesiones en el tracto gastrointestinal (GI) que luego deben reconstituirse; por lo tanto, parte de la energía y proteína ingerida de los alimentos se destinará a la reparación de los epitelios GI en detrimento de la producción de músculo (carne) y lana. En resumen, el parasitismo reduce la oferta de proteína y energía metabolizable potencialmente útiles para la obtención de productos (Coop y Sykes, 2002).

El suministro de proteínas a través de la suplementación tiene un efecto positivo en la velocidad o el grado en que el animal puede expresar cierta “inmunidad” frente a los parásitos. Dicha capacidad se manifiesta por un establecimiento reducido de los PGI, desarrollo inhibido de larvas, reduce la supervivencia y/o la fecundidad de una población ya establecida. Experiencias donde se suplementaban animales infectados por *H. contortus*, el recuento de huevos en las heces se redujo un 30% en animales con una dieta alta de proteínas (169 g de PC kg MS<sup>-1</sup>) en comparación con una de baja proteína (88 g de PC kg MS<sup>-1</sup>). A su vez, la manifestación de inmunidad es mayor en animales jóvenes que presentan una mayor demanda proteína-energía. Por su parte, un mayor consumo de energía también puede aumentar la capacidad de resistir o atenuar los PGI (Coop y Sykes, 2002).

## 2.4 ALTERNATIVAS PARA LEVANTAR RESTRICCIONES

La cría ovina se realiza sobre campo natural en la mayoría de los sistemas de producción y los insuficientes niveles nutricionales que el campo ofrece, se reflejan en ganancias de peso menores a las que podría presentar esta categoría para lograr un correcto desarrollo. Aquellos corderos nacidos en primavera y destetados a los tres meses de edad, deben enfrentar su primera etapa de crecimiento post-destete durante el verano. Las pasturas naturales en el período estival presentan limitantes de tipo cuantitativo y/o cualitativo por su baja digestibilidad y aporte energético-proteico; esto se debe a las especies que componen el tapiz y a la etapa del ciclo fenológico en que se encuentran. Por lo tanto la capacidad de carga estival de las pasturas para lograr un comportamiento productivo aceptable además de que es baja, condiciona la potencial GPV. De esta manera los corderos se enfrentan a su primera fase de crecimiento, la cual se caracteriza por tener una alta demanda de energía y proteína, así como un alto riesgo sanitario acentuado por el estrés del destete, con disponibilidades y calidad de forraje limitantes (Piaggio, 2014b).

De esta forma ante el desafío de intensificar sustentablemente, una alternativa que responde y se adapta a los sistemas de producción es la suplementación de corderos y la utilización de pasturas sembradas. El rubro ovino sufre una acentuada competencia en los sistemas ganaderos por el recurso área, y a su vez compite por el uso de pasturas sembradas con el ganado vacuno (Piaggio, 2010). Los sistemas de producción deben de contar con herramientas estratégicas que le permitan estar preparados frente a posibles eventualidades, ya sean climáticas o de mercado (Ganzábal, 1997).

La suplementación permite corregir en forma rápida la carencia del alimento en cantidad y calidad. La misma generalmente se inserta en un escenario de crisis forrajera o con el objetivo de reorientar el sistema de producción para optimizar beneficios, en función de cambios en las relaciones de precios de los productos. Los objetivos de esta alternativa son mejorar el desempeño individual en categorías exigentes, a su vez posibilita el aumento de dotación y por lo tanto incrementa el producto por unidad de superficie (Ganzábal, 1997). Cuando se utiliza suplementación en pastoreo, permite modificar la ingestión total de nutrientes, adicionando energía/proteína y cantidad de forraje consumido y como consecuencia la receptividad de la pastura (Lange, citado por Mieres, 1997).

La utilización de bases forrajeras mejoradas surge como otra alternativa para levantar limitantes del campo nativo durante el período estival. Los mejoramientos de campo, praderas artificiales permanentes o verdeos estivales, tienen como objetivo mejorar la distribución de forraje en cantidad y calidad, buscando atenuar las restricciones identificadas en esta estación. Esto permitiría que una categoría exigente en cuanto a requerimientos como lo es la recria, tenga acceso a una oferta forrajera de mejor calidad, que le permita un correcto crecimiento y desarrollo post-destete (Berretta, 1998).

#### 2.4.1 Resultados de la recria estival

Una opción válida para enfrentar la situación habitual del verano es la suplementación estratégica de las categorías que presentan mayores requerimientos (corderos). La misma puede hacerse sobre verdeos, mejoramientos de campo y praderas artificiales, con niveles restringidos de oferta de suplemento y de ese modo mejorar el desempeño individual y por unidad de superficie, así como también asegurar una adecuada productividad (Montossi et al., 2015b). Otra opción válida es el uso de bases forrajeras como las que se mencionaron anteriormente, manejando diferentes ofertas de forraje, sin la inclusión de la suplementación.

Experiencias estivales (enero-abril) de suplementación al 2% del PV sobre campo natural de Basalto a una carga de 10 animales/ha, indican ganancias diarias de 44, 118, 123 y 131 g/a/d en los tratamientos testigo de campo natural (CN), CN+12% PC, CN+16% PC y CN+20% PC, respectivamente. Estas ganancias no presentaron diferencias significativas entre los diferentes niveles de PC evaluados. La base forrajera

presentaba una disponibilidad promedio entre 2100-2500 kg MS ha<sup>-1</sup>, con un aporte de energía de 2,0 Mcal kg MS<sup>-1</sup> y entre 6-8% PC (Ramos et al., 2018).

Con relación a los verdeos estivales, se evaluaron durante el mes de enero, sudangrás y moha, con disponibilidades de 1300 y 1500 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente. El cultivo de sudangrás obtuvo ganancias de 63 g/a/d y una producción por unidad de superficie de 155 kg PV/ha a una carga de 88 corderos/ha. Mientras que para la moha las ganancias fueron de 70 g/a/d y 99 kg PV ha<sup>-1</sup> con una carga de 50 corderos/ha (Ayala y Bermúdez, 2005). Otro verdeo evaluado fue la soja durante 30 y 25 días de ocupación. En el primer caso las ganancias obtenidas oscilaron entre 69-120 g/a/d a una carga de 36 corderos/ha (Garibotto y Bianchi, 2007). Para el segundo caso las ganancias estuvieron entre 9-60 g/a/d a una carga promedio de 50,2 corderos/ha (Bianchi et al., 2005).

Otra experiencia evaluada en la recría estival fue mejoramiento de *Lotus corniculatus* a una asignación de 6% PV con suplementación de maíz (70%) y harina de soja (30%). Las ganancias obtenidas para los diferentes niveles de suplementación (0,6 y 1,2% PV) fueron de 104 y 146 g/a/d respectivamente, mientras que para el testigo la ganancia fue de 72 g/a/d (Guerra, 2006). También se experimentó con pradera de festuca, trébol blanco y raigrás, con suplementación de grano entero de sorgo (0 y 400 g/a/d) a razón de 24 corderos/ha. Las ganancias obtenidas fueron de 94 g/a/d cuando los corderos pastoreaban solamente pradera y cuando eran suplementados, las mismas fueron de 108 g/a/d (Azzarini et al., citados por Piaggio, 2010).

En síntesis, se podría decir que los resultados de los diversos trabajos realizados sobre la recría evaluando diferentes fuentes de energía, proteína, cantidades de concentrado, así como carga, han llegado a determinar rangos estándares de los cuales se debe partir. Los mismos son, una cantidad de concentrado entre 1,5-2,0% PV, alta energía metabolizable (>2,8 Mcal kg MS<sup>-1</sup>) y entre 16-18% de proteína verdadera, con una relación de calcio/fósforo de 2/1. En este orden las ganancias obtenidas se encuentran entorno al 0,4-0,5% PV promedio del período del engorde. Otro resultado de dichos trabajos indica que para una oferta de forraje de 4-6% de material verde seco y un suministro de concentrado de 0,5-2,0% PV la relación de conversión esperada se encuentra entre 3,5-4,0 kg de concentrado por kg de peso vivo ganado (Piaggio, 2014b).

#### 2.4.2 Alternativa forrajera: *Paspalum notatum*

Las especies forrajeras sembradas en Uruguay son en su mayoría de origen templado, lo que las hace vulnerables a condiciones de elevada temperatura y baja disponibilidad hídrica (Dear y Ewing, 2008), resultando en una inestable producción y persistencia de la pastura (Formoso, 2007). Frente a esta situación se plantea como alternativa el uso de gramíneas estivales con metabolismo C4 nativas, puesto que favorecen la estabilidad ecológica del sistema en producción y se adaptan con otras especies de ciclo complementario (Johnston, 1996). Estas especies son más eficientes en la utilización de recursos (nitrógeno, agua y radiación), lo que les permite una mejor adaptación a los sistemas uruguayos (Carámbula, 1996). Resulta de suma importancia la

inclusión de especies nativas con ciclo estival que contribuyan a la producción de forraje en momentos críticos del año, como lo son especies del género *Paspalum* (Pizarro, 2005).

*Paspalum notatum*, llamado comúnmente pasto horqueta, es una hierba subtropical que se encuentra en toda América y es una de las principales especies constituyentes del campo natural en Uruguay. Además demuestra tener una excelente contribución productiva a las pasturas naturales y posee un alto potencial para ser mejorada genéticamente como especie forrajera (Pizarro, 2005).

*Paspalum notatum* es una gramínea nativa, perenne de ciclo estival, de tipo productivo tierno, con reproducción por apomixis y presenta metabolismo C4. Posee estolones cortos y gruesos que le permiten adaptarse al pastoreo y ocupar áreas desnudas (Rosengurtt, 1946). Sus hojas son glabras a vellosas, generalmente con algunos pocos pelos en la cara interior y con matices rosados en la vaina. La lámina es plana, canaliculada, nervadura finamente engrosada en la base. La lígula es papirácea muy pequeña rodeada por una hilera de pelos (Rosengurtt et al., 1960).

En términos botánicos, los biotipos tetraploides son considerados la forma típica de la especie. De acuerdo al tamaño de la inflorescencia y a otros caracteres morfológicos, existen dos variedades para Uruguay, *P. notatum* variedad *latiflorum* y *P. notatum* variedad *notatum* (Rosengurtt et al., 1970). La variedad *notatum* es la más frecuente en el campo natural y *latiflorum* es menos frecuente pero muy distinguida por su valor forrajero (Saldanha et al., 2017).

#### 2.4.2.1 Caracterización de *Paspalum notatum* INIA Sepé

Con el objetivo de poder analizar y valorizar la variabilidad genética de *Paspalum notatum* en Uruguay, se desarrolla una línea de trabajo en mejoramiento genético en INIA Tacuarembó. En 2006 se llevó a cabo una recolección de *P. notatum* a nivel nacional que incluyó 97 sitios de colecta de todos los departamentos y más de 400 individuos (Reyno et al., 2012).

La caracterización genética y fenotípica de las muestras demostraron la alta diversidad genética en las poblaciones locales. Dicha diversidad genética está presente no solo entre poblaciones diferentes sino también entre individuos de una misma población (Reyno et al., 2012). Esto indicaría que existen genotipos con superioridad en ciertas características de interés y por lo tanto, pueden ser incorporados en un programa de mejoramiento genético. De hecho en los últimos años, se han llevado a cabo experimentos con el objetivo de evaluar diferentes genotipos de *P. notatum* en términos de producción de forraje y de semillas, comportamiento frente a *Claviceps paspalli*, tolerancia a heladas y la interacción genotipo por ambiente (Reyno, 2015). A partir de la línea de trabajo propuesta, se obtuvo la liberación del cultivar de *P. notatum* variedad *latiflorum* denominado INIA Sepé, cuya identificación de colecta fue TB42. Como la

mayoría de los ejemplares de *P. notatum*, éste clon es un tetraploide y su reproducción es por apomixis, lo que significa que genera descendencia idéntica a la planta original.

*Paspalum notatum* INIA Sepé se adapta a un amplio rango de tipos de suelo desde arenosos a pesados abarcando diferentes regiones, desde Basalto a Cristalino. Es capaz de sobrevivir y prosperar en suelos de baja fertilidad, en parte debido a las asociaciones de sus raíces con hongos micorrícicos y a la bacteria fijadora de nitrógeno *Azotobacter paspali*; un ejemplo de esto se demostró en Brasil en *P. notatum* cv. Batatais que fijó N a una tasa de 20 kg año ha<sup>-1</sup> (Boddey et al., citados por Pizarro, 2005). Las temperaturas óptimas para su germinación, crecimiento y macollaje se ubican entre 30-35, 25-30 y 20-25 °C respectivamente (Tropical Forages, 2018). Las temperaturas nocturnas por debajo de los 13 °C inhiben la floración. En años con inviernos no muy intensos, si bien el crecimiento se ve resentido, logra conservar una significativa área verde, en cambio si ocurren inviernos con heladas frecuentes y severas, las plantas tienden a perder toda su área foliar. Si esto sucede, para la primavera siguiente los rebrotes surgirán desde los estolones y rizomas. Debido a la presencia de estolones y rizomas, tiene una gran capacidad colonizadora y ofrece la posibilidad de ser incorporada a los sistemas productivos, como componente de una pradera o incluso como monocultivo de alta producción (Reyno, 2015).

Para lograr una buena implantación, se recomiendan densidades de 100-150 semillas viables/m<sup>2</sup>, una fertilización inicial de 10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> y no más de 40 kg nitrógeno ha<sup>-1</sup> (INIA, 2017). Es una especie que responde de manera lineal en la producción de forraje hasta los 200 kg de nitrógeno ha<sup>-1</sup>, por encima de esa dosis no se encontraron diferencias (Mérola et al., 2018). Por otro lado, la fertilización fosfatada apuntaría a mejorar el macollaje, la calidad del forraje y el rendimiento en la producción de semillas. La producción de forraje puede variar desde muy bajos aportes en el primer año (debido a su lento establecimiento) hasta valores de 8 y 10 mil kg de MS ha<sup>-1</sup> en el segundo año. Las tasas promedio de crecimiento para la estación son de 40 kg de MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, pudiendo tener picos máximos de 80-90 kg de MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> a fines de diciembre y enero. En cuanto a la calidad, esta varía según el ciclo y cantidad de forraje acumulado. Para disponibilidades de 2500 kg de MS ha<sup>-1</sup>, la PC en promedio es de 10-12%, la EM de 2 Mcal kg MS<sup>-1</sup> y la digestibilidad entorno al 60% (INIA, 2017). Desde diciembre a febrero presenta una alta producción de semilla debido al tamaño y densidad de la panoja. Las semillas se ven poco afectadas por *Claviceps paspali*, un hongo que resulta ser una amenaza porque afecta la producción de semillas viables. Resultados promedios de una evaluación durante dos años indicaron que este material tuvo una incidencia de la enfermedad cercana al 12% de las espiguillas evaluadas (Reyno, 2015).

#### 2.4.3 Alternativas de suplementación

La elaboración de una dieta conlleva múltiples decisiones, entre ellas qué tipo de suplemento se utilizará. A favor de los suplementos proteicos es posible indicar que pueden ser suministrados una o dos veces por semana o en autoalimentación, sin

presentar mayores riesgos por problemas digestivos y con menor probabilidad de sustitución del forraje que los suplementos energéticos (Piaggio, 2014b). A su vez, es necesario resaltar que la base de cualquier dieta es poseer suficiente energía, de modo que las proteínas y demás nutrientes puedan ser utilizados de manera eficiente. Los alimentos energéticos proporcionan la energía a través de su contenido de carbohidratos fácilmente digestible, como son azúcares y almidón, o grasa (Cozzolino, 2000).

#### 2.4.3.1 Harina de soja

La harina de soja es una de las fuentes más importantes de proteína vegetal en el país. Dependiendo del proceso de extracción del aceite al cual es sometida la semilla de soja, hace variar el contenido de aceite del subproducto, determinando variaciones en la composición química, especialmente en los aportes de energía (Cozzolino, 2000). Más del 95% del nitrógeno aparece como proteína verdadera, muy digestible, confiriéndole gran valor biológico a su proteína. También se caracterizan por tener buenos valores de fósforo, mientras que su contenido de calcio es bajo. La composición de la harina de soja esta dada por 88% MS, 44-48% de proteína bruta, 2,9 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup> y 6,2% cenizas (FEDNA, 2010).

Experiencias realizadas con harina de soja sobre campo natural permiten concluir que a mayores niveles de suplementación mejor es el desempeño de los corderos. El mayor impacto puede detectarse en el primer nivel de 100 a 150 g de harina de soja por animal por día, luego la respuesta al aumento se vuelve decreciente. Las conclusiones antes mencionadas surgen de dos experimentos realizados en dos años diferentes los cuales evaluaron la respuesta de la suplementación con niveles crecientes de harina de soja peleteada. Las ganancias obtenidas para el nivel de suplementación con 100 g de harina de soja estuvieron entorno a 86 g/a/d, mientras que el testigo sobre campo natural de Cristalino ganó 57 g/a/d. La respuesta obtenida permite considerar a este suplemento como una opción válida cuando no se dispone de pasturas de calidad, dada su alta energía y aporte proteico de calidad. La harina de soja es efectiva para alcanzar las tasas de crecimiento objetivo de los corderos destetados que pastorean campo natural durante el verano-otoño (Piaggio, 2014b).

#### 2.4.3.2 Grano de sorgo

El grano de sorgo se caracteriza por contener 88,5% materia seca, 8,8% proteína cruda, 2,2 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup> y 1,1% cenizas (Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela). Presenta un leve sabor amargo, dado por la presencia de taninos, lo que puede llegar a interferir en el consumo cuando se comienza a suministrar. La formación de complejos proteína-taninos, permite que la proteína escape a la degradación ruminal y sea utilizada como fuente de proteína directamente por el animal (Cozzolino, 2000).

La utilización de grano de sorgo surge como una de las alternativas más adecuadas de suplementación cuando los corderos consumen pasturas de buen nivel

proteico (verdeos o praderas dominadas por leguminosas). Un estudio realizado evaluó diferentes cantidades de grano de sorgo entero en la dieta (170, 330, 500 g), y el testigo (sin suplementar), con una base forrajera de raigrás, lotus y llantén. Los tratamientos suplementados se encontraban a una carga de 46 corderos/ha, mientras que el testigo 27 corderos/ha, todos ellos tenían un pastoreo horario de 4 horas. Los resultados obtenidos fueron 109 g/a/d para el tratamiento sin suplementar y 99, 137, 138 g/a/d para los tratamientos suplementados con 170, 330, 500 g respectivamente (Piaggio et al., citados por Piaggio, 2010). Por otra parte, se experimentó el engorde de corderos con suplementación de grano de sorgo entero a razón de 0,4% PV sobre soja. La disponibilidad inicial del forraje fue de 4070 kg MS ha<sup>-1</sup>, a una dotación de 48 corderos/ha, obteniendo ganancias de 50 g/a/d (Lamarca y Bianchi, 2011).

Otro modo de utilizar el grano de sorgo es en mezcla con la harina de soja, y en este sentido se encuentran diversas experiencias. La más habitual, es la suplementación de estos dos concentrados sobre campo natural, con el objetivo que brinden energía, proteína y minerales que permitan a los corderos el comportamiento productivo necesario para crecimiento y engorde. Las experiencias realizadas fueron durante el período estival, con base forrajera de campo natural a una asignación de 4,9%, a razón de 15 corderos/ha. Los corderos contaban con un peso vivo inicial de 22,6 kg y la cantidad de suplemento suministrado fue de 500 g/a/d. Mientras una dieta estaba compuesta por 60:40 grano sorgo/harina de soja, la otra lo estaba en 70:30, lo que resultó en conversiones diferentes. Para el primer caso la relación de conversión fue de 4,1 kg de suplemento por kg de PV adicional al testigo, mientras que para el segundo caso fue de 3,5. Los resultados de suplementación con grano de sorgo y harina de soja sobre campo natural en verano demostraron ser una buena alternativa alimenticia para producción de carne ovina (Piaggio, 2010).

#### 2.4.3.3 DDGS sorgo

El DDGS de sorgo (Dry Distillers Grain plus Solubles), o burlanda, es un subproducto derivado de la producción de etanol. Dicho proceso involucra el procesamiento en seco del grano de sorgo seguido por la fermentación y transformación del almidón en alcohol. Es un residuo sólido con un gran potencial para ser utilizado en la alimentación animal, rico en energía, proteína, grasa y fósforo. Su composición química se caracteriza por presentar 90,6% MS; 30,2% proteína bruta; 4,7% cenizas; 2,8 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup>; 9,4% extracto etéreo (EE) y 0,79 % fósforo (P) (FEDNA, 2010). El mayor aporte energético está dado principalmente por los lípidos los cuales se encuentran en una gran proporción. La proteína que aporta este subproducto es menos degradable a nivel ruminal respecto a otras fuentes proteicas, la fibra (FDN) se caracteriza por ser muy digestible y los solubles condensados son los que originan el elevado contenido de fósforo (Elizalde y Riffel, 2012). Aproximadamente el 60-70% del contenido proteico es proteína no degradable a nivel ruminal (PNDR), en comparación con el 30% de la harina de soja, lo cual se transforma en una ventaja desde el punto de vista nutricional (absorción directa, Shurson, 2012). Por su parte, el valor energético que

se debe fundamentalmente al aporte de grasas (EE) y de FDN, son de alta y rápida digestibilidad en el rumen (Arias, 2016). El uso de DDGS no provoca efectos nocivos a nivel ruminal, pues reduce la acidosis por un bajo contenido de almidón residual (<2%), y podría sustituir a los granos de cereales, sin afectar negativamente el rendimiento animal o la salud (Yossifov et al., 2012).

Este subproducto de la industria del etanol ha demostrado ser una interesante alternativa desde el punto de vista económico y nutricional en las etapas de cría, recría y engorde animal (Arias, 2016). Se han llevado a cabo varios estudios a nivel internacional para investigar el nivel de inclusión del DDGS de maíz en la dieta animal de corderos en crecimiento. Al evaluar niveles de 0, 20, 40 y 60% (base MS), se encontró que a medida que aumentaba el porcentaje de inclusión, el consumo de materia seca (CMS) se incrementaba ajustándose a una respuesta lineal. El desempeño animal fue aceptable y las características de la canal no se vieron afectadas negativamente (Schauer et al., citados por Shurson, 2012). Otro autor trabajando con iguales niveles de inclusión concluyó que el CMS se incrementó acorde aumentaba los niveles, sin embargo los niveles más elevados afectaron negativamente las ganancias diarias y las características de la canal (marmoleo y peso canal caliente) (Felix et al., citados por Shurson, 2012). Mientras que en otra evaluación con diferentes niveles 0, 15 y 30% (base MS) se observó que el CMS fue similar entre los niveles de DDGS; sin embargo la ganancia diaria se redujo sólo cuando se alimentaron con la dieta de 30% siendo de 0,221 kg/a/d en comparación con la de 0 y 15%, las que fueron de 0,284 y 0,285 kg/a/día respectivamente (Gutierrez et al., citados por Shurson, 2012). Por lo tanto, una inclusión del 20% de DDGS en dietas de corderos de recría, sería un valor conservador para asegurar un correcto desempeño animal (Shurson, 2012).

Experiencias nacionales en terneros de destete precoz donde se evaluaron diferentes niveles de inclusión del DDGS de sorgo, se observó que a medida que se incrementaba el nivel (0, 15, 30 y 45%), la relación de conversión (EC) aumentó linealmente en forma significativa. A su vez, estos resultados se asociaron a que se optimizó la ganancia de peso en un 15-20% y el CMS entorno al 9-13%, cuando se incrementaba el nivel de DDGS. Sin embargo cuando se evaluaron esos mismos niveles de inclusión en novillos de terminación a corral, la EC no fue estadísticamente significativa, al igual que la ganancia, a pesar de que se incrementó el CMS a medida que aumentaba el nivel hasta el 45% (Simeone et al., 2018).

Resultados de numerosos estudios en el extranjero (EEUU) demuestran que la inclusión del DDGS de maíz en la dieta a niveles del 15-20% de la MS, mejoró la tasa de crecimiento y la relación de conversión alimenticia del ganado en terminación, en comparación a dietas que contenían grano de maíz. Sin embargo, otros resultados indican que el nivel de inclusión que resulta eficiente es 40%, y que por encima de ese valor, no se evidencian diferencias en términos de ganancia diaria (Shurson, 2012). Resultados de ocho experimentos de novillos en recría reportaron incrementos en las ganancias de peso de 0,24 y 0,41 kg/día, cuando los animales recibieron una

suplementación de 1,8 y 3,4 kg/día de DDGS respectivamente (Arias, 2016). En otro experimento evaluaron la ganancia diaria y la relación de conversión de novillos alimentados con heno de campo natural y suplementados con bajo (0,21% PV) y alto (0,81% PV) nivel de maíz y DDGS. Los resultados demostraron que para ambos niveles de suplementación, las ganancias fueron mejores para el DDGS (bajo: 0,37 vs. 0,45 kg/a/d; alto: 0,71 vs. 0,86 kg/a/d) de igual forma que la relación de conversión (bajo: 15,9 vs. 12,8; alto: 9,8 vs. 8) (Shurson, 2012). El uso de DDGS en sistemas de crianza y recría se ha incrementado en forma consistente, los resultados en el desempeño animal consumiendo dietas forrajeras de alta o baja calidad, estuvieron a favor de aumentar la tasa de ganancia diaria (Arias, 2016).

El DDGS es considerado un suplemento de gran valor nutricional para ser incorporado en la dietas de ovinos, puesto que tiene un gran aporte de proteína y energía. En términos generales, si se utilizan niveles de 15-20% cumpliría un rol más proteico, mientras que cuando se incorpora a niveles superiores a los mencionados, cumpliría un rol más energético. Los niveles de inclusión de DDGS dependerán de la especie y categoría involucrada. Considerar el uso de DDGS en sustitución a los granos de cereales tradicionalmente utilizados, sería una alternativa que permitiría flexibilidad al formular la dieta animal, dando seguridad de reducir los riesgos de acidosis. Además, cabe mencionar la buena aptitud que tiene este subproducto para mejorar el desempeño animal (Arias, 2016).

## 2.5 HIPÓTESIS

El campo natural en verano sobre Basalto se caracteriza por presentar 6-8% de PC, 1,7-2 Mcal EM kg MS<sup>-1</sup>, y una digestibilidad de 48-55% (Montossi et al., 2000). Estos valores son una restricción para un correcto crecimiento de los corderos post-destete. Dicho crecimiento afecta notablemente el desempeño reproductivo de la hembra a su primera encarnada y la supervivencia a la primera esquila. Es importante mencionar que el período de recría estival como consecuencia de partos de primavera, requiere especial atención, pues abarca una etapa de crecimiento dónde los corderos recién destetados poseen importantes requerimientos.

Un cordero con un peso vivo entre 20 y 30 kg recién destetado posee importantes requerimientos de proteína y energía para superar ganancias de peso vivo de 150 g/a/d, requerimientos que no son satisfechos por el campo natural en suelos de Basalto. Antecedentes indican que una suplementación al 2% del peso vivo con una mezcla de granos y subproductos (sorgo y harina de soja) permitiría ganancia de peso de 150 g/a/d. En la última década, se ha hecho disponible para la producción animal, un subproducto del procesamiento del grano de sorgo, trigo, cebada y maíz para bioetanol, denominado internacionalmente Dry Distillers Grain plus Solubles (DDGS). Este subproducto resulta ser una opción competitiva en precio y de una calidad superior en proteínas y energía frente a otras alternativas. El DDGS de sorgo en conjunto con el

nuevo cultivar de *Paspalum notatum* INIA Sepé no han sido evaluados hasta el momento en la alimentación de corderos al destete.

Por lo tanto, se plantea como hipótesis que una suplementación energético-proteica (70:30 grano entero de sorgo:harina de soja) al 50% del consumo potencial de corderos pastoreando *Paspalum notatum*, permitiría mejorar la ganancia de peso vivo de los animales y la sustitución de un 40% de DDGS de sorgo, no alteraría el desempeño de los corderos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento tuvo lugar en la Unidad Experimental Glencoe perteneciente a INIA Tacuarembó, Uruguay. La misma se ubica en la región de Basalto, en la fracción No. 9 de la Colonia “Fernando J. Baccaro” del Instituto Nacional de Colonización en el departamento de Paysandú. Se encuentra a 130 km de la ciudad de Tacuarembó por ruta nacional No. 26, y 22 km al Sur por camino vecinal (32°00'25.00''S – 57°08'05.55''O). Los suelos de Glencoe corresponden a la Unidad Queguay Chico, y los principales tipos ocupan las siguientes proporciones del predio: 33% suelos superficiales rojizos, 37% superficiales negros y 30% profundos. Glencoe consta de un campo de 1305 ha sobre Formación Arapey, con un 60% de los suelos pertenecientes al grupo de suelos CONEAT 1 (1.10b, 1.21, 1.11a, 1.11b), el 37% corresponde al grupo 12 (12.21 y 12.22) y el 3% al grupo B 03.1. El período en que se realizó el presente experimento fue desde el 12/01/2017 hasta el 6/04/2017, abarcando un total de 84 días de evaluación.

#### 3.2 BASE FORRAJERA

La base forrajera utilizada fue una pastura de *Paspalum notatum* cultivar INIA Sepé, la cual se sembró el 28/10/2015 a una densidad de 6,8 kg/ha. El método de siembra utilizado fue siembra directa con una sembradora Semeato a una separación entre surcos de 17 cm. Previo a la siembra (setiembre) se aplicó 4 l ha<sup>-1</sup> de glifosato, un herbicida hormonal de amplio espectro; y también 1 l ha<sup>-1</sup> de 2-4D, un herbicida selectivo de post-emergencia. Además, se fertilizó con 133 kg ha<sup>-1</sup> de una mezcla de Top Phos 280 HP y Sulfammo Meta, dos fertilizantes sólidos granulados que se complementan en el aporte de nutrientes. Dicha mezcla aportó 17 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno (N), 17,5 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (P), 10,5 kg ha<sup>-1</sup> de azufre (S), 7,5 kg ha<sup>-1</sup> de calcio (Ca) y 1,75 kg ha<sup>-1</sup> de magnesio (Mg). Durante el período experimental la pastura se fertilizó dos veces (10/01 y 24/2) con una aplicación de 50 kg ha<sup>-1</sup> de urea granulada en forma mecánica.

#### 3.3 ANIMALES

Para realizar el experimento se utilizaron 42 corderos machos cruza Merino Dohne, entre 99-140 días de vida (119 en promedio) al 12 de enero del 2017 (día cero del experimento). Los mismos tenían un peso vivo (PV) de 32 kg y una condición corporal (CC) de 2,2 unidades (Jefferies, 1961). Los corderos fueron destetados el 8 de diciembre de 2016 con un PV de 28,8 kg y por un período de 34 días, el manejo alimenticio fue pastoreo de campo natural reservado y suplementación al 1,5% del PV con una ración comercial de corderos (16% proteína cruda) hasta ingresar al experimento.

### 3.4 TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Los corderos fueron asignados (luego del destete y de un período de acostumbramiento a estar destetados de 34 días) a uno de los tres tratamientos nutricionales, en base a su PV, CC y edad.

Los tratamientos fueron:

- **PN:** *Paspalum notatum* INIA Sepé (color rojo)
- **PN+Sup1:** suplemento de grano de sorgo, harina de soja y DDGS de sorgo (color verde)
- **PN+Sup2:** suplemento de grano de sorgo y harina de soja (color azul)

Un segundo período de acostumbramiento de 13 días se realizó luego de ingresados los animales a las parcelas en referencia al suplemento (Cuadro 1). El suplemento fue ofrecido gradualmente hasta alcanzar el nivel planteado (50% del consumo potencial estimado).

Cuadro 1. Oferta de suplemento de los tratamientos PN+Sup1 y PN+Sup2 durante el período de acostumbramiento

Días	1	2	3	4	5	6-7	8-9	10-11	12-13
Consumo de suplemento estimado (g/a/d)	100	200	250	300	350	400	450	500	560

Los animales fueron suplementados en dos momentos del día (09:00 y 17:00 horas) y en cada oportunidad se ofreció la mitad del suplemento diario. El espacio lineal de comedero por cordero fue >30 cm. Cada 14 días se ajustó la cantidad a suplementar en los tratamientos PN+Sup1 y PN+Sup2 en base al PV de los animales, el cual estuvo entre 1,66-1,75% durante todo el periodo del experimento. Los tratamientos tenían diferentes composiciones en porcentaje de los suplementos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Composición de los suplementos (%) según tratamiento

Componentes	Tratamientos	
	PN+Sup1	PN+Sup2
Sorgo grano (%)	45	70
Harina de soja (%)	15	30
DDGS de sorgo (%)	40	0

El experimento fue iniciado en el momento donde se obtuvo una acumulación de materia seca entre 8 y 12 cm de altura, valores obtenidos por regla graduada y Rising

Plate Meter (RPM). A priori, se estimaron 200 kg de materia seca por cm de altura de forraje, este parámetro se ajustó con el transcurso del experimento. Los corderos pastorearon de forma continua a una asignación de forraje de aproximadamente 5 a 7 kg MS kg PV<sup>-1</sup>. En base al peso de los corderos y acumulación de forraje, se estableció que la dotación inicial fuera de 7 corderos por parcela (5,5 kg MS kg PV<sup>-1</sup>), siendo 14 corderos por hectárea, en un contexto de 6 parcelas iguales.

El criterio para mantener la asignación de forraje fue la altura de la pastura, la cual se mantuvo durante todo el período de evaluación entre 8 y 12 cm; de todos modos, fue necesario el control de la pastura con animales volantes y métodos mecánicos. Para el primer caso se contaba con 30 animales, 10 por cada tratamiento, de los cuales fue necesario el ingreso en su totalidad para cumplir con el objetivo de asignación establecido. La fecha de ingreso fue el 20/01, fueron distribuidos 5 animales volantes aleatoriamente por cada tratamiento y su repetición, definiéndose un total de 12 corderos por parcela, resultando en 24 por hectárea. Esta dotación se mantuvo durante todo el experimento. Para el segundo caso fueron necesarios 5 controles con rotativa (19/01, 26/01, 10/02, 24/02, 13/03), los mismos se realizaron siguiendo el mismo criterio de mantener la altura y estructura de la pastura.

El manejo sanitario (clostridiosis, parasitosis interna, afecciones podales) fue de acuerdo con el protocolo oficial y el general de la Unidad Experimental Glencoe. Al inicio se realizó a todos los animales del experimento un análisis HPG individual, dosificación, baño podal y de inmersión. Cada tratamiento/intervención durante el experimento fue realizado en todos los animales al mismo momento, excepto cuando se presentaron afecciones podales que ameritaban una intervención específica. El seguimiento de estos casos se realizó mediante la observación diaria en los momentos de suministrar el alimento.

En referencia a las intervenciones realizadas a todos los animales, la decisión de dosificar estuvo directamente relacionada al número de huevos por gramo de materia fecal (HPG) y score de Famacha®. El método famacha consiste en evaluar clínicamente a los animales para que indirectamente pueda conocerse el efecto de la parasitosis y en base a eso, tomar decisiones de tratamientos con antihelmíntico. Cabe mencionar que es válido solo para *Haemonchus contortus* (hematófago que ocasiona anemia), ya que el método se basa en la relación existente entre la coloración de la mucosa conjuntiva ocular, algunos valores de la composición de la sangre y la presencia de parásitos. La escala de clasificación es de 1 a 5, donde 1 es un animal sin anemia y 5 con anemia marcada (INIA, 2018a). Se procedió con la dosificación cuando se superó los 500 HPG en más de la mitad de los animales de una parcela, o el valor de score de Famacha® fuese mayor a 3 en 20% de los animales de una parcela y/o cuando se observó anomalías en el comportamiento (apatía, diarrea). Las dosificaciones fueron el 3/03 y el 31/03.

En referencia al agua y sombra, los animales tuvieron libre acceso al agua y al menos 1,8 m<sup>2</sup> de sombra por cordero, ofrecida colectivamente. Cercano a la sombra se colocó un bloque de sales minerales y vitaminas ofrecidos *ad libitum*; los cuales se repusieron una vez durante todo el período del experimento para cada grupo.

A continuación se observan las parcelas correspondientes a los tres tratamientos con sus dos repeticiones (de la P1 a la P6) las cuales tenían un área de 0,5 hectáreas por parcela (Figura 1). Las mismas estaban divididas por un camino que permitía el acceso del tractor para suministrar el agua a los bebederos. También se representa un área contigua de pastoreo (campo natural) de animales volantes (de la P7 a la P9) las cuales tenían una superficie de 1 hectárea por parcela.

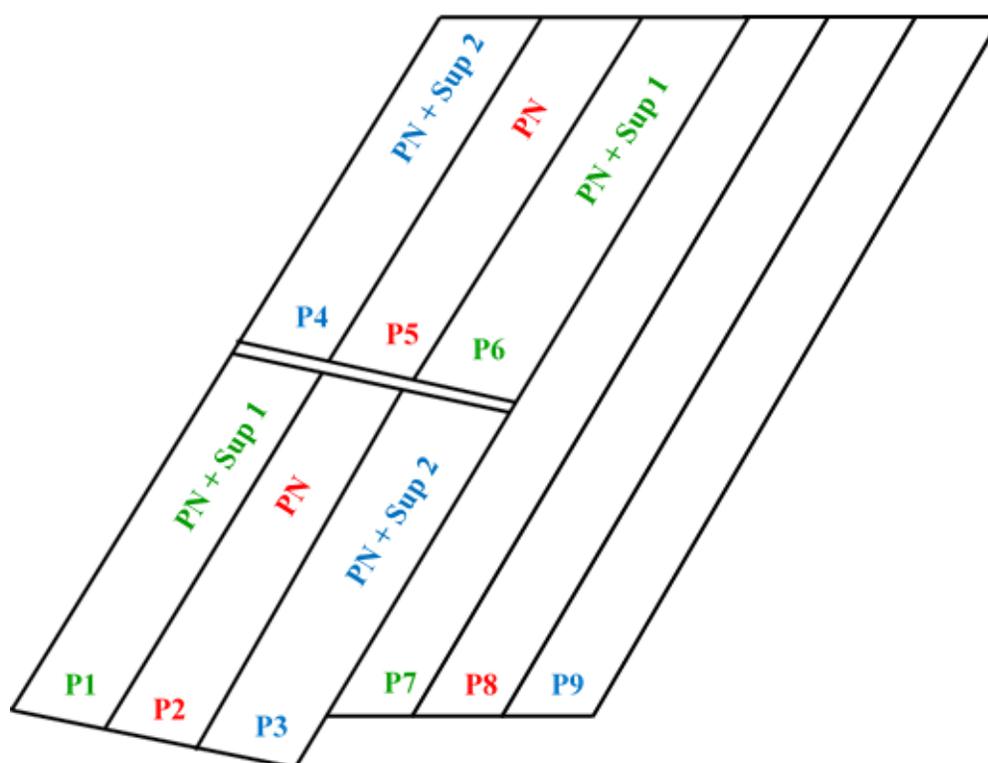


Figura 1. Representación gráfica del área experimental

### 3.5 METODOLOGÍA

#### 3.5.1 Determinaciones en la pastura

Para estimar la disponibilidad de materia seca, se cortaron seis cuadros de 20×50cm (área 0,1m<sup>2</sup>) por cada repetición una vez por semana. La misma se midió cortando (con tijera de aro) y colectando toda la masa de forraje presente por sobre 3 cm de altura. Las muestras de forraje se pesaron en fresco y se colocaron en estufa de aire forzado a 60 °C por aproximadamente 72 horas hasta peso constante para estimar

materia seca. Posteriormente se calculó la disponibilidad de materia seca de la siguiente manera: disponibilidad de materia seca ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) =  $(\text{peso fresco} \times \% \text{MS} \times 10000)/0,1/1000$

La altura del tapiz se determinó mediante RPM tomando 50 medidas y regla graduada tomando 20 medidas por repetición cada siete días. Las alturas y el Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada (IVDN) se realizaron sobre diagonales de 25 m en cada repetición, marcadas con estacas, siempre sobre la misma diagonal. Los cortes de pastura quedaron fuera de la zona de medición de altura e índice verde. Las mediciones del índice verde de la vegetación se realizaron una vez por semana, coincidiendo con la determinación de altura de forraje, utilizando un medidor portátil GreenSeeker® (Trimble®, Sunnyvale, Estados Unidos).

Se determinó la tasa de crecimiento, usando tres jaulas de exclusión por parcela que se cortaron cada cuatro semanas (18 jaulas en total). En cada oportunidad se cortó la masa de forraje por sobre los 3 cm, se pesó en fresco y se colocó en estufa de aire forzado a 60 °C por 72 horas para estimar materia seca.

Se estimó la relación verde-seco conjuntamente con la determinación de disponibilidad. Se utilizaron 100 g de forraje fresco para la separación de material verde y seco, estos 100 g se obtenían a partir de un pool de los seis cortes que se realizaban por parcela.

Por otra parte, se realizó un censo botánico con el objetivo de conocer la proporción de *Paspalum notatum* en el área experimental. La metodología utilizada fue la transecta. Este método consiste en registrar la vegetación que toca una línea que puede ser un alambre o un instrumento recto, donde al introducir la herramienta al tapiz de la pastura con un ángulo aproximado de 45°, se identifica la especie que se intercepta. Este método de intercepción produce datos de frecuencia de especies, es rápido, objetivo y relativamente preciso (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Para la composición química del *Paspalum notatum*, las muestras de disponibilidad semanal y de verde-seco se molieron y fueron enviadas al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para análisis químico. Allí se estimaron los parámetros Materia Seca Analítica (MSA) de acuerdo a AOAC (1990a), PC de acuerdo a AOAC (1984) y FDA con los equipos analizadores ANKOM 220 y ANKOM A 2000 I. Para estimar nitrógeno se utilizaron los equipos DESTILADOR KJELTEC 8200 FOSS y DESTILADOR KJELTEC 2200 FOSS. La EM se estimó según lo propuesto por ARC (1980) utilizando la siguiente fórmula:  $EM (\text{Mcal}) = (4,4 * 0,82 * \% \text{DMS}) / 100$  y la Digestibilidad de la Materia Seca (DMS) se estimó según metodología propuesta por Lithourgides et al. (2006) a través de la siguiente fórmula:  $\text{DMS} (\%) = 88,9 - (\% \text{FDA} * 0,779)$ . Los resultados del análisis se reportaron en Base Seca (BS).

### 3.5.2 Determinaciones del suplemento

Se determinó la composición química de la harina de soja, el grano de sorgo entero y el DDGS de sorgo (Cuadro 3), enviando una muestra molida de 200 g de cada componente al Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela. Dicha cantidad fue obtenida de varias bolsas de cada suplemento, conformando así una muestra compuesta. Los parámetros analizados fueron MSA, PC, FDN y FDA, cuyos métodos de análisis fueron los mismos que los utilizados en análisis de composición química de la pastura. También se analizó Cenizas (C) y la metodología utilizada fue de acuerdo a AOAC (1990b). Los equipos analizadores para fibra y nitrógeno fueron idénticos a los utilizados en determinaciones de la pastura. Los resultados se reportaron en BS.

Cuadro 3. Resultados de análisis químico de los suplementos

<b>Componentes</b>	<b>MSA (%)</b>	<b>PC (%)</b>	<b>FDA (%)</b>	<b>FDN (%)</b>	<b>CENIZAS (%)</b>
Sorgo grano	95,4	8,3	7,7	14,6	1,7
Harina de soja	96,8	50,4	8,5	23,2	6,2
DDGS de sorgo	96,1	31,0	26,7	43,3	5,6

### 3.5.3 Determinaciones en los animales

Cada 14 días se determinó el peso vivo lleno (PVLL) (kg) de los animales, los cuales fueron pesados llenos en la mañana antes de suministrar el suplemento. Se estimó la ganancia diaria de peso vivo (GPV) (g/a/d) a partir del PV obtenido considerando el período transcurrido entre las mediciones. También se determinó la CC, la cual se realizó por la misma persona durante todo el período experimental (Jefferies, 1961).

Por otra parte, se determinó el crecimiento de lana en estado natural, el cual se midió en el flanco de cada cordero mediante la técnica de parches (Oster Golden A5 clippers, size blade 30 model Cryogen X, USA) (Langlands y Wheeler, 1968). Al principio y final del experimento se realizó un parche y se tomaron las medidas de los lados y de la diagonal, para el cálculo de área mediante la fórmula de Heron:  $= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ . Posteriormente la lana cosechada se pesó y se determinó el crecimiento por unidad de superficie.

Además se analizaron las variables relación de conversión del suplemento aplicando la fórmula conversión =  $[(\text{kg suplemento (BS)}) / (\text{kg PVLL}_{(\text{PN}+\text{Sup1 o PN}+\text{Sup2})} - \text{kg PVLL}_{\text{testigo(PN)}})]$ , porcentaje de animales terminados = se consideraron animales terminados cuando cumplieran con los requisitos del Operativo Cordero Pesado, es decir cuando presentaron un peso vivo mínimo individual de 34 kg (y máximo de 50 kg) y una condición corporal mínima individual de 3,5, y finalmente la producción de peso vivo por superficie =  $[(\text{GPV} * \text{total días experimento} / 1000) * (\text{carga})]$ .

Por otro lado, se utilizó el software Grazfeed (Freer et al., 2007) con el objetivo de estimar el consumo de materia seca de los corderos. Esta simulación utiliza información de la pastura (altura, disponibilidad, relación verde/seco, PC), del suplemento (composición química) y de los animales (peso vivo actual y adulto, edad, biotipo).

#### 3.5.4 Determinaciones meteorológicas

Los parámetros del tiempo fueron medidos en la estación meteorológica de la Unidad Experimental Glencoe de INIA Tacuarembó. Los registros de temperatura fueron obtenidos en una Estación Automática Campbell CR 1000, mientras que los de precipitaciones se registraron manualmente.

### 3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento consistió en tres tratamientos con dos repeticiones cada uno en un diseño de parcelas completamente al azar. La información de animales y pasturas fue analizada en un modelo mixto considerando medidas repetidas en el tiempo, información no balanceada, error no independiente o heterogéneo con el software Infostat. 'Fecha', 'dieta' fueron consideradas como efectos fijos mientras que el individuo y la parcela fueron efectos aleatorios en las variables de producción animal. Peso vivo y condición corporal inicial fueron consideradas como co-variables al analizar posteriores determinaciones de esas variables. Las medias fueron consideradas estadísticamente diferentes cuando  $P < 0,05$ .

Se estudiaron correlaciones (Pearson) entre características cuantitativas de la pastura tales como disponibilidad ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ), altura regla graduada (cm) y altura RPM (cm), IVDN, proteína cruda de la materia seca (%) (PC MS) y contenido de materia verde (%). A partir de las correlaciones encontradas entre las variables, se cuantificó esta relación mediante un modelo de regresión lineal. En todos los casos se incluyó en el modelo un término cuadrático, el cual se mantuvo en los casos en que era significativo ( $P < 0,05$ ). Las regresiones estudiadas fueron, disponibilidad con ambos métodos de altura, siendo estos últimos la variable independiente y disponibilidad la dependiente; IVDN con altura (regla graduada y RPM), siendo las alturas la variable independiente e IVDN la variable dependiente; PC MS con IVDN, siendo este el término independiente y PC MS el dependiente. También se asoció la variable contenido de materia verde con IVDN, disponibilidad y ambas alturas (regla graduada, RPM); para todas estas relaciones el contenido de materia verde fue la variable dependiente. Para cada una de las regresiones analizadas se presenta la ecuación mostrando el término cuadrático, lineal e independiente, y el coeficiente de determinación ( $y = a + bx + cx^2$ ;  $R^2$ ). Por otra parte se estimó producción de forraje, la misma se obtuvo de multiplicar la tasa de crecimiento promedio para cada fecha y tratamiento por los días transcurridos entre las fechas de corte. La producción de forraje total se obtiene sumando los valores de producciones de cada fecha por tratamiento.

El modelo propuestos para el análisis de las variables de pasturas fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{tratamiento}_i + \text{bloque}_j + \text{fecha}_k + \text{parcela}(\text{bloque})_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\text{trat}_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\text{bloque}_j$  = efecto del j-ésimo bloque

$\text{fecha}_k$  = efecto de la k-ésima fecha

$\text{parcela}(\text{bloque})_l$  = efecto de la l-ésima parcela anidada en bloque

$\varepsilon_{ijkl}$  = error experimental

El modelo propuestos para el análisis de las variables animales fue el siguiente:

$$Y_i = \mu + \text{tratamiento}_i + \varepsilon_i$$

Donde:

$Y_i$  = variable de respuesta

$\mu$  = media general

$\text{trat}_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$\varepsilon_i$  = error experimental

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se describen y discuten los resultados en el desempeño animal a través de las diferentes opciones de suplementación y también de la base forrajera utilizada. Además se hace una breve caracterización de las condiciones climáticas ocurridas durante el período experimental.

##### 4.1 CONDICIONES AMBIENTALES

Los resultados demuestran que la temperatura máxima registrada durante el período experimental fue de 34,6 °C, ocurrida en el mes de enero. La temperatura media fue similar a la media histórica (2010-2017) al considerar el período de octubre-marzo y además se observó que en los meses de diciembre, enero y febrero, la temperatura media fue mayor y luego fue decreciendo paulatinamente hacia marzo (Cuadro 4, Figura 2). Por otra parte, los registros pluviométricos obtenidos para el período enero-marzo fueron similares a los históricos (2002-2017), siendo de 374 y 397 mm, respectivamente. Sin embargo la distribución entre los meses fue desigual, observándose que aproximadamente el 80% de las precipitaciones acumuladas fueron en el mes de febrero siendo de 288 mm, mientras que en enero ocurrieron 14 mm. Las precipitaciones totales acumuladas en el período octubre-diciembre 2016, presentaron diferencias respecto a la serie histórica, siendo de 297 y 374 mm, respectivamente. Esta diferencia de 77 mm atendiendo a la época del año y debiendo enfrentar el verano con una pastura en pleno crecimiento, podría estar presentando una situación de déficit (Cuadro 4, Figura 2).

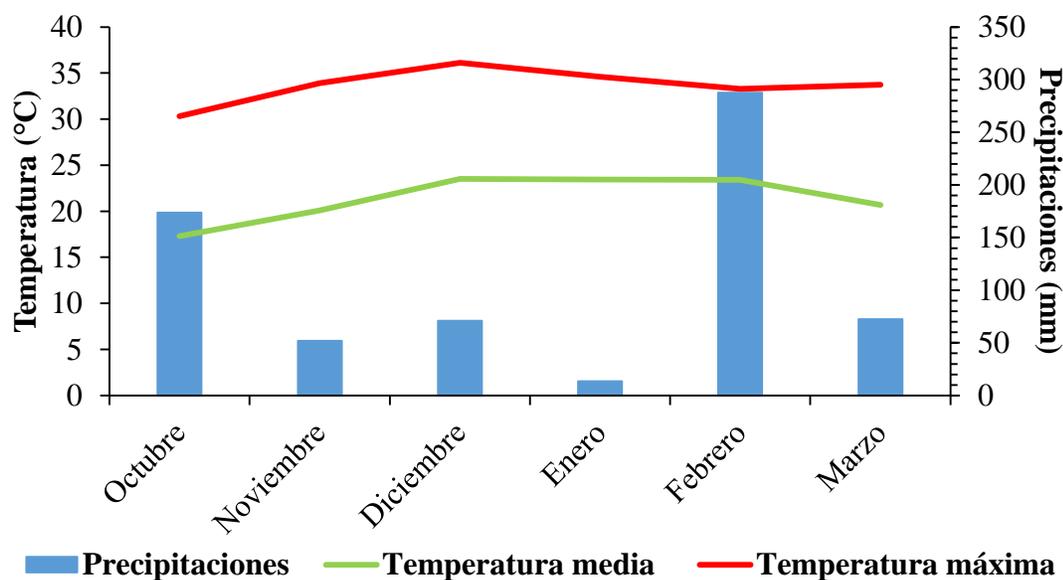


Figura 2. Precipitaciones (mm) y temperatura (°C) máxima y media para el período experimental

Cuadro 4. Registro de temperatura media (°C) para la serie histórica (2010-2017) y registros pluviométricos mensuales (mm) y total acumulado (mm) para la serie histórica (2002-2017)

	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Temperatura media (°C)						
serie histórica (2010-2017)	16,8	20,5	23,2	24,5	24,5	23,4
Precipitaciones (mm)						
serie histórica (2002-2017)	135	140	99	88	190	119
Total acumulado (mm)		374			397	

Nota: los registros de octubre, noviembre y diciembre se incluyen en el cuadro con el objetivo de aportar a futuros argumentos del comportamiento forrajero.

En síntesis, las condiciones ambientales ocurridas desde octubre a marzo indican que no hubo oscilaciones térmicas notorias pero si diferencias en las precipitaciones. Dichas diferencias podrían indicar un posible déficit en ciertos meses del período y excesos en otros, provocando así una irregularidad en la distribución. Sin duda, el comportamiento de estas variables pudo haber afectado el desempeño de la pastura y por ende de los animales.

## 4.2 RESULTADOS DEL FORRAJE

Las variables disponibilidad, altura por RPM, altura por regla graduada e IVDN se presentan ordenadas según los diferentes tratamientos y para el total del período experimental (medidas repetidas en el tiempo). Otras variables como el contenido de FDA, DMS, EM y PC, adquirieron un carácter descriptivo junto con la composición botánica, Tasa de Crecimiento (TC) y producción de forraje. Las primeras se analizaron para el total del período experimental, mientras que las últimas fueron medidas en fechas específicas.

### 4.2.1 Disponibilidad

La disponibilidad no presentó diferencias significativas entre fechas y tratamientos a lo largo del período experimental; exceptuando el 14/3/2017, hecho que se relaciona con la intervención mecánica (Anexo 1). De igual forma al analizar los resultados de medidas repetidas en el tiempo, no se registraron diferencias (Cuadro 5). Esto estaría indicando que la suplementación de los animales no tuvo efecto sobre la disponibilidad, por lo que todos los animales, independientemente del tratamiento, tuvieron la misma oportunidad de cosecha. Adicionalmente, considerando los valores registrados, la disponibilidad no habría sido una limitante para satisfacer el consumo diario de forraje. De hecho, Beattie y Thompson (1989) indican que el consumo de ovinos se vería restringido cuando la disponibilidad es menor a 1200 kg MS ha<sup>-1</sup>, y sensiblemente superior cuando se exceden los 2500 kg MS ha<sup>-1</sup>. Al comparar estos

valores con los resultados obtenidos, queda en evidencia que la variable descripta no fue una limitante y como es mencionado por Ganzábal (1997) es la más importante en determinar la cosecha de forraje.

Cuadro 5. Disponibilidad del forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) según tratamiento durante el período experimental

Variable	Tratamientos			P	EE
	PN	PN+Sup1	PN+Sup2		
Disponible (kg MS ha <sup>-1</sup> )	2575	2490	2708	ns	98,6

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), ns = diferencia estadísticamente no significativa, EE = error estándar

#### 4.2.2 Altura

Los resultados de altura del *Paspalum notatum* cv. INIA Sepé a través de diferentes métodos de medición, no presentaron diferencias entre los tratamientos durante el período experimental (Cuadro 6). En ambos métodos no se encontraron diferencias significativas entre las fechas y tratamientos, a excepción del 21/02/2017 para altura de regla graduada (Anexo 2). Dichos resultados son consistentes con los obtenidos para disponibilidad del forraje, fortalece el concepto de ausencia de restricciones en aspectos de estructura de forraje para maximizar la cosecha por los animales y coincide con el objetivo del trabajo de ofrecer una misma estructura de forraje a cada tratamiento. La altura óptima de una pastura va a depender de la especie animal y de la composición botánica de la misma (Hodgson, 1990). De esta manera, resultados experimentales indican que para una pastura de avena cv. LE 1095a, la altura remanente no debería ser inferior a 16 cm para lograr ganancias de peso vivo superiores a 100 g (De Barbieri et al., 2000). Mientras que para una mezcla de avena cv. INIA Polaris con raigrás cv. Estanzuela 284, la altura debería superar los 8 cm en promedio para invierno-primavera para lograr las mismas ganancias (Arocena y Dighiero, 1999).

Al comparar las metodologías para medir altura, la diferencia observada radica en que RPM se comporta de manera más homogénea, mientras que la altura de regla va disminuyendo a medida que transcurre el período del experimento. Dichos métodos tienen sus particularidades a la hora de implementarlos; RPM es un instrumento que asocia la altura del forraje con la densidad, logrando así una única medida (Michalk y Herbert, 1977), y altura de regla graduada considera el punto más alto de la superficie hojosa del tapiz según el observador (Carámbula, citado por De Barbieri et al., 2013).

Cuadro 6. Altura de regla graduada (cm) y altura rising plate meter (cm) según tratamiento durante el período experimental

Variables	Tratamientos			P	EE
	PN	PN+Sup1	PN+Sup2		
Altura regla graduada (cm)	17,1	17,1	17,3	ns	0,95
Altura rising plate meter (cm)	12,2	11,7	12,2	ns	0,49

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), ns = diferencia estadísticamente no significativa, EE = error estándar

#### 4.2.3 Índice de vegetación diferenciada normalizada

Los valores promedios de IVDN para los tratamientos a lo largo del período experimental no difirieron estadísticamente (Cuadro 7). Este índice identifica la proporción de luz solar absorbida por el forraje para la fotosíntesis y adopta valores entre 0 y 1. Como el proceso fotosintético está estrechamente relacionado con la producción de forraje, cuando se incrementa el valor de IVDN, la pastura estaría interceptando una proporción muy importante de radiación incidente (INIA, 2018b). Los valores obtenidos en el experimento son similares a los de campo natural sobre basalto (0,68, Jaurena et al., 2015) y difieren a los de una pradera (0,75, Ramírez, 2013). Por lo tanto, los resultados para IVDN del *Paspalum* fortalecen los de disponibilidad por la fuerte relación que existe entre este índice y ciertas características de la vegetación, como por ejemplo la biomasa o productividad.

Cuadro 7. Índice de vegetación diferenciada normalizada según tratamiento durante el período experimental

Variable	Tratamientos			P	EE
	PN	PN+Sup1	PN+Sup2		
IVDN	0,61	0,62	0,62	ns	0,01

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), ns = diferencia estadísticamente no significativa, EE = error estándar

#### 4.2.4 Análisis de asociaciones encontradas entre parámetros de la pastura

##### 4.2.4.1 Correlaciones de características de la pastura

Todas las correlaciones analizadas (excepto PC con disponibilidad y materia verde, Cuadro 8) presentan valores positivos y superiores al 60%, lo que significa que existe un grado de asociación entre dichas variables. Sin embargo cuando se correlaciona el contenido de proteína cruda de la materia seca y disponibilidad (kg MS

ha<sup>-1</sup>), el coeficiente de correlación no logra superar el 0,50. Se logran destacar asociaciones tales como IVDN con altura de regla graduada, así como con altura RPM, con valores de 0,88 y 0,79 respectivamente. También es destacable la correlación de 0,72 que logra la variable contenido de materia verde con IVDN, lo que confirma lo concluido por Kuhn et al. (2018a) que dicha variable se relaciona positivamente con el aumento del porcentaje de material verde de las pasturas naturales.

Los valores de correlación encontrados entre disponibilidad y altura del forraje, ya sea por regla graduada ( $r = 0,61$ ) o rising plate meter ( $r = 0,68$ ), estarían indicando que son herramientas útiles y confiables para estimar el disponible, tal como citan Arocena y Dighiero (1999), quienes encontraron correlaciones ( $r$ ) de 0,74 para regla y 0,79 para RPM. Ambos métodos tienen la ventaja de ser un parámetro de simple medición; sin embargo, el primero se diferencia por tener un menor costo, lo que lo hace más accesible. Existen varios trabajos experimentales, realizados con distintas bases forrajeras que confirman lo anteriormente mencionado, como el caso de Guarino y Pittaluga (1999), De Barbieri et al. (2000) en verdeos anuales invernales; Camesasca et al. (2002), Urrestarazu (2005) en pasturas sembradas y Montossi et al. (1998), Ayala et al. (2001), Iglesias y Ramos (2003) en mejoramientos de campo.

Cuadro 8. Correlaciones entre las características de la base forrajera

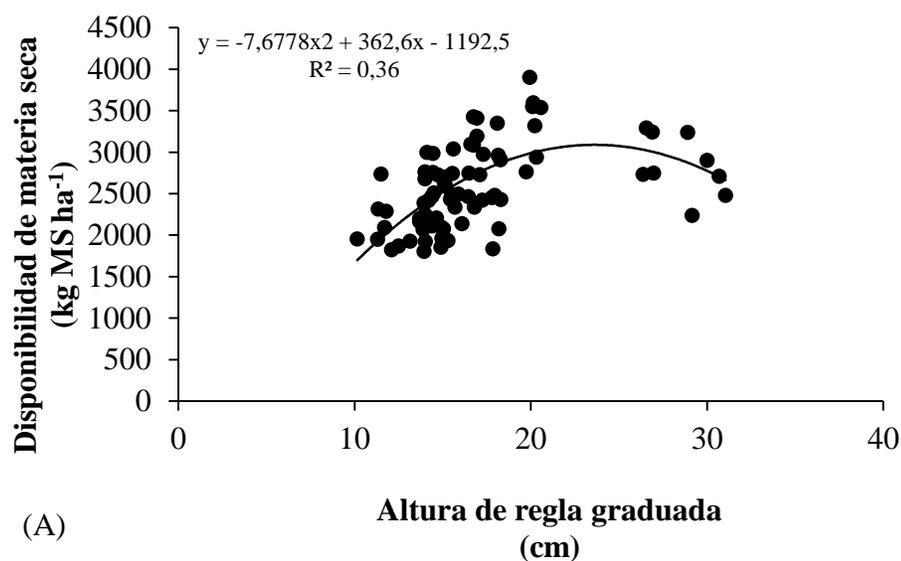
	<b>Disponible (Kg MS ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Altura regla graduada (cm)</b>	<b>Altura rising plate meter (cm)</b>	<b>IVDN</b>	<b>PC MS (%)</b>	<b>Contenido materia verde (%)</b>
<b>Disponible (Kg MS ha<sup>-1</sup>)</b>	1* 0,0**	0,61 0,01	0,68 0,001	0,71 <0,0001	0,44 0,06	0,66 0,002
<b>Altura regla graduada (cm)</b>	0,61 0,01	1 0,0	0,77 0,0001	0,88 <0,0001	0,66 0,002	0,81 <0,0001
<b>Altura rising plate meter (cm)</b>	0,68 0,001	0,77 0,0001	1 0,0	0,79 <0,0001	0,70 <0,0001	0,77 0,0001
<b>IVDN</b>	0,71 <0,0001	0,88 <0,0001	0,79 <0,0001	1 0,0	0,63 0,004	0,72 0,0005
<b>PC MS (%)</b>	0,44 0,06	0,66 0,002	0,70 <0,0001	0,63 0,004	1 0,0	0,52 0,02
<b>Contenido materia verde (%)</b>	0,66 0,002	0,81 <0,0001	0,77 0,0001	0,72 0,0005	0,52 0,02	1 0,0

Referencias: \*= Coeficiente de Correlación, r; \*\*= probabilidad, P

#### 4.2.4.2 Regresión entre disponibilidad y altura del forraje

Para el estudio de la relación entre estas dos variables se utilizó un modelo cuadrático. Los resultados demuestran que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fue similar para ambos métodos (Figura 3), y a su vez su valor fue menor en comparación con lo reportado por Arocena y Dighiero (1999), quienes encontraron coeficientes de 0,54 y 0,62 para regla y RPM respectivamente, en una mezcla forrajera invernal. Además Montossi et al. (1998) citan valores de  $R^2 = 0,72$  y  $R^2 = 0,40$  con regla y RPM, respectivamente, para el verano sobre mejoramiento de campo.

Es importante mencionar que los valores encontrados en este experimento para las asociaciones entre disponibilidad de materia seca y altura de regla y RPM, pueden deberse al criterio de ajustar la asignación de forraje (AF). De esta manera para mantener la AF establecida de 5-7 kg MS/kg PV, fue necesario conservar la altura de la pastura entre 8-12 cm, por lo tanto fue preciso la intervención mecánica con rotativa. Este hecho conlleva a una posible limitante a la hora de evaluar estadísticamente estas variables, puesto que al mantener ese rango acotado de altura (8-12 cm), no permite cuantificar qué sucedería con este coeficiente si se tomara un rango de valores más amplio como sí ocurre en otros trabajos experimentales.



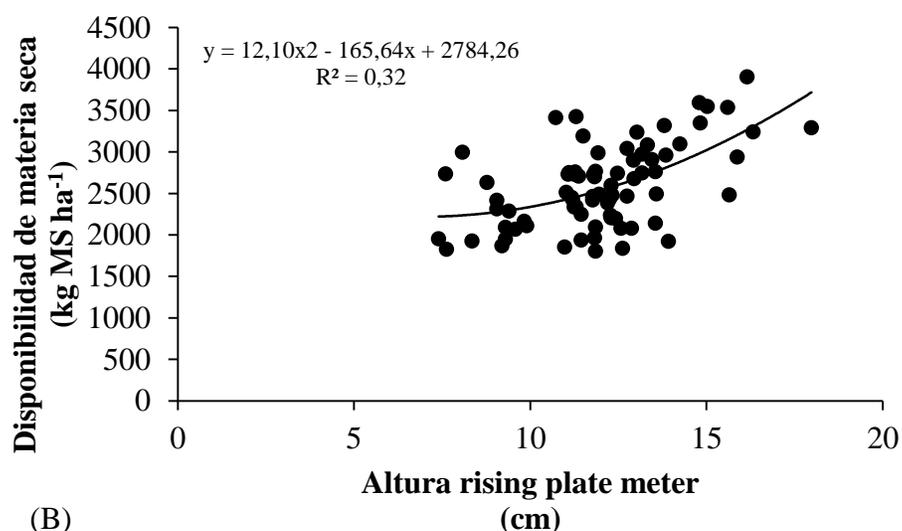


Figura 3. Asociaciones entre disponibilidad de materia seca ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) y altura (cm) según regla graduada (A) y rising plate meter (B)

#### 4.2.4.3 Regresiones entre IVDN, alturas y PC MS

Cuando se asoció IVDN con altura de regla graduada el modelo utilizado fue el cuadrático con un  $R^2$  de 0,70, mientras que cuando la asociación se hizo para RPM el modelo fue el lineal, logrando un valor de  $R^2$  de 0,35 (Figura 4). La metodología de regla graduada dio valores de regresión del doble que RPM, cuando se las asocia con la variable IVDN.

Esa diferencia encontrada entre las regresiones para ambos métodos puede deberse a la limitante que presenta la medición de la variable IVDN, la cual no diferencia la fase de desarrollo en que se encuentra la planta, es decir vegetativo o reproductivo. El *Paspalum notatum* es una gramínea estival perenne C4 y como en la mayoría de las mismas, el pasaje al estado reproductivo se produce con día largo, con respuesta a un estímulo fotoperiódico transferido desde las hojas (Romero, 2008). Durante el experimento, en el mes de febrero se procedió al corte con rotativa por las inflorescencias presentes, las cuales eran abundantes. De esta manera, es posible concluir que probablemente la mayor correlación obtenida para altura de regla graduada en comparación con RPM, se deba a peculiaridades de los métodos al momento de implementarlos. En el caso de la regla, el observador debe definir el punto de finalización de mayor concentración hojosa (subjetivo), mientras que el RPM es la propia herramienta que te brinda el valor (objetiva) considerando la densidad de la pastura. Por lo tanto, la presencia de las inflorescencias pudo haber tenido una menor influencia con el método de regla graduada en comparación con RPM, determinando así alturas diferentes.

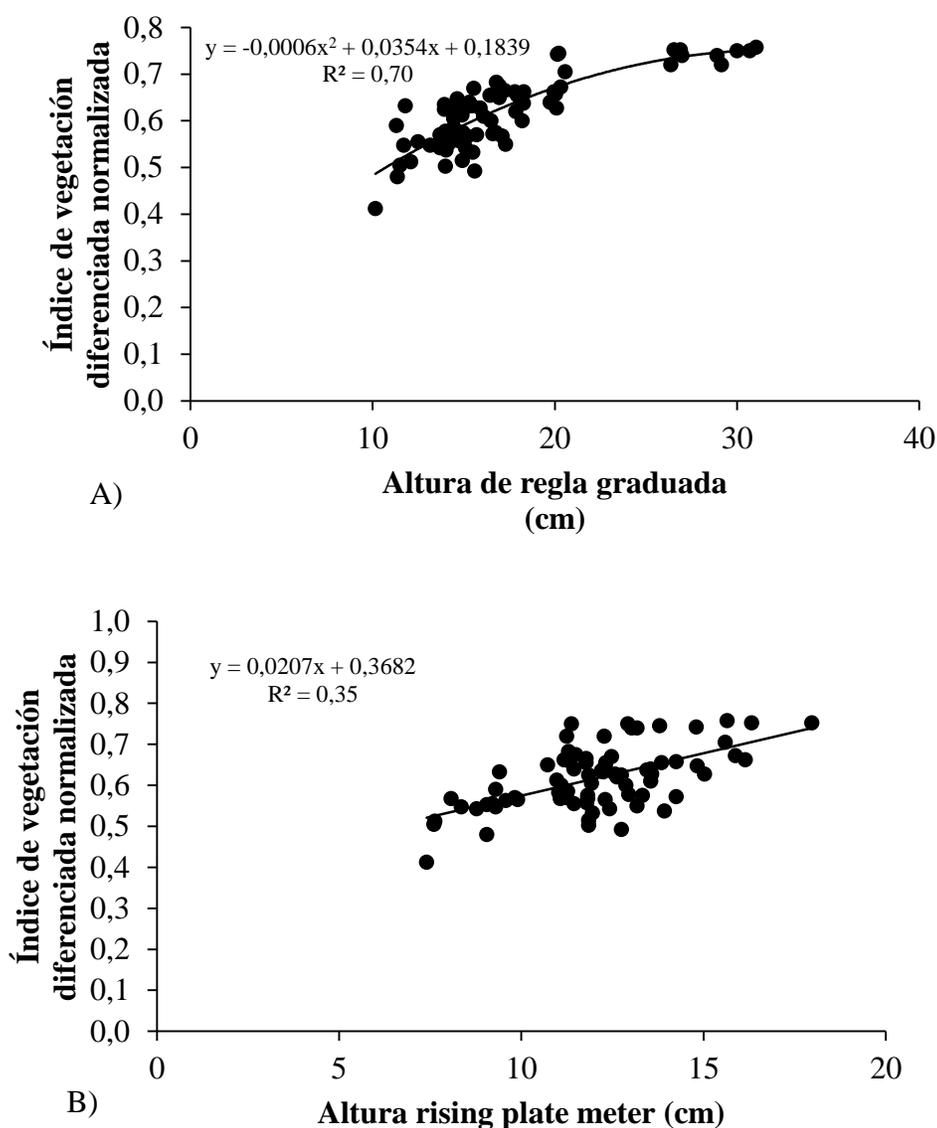


Figura 4. Asociación entre índice de vegetación diferenciada normalizada y altura (cm) según regla graduada (A) y rising plate meter (B)

La relación presente entre proteína cruda de materia seca e IVDN correspondió a un modelo lineal con un  $R^2$  de 0,23 (Figura 5). Por otra parte según Jaurena et al. (2018) la proteína cruda tiene una asociación de 0,78 con el porcentaje de forraje verde y dicha relación no es afectada por la altura del forraje. Dicha afirmación, asociado a la correlación encontrada en este experimento entre contenido de materia verde y IVDN, la cual fue de 0,35 (Figura 8) lleva a concluir que el  $R^2$  de 0,23 podría haberse ajustado de mejor manera.

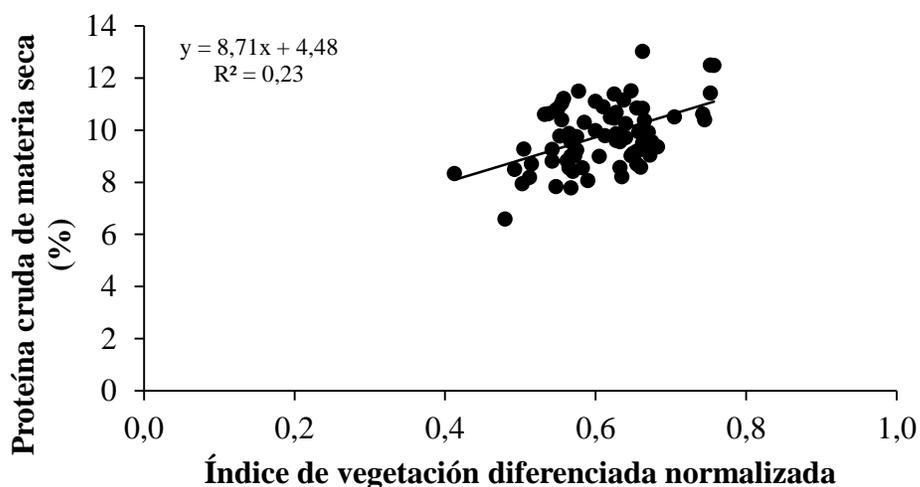
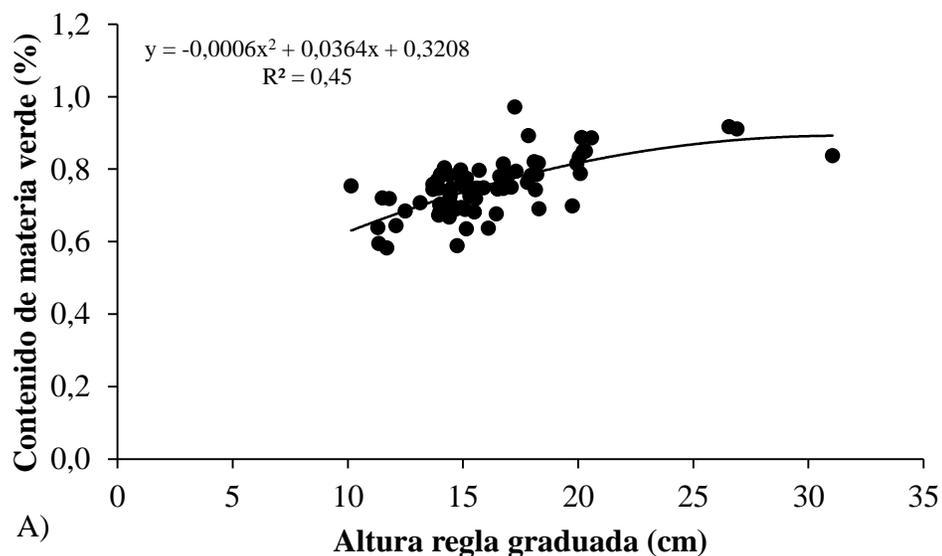


Figura 5. Asociación entre proteína cruda de materia seca (%) e índice de vegetación diferenciada normalizada

#### 4.2.4.4 Regresiones entre contenido de materia verde, altura, disponibilidad e IVDN

El contenido de materia verde para ambas alturas (regla graduada y RPM), se representó a través de un modelo cuadrático con  $R^2$  similares, de 0,45 y 0,34 respectivamente (Figura 6).



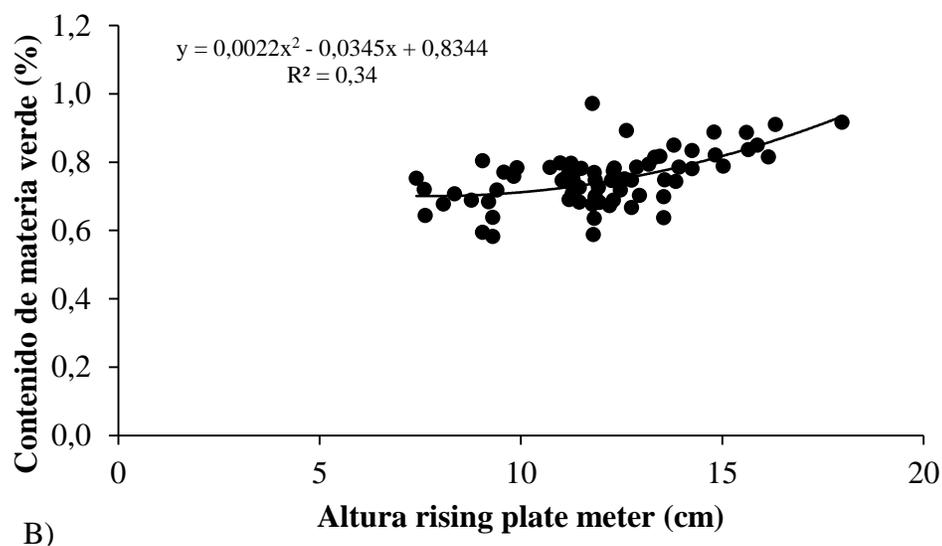


Figura 6. Asociación entre contenido de materia verde (%) y altura (cm) según regla graduada (A) y rising plate meter (B)

La asociación encontrada entre contenido de materia verde y disponibilidad de materia seca responde a un modelo lineal, con un  $R^2$  de 0,14 (Figura 7).

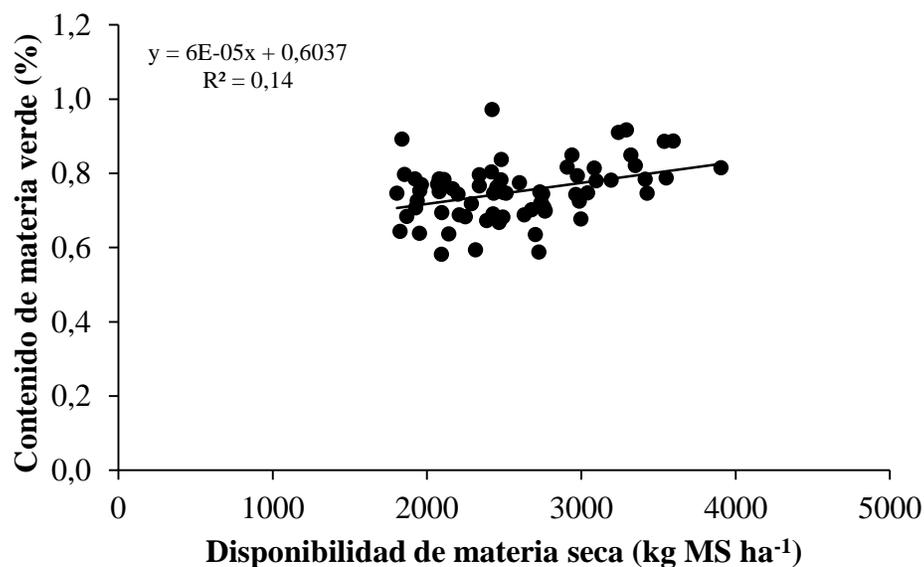


Figura 7. Asociación entre contenido de materia verde (%) y disponibilidad de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>)

La regresión encontrada entre contenido de materia verde e IVDN fue representada mediante el modelo cuadrático con un  $R^2$  de 0,35 (Figura 8), dicho valor

fue similar al encontrado por Kuhn et al. (2018b) quienes citan un valor de 0,39 para un modelo lineal, en pasturas naturales para una asignación de forraje del 8%. Por otro lado un experimento realizado en la Universidad Federal do Río Grande do Sul, Kuhn et al. (2018a) plantean un valor de 0,30 con un ajuste lineal para una AF de 4-8% en pasturas naturales. Estos resultados demuestran que el IVDN presenta una relación positiva a medida que aumenta el contenido de materia verde en la pastura.

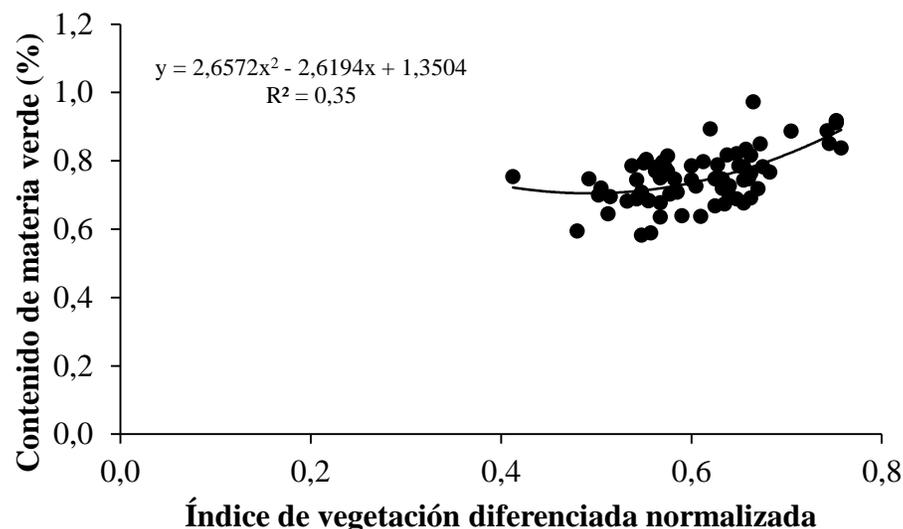


Figura 8. Asociación entre contenido de materia verde (%) e índice de vegetación diferenciada normalizada

#### 4.2.5 Variables de carácter descriptivo

A continuación se presentan las variables PC, FDA, DMS, EM, censo botánico, tasa de crecimiento y producción de forraje, las cuales adoptaron un carácter descriptivo debido a la estrategia de muestreo.

##### 4.2.5.1 Valor nutritivo

Los diferentes componentes nutricionales (PC, FDA, DMS, EM) de la base forrajera se comportaron de manera similar durante el experimento para los diferentes tratamientos (Cuadro 9). Con lo cual es posible expresar que desde el punto de calidad de la pastura, todos los animales tuvieron las mismas condiciones de oferta. Al comparar los resultados de los parámetros de calidad con los obtenidos por otros autores para *Paspalum dilatatum* dentro de la región, en Argentina y Brasil, pero también en países como Australia y Estados Unidos, es posible decir que los valores están dentro de los rangos encontrados por dichos autores para las diferentes variables.

Los resultados expuestos por Gerard (1981), en Argentina para la variable PC fueron de 8,99%; mientras que Minson (1972) en Australia cita valores promedios de

10,31%. Por otra parte para el parámetro FDA, Acosta y Deregibus (2001) citan un valor de 41,5% para Argentina, y Baréa et al. (2007) en Brasil hacen mención a un valor de 40,6%. En referencia a la variable DMS, se citan valores de 50,8% para Uruguay, según Benech (1975), así como también se expresan valores promedios de 56% en Estados Unidos según Russo et al. (1981). En tanto para EM, los valores que aparecen publicados por el Cozzolino et al. (1994), son de 1,62 Mcal kg MS<sup>-1</sup> para *Paspalum dilatatum* y de 1,48 Mcal kg MS<sup>-1</sup> para *Paspalum notatum*.

Los valores existentes para el campo natural (CN) de basalto en verano según los mismos parámetros de calidad evaluados, indican que la opción forrajera utilizada presentaría ciertas ventajas frente al CN. De esta forma, la PC que ofrece el CN es de 8,8%; la EM es 1,7 Mcal kg MS<sup>-1</sup>, la DMS se sitúa alrededor del 50% y la FDA en 52,1% (Montossi et al., 2000). Los resultados obtenidos en el presente experimento estuvieron por encima de los reportados para el CN en todos los parámetros.

Finalmente, cabe mencionar que la composición de los alimentos y especialmente la de pasturas en crecimiento, como lo es este caso, no es constante. Por tanto los valores de las tablas usados para comparar se usaron como guía, pues existen diversos factores climáticos, de suelo, de comportamiento animal, del desarrollo y crecimiento de la pastura que afectan la utilización al momento de consumirla (Cozzolino et al., 1994).

Cuadro 9. Componentes nutricionales de la base forrajera según tratamiento

Variables	Tratamientos		
	PN	PN+Sup1	PN+Sup2
PC MS (%)	9,86	9,88	9,57
PC Seco/Verde (%)	0,69	0,74	0,70
EM (Mcal kg MS <sup>-1</sup> )	2,06	2,07	2,06
FDA (%)	40,68	40,53	40,77
DMS (%)	57,21	57,33	57,14

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), PC MS = proteína cruda materia seca, PC Seco/Verde = relación proteína cruda de fracción seco y verde, EM = energía metabolizable, FDA = fibra detergente acida, DMS = digestibilidad materia seca

#### 4.2.5.2 Tasa de crecimiento y producción de forraje

La tasa de crecimiento fue determinada durante todo el ciclo de crecimiento de la especie realizándose siete cortes en total. A lo largo del experimento se realizaron tres cortes para determinar la tasa de crecimiento, el 10/01/2017, el 9/02/2017, y el 8/03/2017. Fuera del período experimental se realizaron otros cuatro cortes en los meses de octubre (15/10/2016), noviembre (15/11/2016), diciembre (15/12/2016) y abril

(7/04/2017), cuyos resultados fueron brindados para obtener más información del crecimiento de la pastura (Figura 9).

La TC tuvo un comportamiento ascendente a partir de la primavera anterior al año de comenzado el experimento, la cual obtuvo valores máximos promedio en el mes de marzo ( $72 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ). La pastura fue fertilizada con urea ( $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ) en las fechas 10/01 y 24/02 (Figura 9) y demostró una respuesta positiva a la fertilización tal como lo indica Mérola et al. (2018), que observaron una respuesta lineal hasta los  $200 \text{ kg N ha}^{-1}$ , no habiendo diferencias por encima de esa dosis. Como toda especie C4, los resultados en la producción de forraje demuestran la capacidad de producción de materia seca y la respuesta ante mejoras del ambiente por la fertilización (Loch, 1977). Este hecho asociado con otros factores favorables como las precipitaciones y temperaturas ocurridas, pudo estar incidiendo en las elevadas tasas de crecimiento en ese período en comparación con el CN. Para este último, la TC promedio registrada para el verano oscila entre  $10$  y  $17 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  (Berretta, 1998). Por otro lado, el *Paspalum dilatatum* cv. Chirú en condiciones de secano, presenta una TC de  $28,3 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en enero sobre brunosoles del noreste del país (Olmos et al., 2015). Al comparar estos valores de crecimiento, se evidencia la superioridad de la TC del *Paspalum notatum* en verano a pesar de la limitante hídrica ocurrida en los meses anteriores.

El efecto de las menores precipitaciones acumuladas en la primavera anterior respecto a la media histórica, aparentemente no provocaron mayores efectos negativos en la TC y por ende en la producción de forraje. Cabe recordar que a pesar de la desigualdad en la distribución de las precipitaciones (enero, febrero, marzo), el total acumulado durante el período experimental fue muy similar con la media histórica, al igual que las temperaturas medias, que además coinciden con las temperaturas ideales de  $25\text{-}30$  y  $20\text{-}25$  °C (Tropical Forages, 2018) que favorecen el crecimiento y macollaje respectivamente.

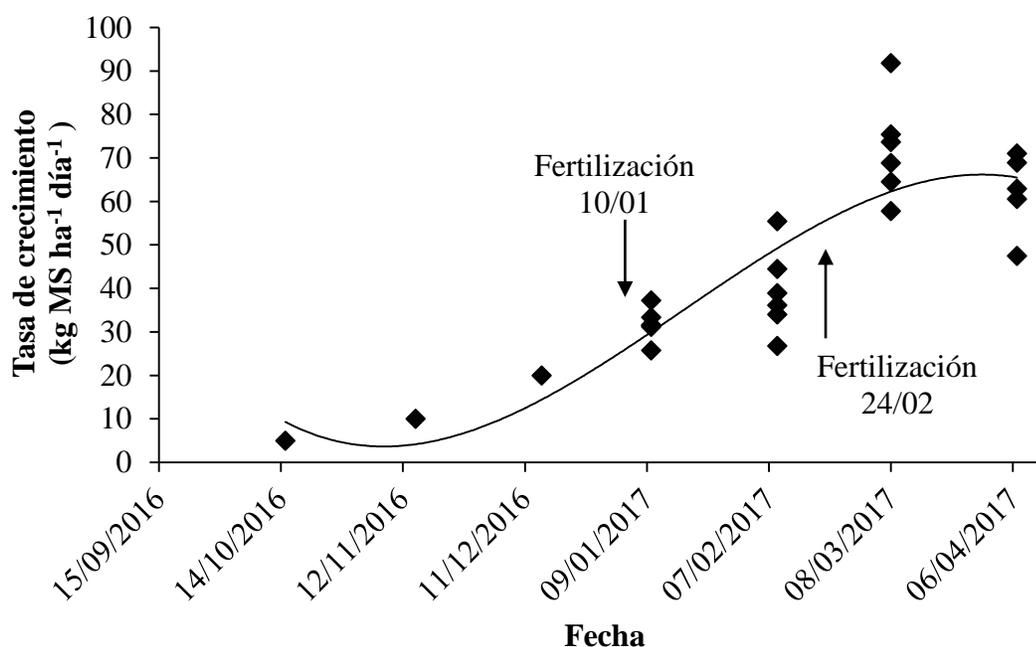


Figura 9. Tasa de crecimiento ( $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) de la pastura según fecha y momentos de fertilización

El valor de la producción de forraje fue obtenido a través de los cortes realizados para TC, y las fechas que se visualizan (Cuadro 10), son las fechas en que fueron realizados dichos cortes. Las mayores producciones en los tres tratamientos pueden observarse entre los meses de marzo y abril. El rango para la producción total entre los tratamientos durante todo el ciclo de crecimiento de la especie se encontró entre  $6800\text{-}7400 \text{ kg MS ha}^{-1}$ , valores que se encuentran por debajo del rango  $8000\text{-}10000 \text{ kg MS ha}^{-1}$ , mencionado por Reyno (2015), para una pastura de *Paspalum notatum* de segundo año. De todas maneras, al comparar los resultados obtenidos en el experimento con los obtenidos por Reyno (2015), es importante aclarar que la pastura de este último era de *Paspalum* puro. Existen resultados reportados por Formoso y Allegri (1983) que indican producciones entre  $2000\text{-}9600 \text{ kg MS ha}^{-1}$  para *Paspalum notatum* cv. Pensacola y entre  $8600\text{-}12000 \text{ kgMS ha}^{-1}$  para *Paspalum dilatatum* cv. Chirú. Por otro lado, el CN en verano sobre suelos de Basalto de la Unidad Queguay Chico presenta una producción de  $906 \text{ kg MS ha}^{-1}$  SSR,  $1211 \text{ kg MS ha}^{-1}$  SSN y  $1524 \text{ kg MS ha}^{-1}$  SP, mientras que la producción anual promedio de forraje es de  $2885 \text{ kg MS ha}^{-1}$  para un SSR,  $3772 \text{ kg MS ha}^{-1}$  para un SSN y  $4576 \text{ kg MS ha}^{-1}$  para un SP (Berretta, 1998). El resultado de producción promedio del *Paspalum notatum* entre los tratamientos para verano (enero, febrero, marzo) fue de  $3931 \text{ kg MS ha}^{-1}$ , por lo tanto cuando se compara dicha producción con las producciones de verano del campo natural sobre Basalto, queda demostrado la supremacía de la especie en producción de forraje. Los resultados obtenidos para producción de forraje y tasa de crecimiento del *Paspalum*

permitieron lograr una pastura con buena producción de materia seca, adicionándose al crecimiento vigoroso de la pastura durante el verano.

Cuadro 10. Producción de forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) por tratamiento según fecha

Producción de forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )	Tratamientos		
	PN	PN+Sup1	PN+Sup2
15/10/2016	150	150	150
15/11/2016	310	310	310
15/12/2016	600	600	600
10/01/2017	832	728	884
9/02/2017	1080	1350	1140
8/03/2017	1782	2106	1944
7/04/2017	2220	2100	1860
Total	6967	7357	6877

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano)

#### 4.2.5.3 Censo botánico

Se aprecia la contribución de las dos especies predominantes del tapiz, siendo el *Paspalum notatum* el de mayor presencia en todos los tratamientos para ambas fechas (Cuadro 11). En todos los casos los valores de la fracción verde estuvieron por encima de los restos secos, representando un 60% y 30% respectivamente. Al analizar las fechas se observa una tendencia de aumento de los restos secos y disminución de la fracción verde sensiblemente hacia el mes de abril. En la fracción de “otros” se incluyen especies gramíneas como *Axonopus affinis*, *Piptochaetium montevidensis*, *Eragrostis lugens*, *Cynodon dactylon* y también *cyperaceas*. A pesar de que esta fracción representa un porcentaje mayor a la especie de interés, la misma se considera que realiza un aporte menor en la producción de forraje.

Cuadro 11. Censo botánico para cada tratamiento según fecha de muestreo

	Tratamientos		
	PN	PN+Sup1	PN+Sup2
<b>24 de febrero</b>			
<i>P. notatum</i> (%)	37	34	34
<i>P. dilatatum</i> (%)	24	23	25
Otros (%)	40	43	41
F. Verde (%)	66	67	67
R. Secos (%)	34	33	33
<b>5 de abril</b>			
<i>P. notatum</i> (%)	41	33	35
<i>P. dilatatum</i> (%)	19	20	24
Otros (%)	40	47	42
F. Verde (%)	61	60	63
R. Secos (%)	39	40	37

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), *P. notatum* = *Paspalum notatum*, *P. dilatatum* = *Paspalum dilatatum*, F. Verde = fracción verde, R. Secos = restos secos

#### 4.3 RESULTADOS PRODUCCIÓN ANIMAL

Los resultados obtenidos para el desempeño animal fueron evaluados a través de la evolución del PVLL (kg), GPV por día (g/a/d), CC, crecimiento de lana y el estatus sanitario a través de cuantificar los huevos de parásitos por gramos de materia de heces (HPG). Además se analizaron las variables relación de conversión del suplemento, porcentaje de animales terminados (corderos pesado tipo SUL, Azzarini, 2003) y producción de peso vivo por unidad de superficie, las cuales evalúan un potencial productivo desde una visión comercial de cada tratamiento.

##### 4.3.1 Análisis de producción individual y por unidad de superficie

En primera instancia se muestran los resultados de las variables estudiadas para el análisis de producción individual según tratamiento (Cuadro 12), a excepción de HPG la cual se representa en la Figura 13.

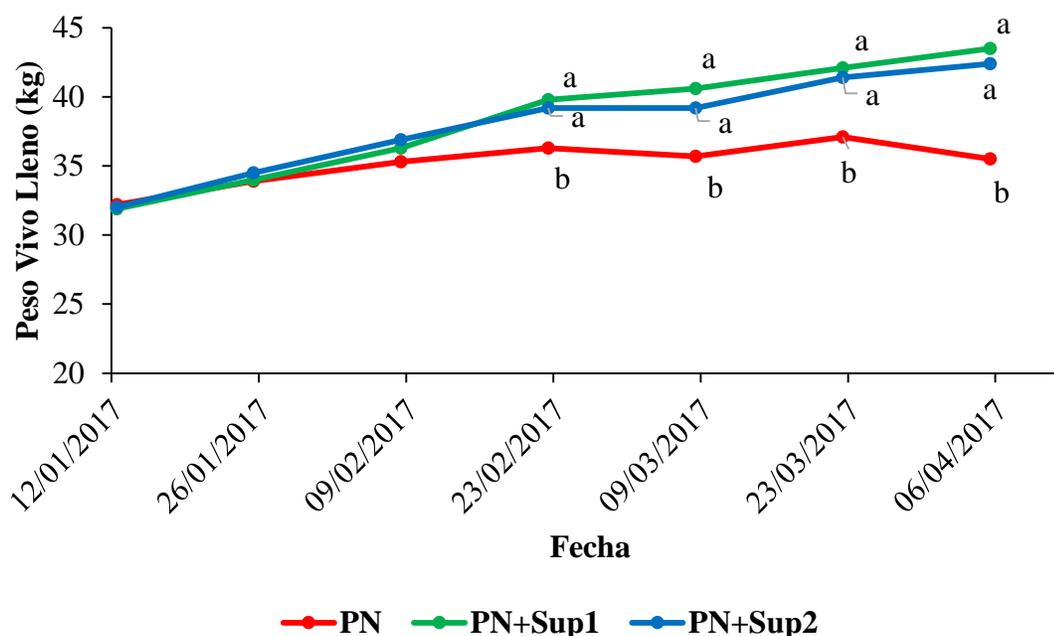
Se observa una diferencia de PVLL final entre el testigo (35,5 kg) con respecto a los tratamientos suplementados (43,5 y 42,4 kg para PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente) ( $P < 0,05$ ), mientras que estos últimos no son estadísticamente diferentes entre sí (Cuadro 12, Figura 10). Al inicio del experimento todos los animales comenzaron con igual PVLL (32 kg), el cual fue un muy buen peso inicial para corderos post-destete. No hay una superioridad de los suplementados hasta el 23/02, fecha a partir

de la cual comenzaron a diferenciarse del testigo. De hecho, el mismo siempre mantuvo valores de peso vivo por debajo de los tratamientos suplementados, inclusive en el último período la tendencia fue a perder peso (Figura 10).

Cuadro 12. Efectos de los tratamientos sobre los parámetros evaluados del desempeño individual de los animales

Variables	PN	PN+Sup1	PN+Sup2	P	EE
PVLLi (kg)	32,2	31,9	32,0	ns	0,68
PVLLf (kg)	35,5 a	43,5 b	42,4 b	*	0,72
GPV (g/a/d)	40 a	140 b	126 b	*	5,77
CCi (unidades)	2,2	2,2	2,2	ns	0,07
CCf (unidades)	2,4 a	3,9 b	3,7 b	*	0,07
Crecimiento Lana ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$ )	1353 a	1814 b	1892 b	*	68,0
Relación de conversión (kg suplemento/kg PV adicional)	--	6,1	7,1	--	--

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), a y b = medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes, \* =  $P < 0.05$ , ns = diferencia estadísticamente no significativa, EE = error estándar, PVLLi = Peso vivo lleno inicial, PVLLf = Peso vivo lleno final, CCi = Condición corporal inicial, CCf = Condición corporal final, GPV = Ganancia peso vivo



Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), a y b = medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ )

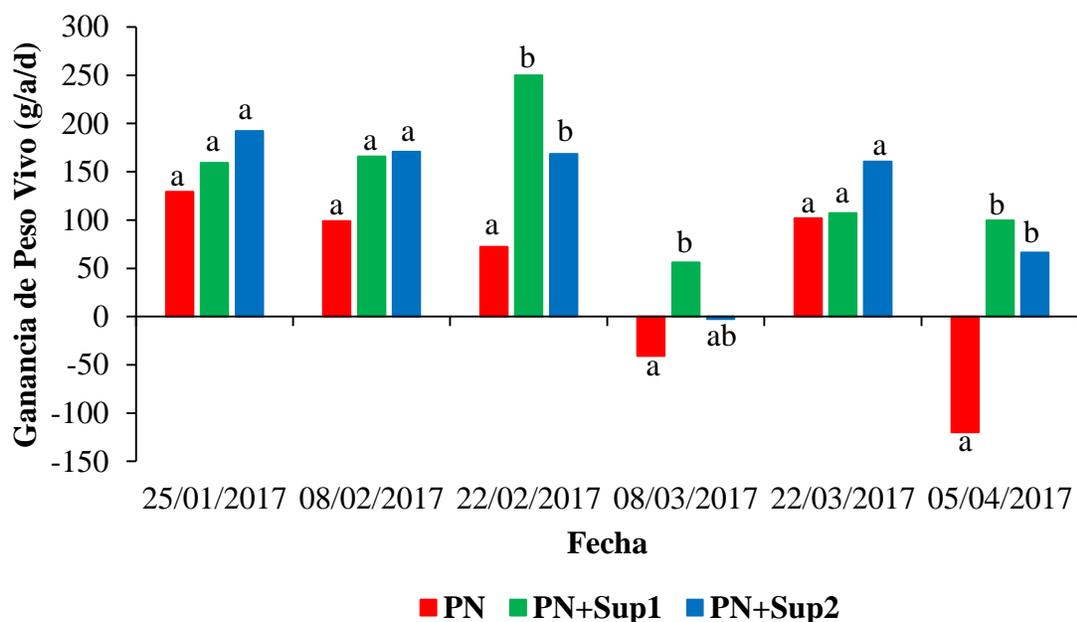
#### Figura 10. Evolución de peso vivo lleno (kg) según tratamiento

Al analizar las GPV final (Cuadro 12) se observó un efecto positivo de los tratamientos suplementados (140 y 126 g/a/d para PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente) sobre el testigo (40 g/a/d) ( $P < 0,05$ ). Al observar la GPV desde el inicio al final del experimento, se manifiesta que los tres tratamientos finalizaron con ganancias medias positivas. Sin embargo, la superioridad fue entre 100 y 86 g/a/d entre el PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente, versus el testigo. Estas diferencias pudieron deberse a que los tratamientos suplementados tuvieron un aporte extra de nutrientes, ofrecidos por la ración y un descenso de los requerimientos por menor actividad de pastoreo. En efecto, la cantidad de proteína ofrecida considerando los componentes de la dieta (forraje versus forraje y suplemento) a lo largo del período experimental fue superior para los tratamientos suplementados en relación al testigo. Además, la energía ofrecida al testigo estuvo dada únicamente por la base forrajera, mientras que los suplementados aparte contaban con la energía aportada por los componentes de la ración (mayor EM por kg de MS). A su vez, el balance energía/proteína pudo estar mejor equilibrado en los animales suplementados respecto al tratamiento con dieta exclusivamente pastoril. Por otro lado, el consumo estimado mediante la simulación con software Grazfeed (Freer et al., 2007), simulación que utiliza información de la pastura (altura, disponibilidad, relación forraje verde/seco, PC), del suplemento (composición química) y de los animales (peso vivo actual y adulto, edad, biotipo), indica que pudo haber un posible efecto sustitutivo. Es decir, que el consumo de MS estimado por animal fue muy similar entre los tratamientos, siendo de 1,6 kg MS aproximadamente. No obstante, el PN+Sup1 experimentó una ingesta de forraje de 0,98 kg y 0,57 kg de suplemento, mientras que para el PN+Sup2 fue de 1,04 y 0,57 kg para forraje y suplemento respectivamente. Por lo tanto estos valores estimados de ingesta de pastura, estarían demostrando el posible efecto sustitutivo al incluir el suplemento. A modo de poder cuantificar el aporte de energía y proteína para cada tratamiento, se procedió al análisis de los resultados de pastura y de los componentes de la ración obtenidos del laboratorio. En este sentido, la PC ofrecida para el testigo fue de 9,8%, mientras que para el PN+Sup1 y el PN+Sup2 fue de 19,1 y 20,9% respectivamente, considerando solamente los componentes de la ración. Por otra parte, la EM ofrecida fue de 2,0, 2,8 y 2,8 Mcal kg MS<sup>-1</sup>, para PN, PN+Sup1 y PN+Sup2 respectivamente; en efecto los tratamientos suplementados tuvieron una mayor concentración de EM por kg de MS. A través de este análisis, se podría decir que el consumo diferencial de proteína y energía pudo haber explicado la superioridad en los tratamientos suplementados permitiendo que los animales logaran mayores GPV. Finalmente, es importante hacer mención a la partición diferencial de la energía ofrecida, puesto que los corderos del tratamiento testigo se vieron obligados a destinar mayor tiempo a la búsqueda y cosecha de forraje,

para tratar de cubrir sus requerimientos de mantenimiento y producción. En cambio, los corderos suplementados pudieron utilizar su tiempo de manera diferente, dedicándolo a otras actividades, como por ejemplo descanso y uso de la sombra, afectando los requerimientos de mantenimiento (Geenty y Rattray, 1987).

La GPV total fue numéricamente mayor en el tratamiento PN+Sup1 comparado con PN+Sup2, sin embargo estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Estas diferencias numéricas pudieron deberse a que la proteína aportada por el DDGS es menos degradable a nivel ruminal, respecto a otras fuentes proteicas (60-70% DDGS vs. 30% harina de soja), lo cual se transforma en una ventaja desde el punto de vista nutricional (absorción directa). Asimismo, el aporte energético del DDGS está dado fundamentalmente por los lípidos (EE), dicha fracción es de 9,4%, valor diferencial entre los otros componentes de la ración, cuyos valores son de 1,9% harina de soja y 2,7% grano de sorgo.

El análisis estadístico para los resultados de ganancia demuestran que los tres tratamientos no presentaron diferencias significativas hasta el 22/02/2017 ( $P > 0,05$ ) (Figura 11), coincidiendo con el momento que se observaron las diferencias de PVLL. El tratamiento testigo muestra una evolución descendente de GPV a lo largo del período experimental, a excepción del 22/03/2017 donde logra visualizarse que los corderos reasumieron sus ganancias en respuesta a una dosificación estratégica (Figura 13). En cambio, los tratamientos suplementados experimentaron ganancias positivas durante el período experimental, siendo el PN+Sup1 el tratamiento que presentó ganancias numéricamente mayores.



Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), a y b = medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ )

Figura 11. Evolución de ganancia de peso vivo (g/a/d) según tratamiento

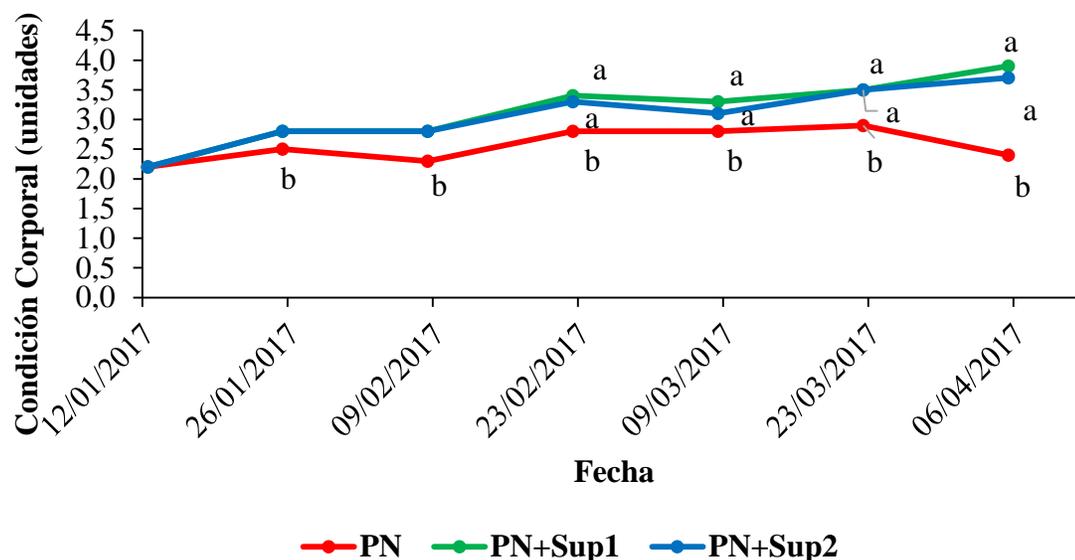
Las ganancias diarias de peso reportadas por Piaggio et al. (2014a) fueron de 46 g/a/d, siendo estas similares a las obtenidas en el presente experimento de 40 g/a/d en el tratamiento exclusivo en pasturas. Sin embargo, los valores obtenidos de PVLL final del experimento para el testigo, resultaron ser mayores a los logrados por Piaggio et al. (2014a), quienes citan valores de 23,6 kg en campo natural, con un peso vivo inicial de los corderos al destete de 19,0 kg y una carga de 10 corderos por hectárea. Esto se debe a que los corderos del presente trabajo tuvieron un peso inicial sensiblemente mayor (32 kg). Por otro lado, San Julián et al. (1998) registraron ganancias de 32 g/a/d en corderos de destete precoz (16,3 kg), en condiciones de pastoreo sobre campo natural de Basalto durante un período de 183 días (noviembre-mayo). La carga utilizada para dicho experimento fue de 8 corderos por hectárea. Al evaluar las condiciones experimentales de los autores predichos, es importante resaltar que a pesar de que las ganancias fueron similares, la carga utilizada para el presente experimento fue considerablemente superior, de 24 corderos por hectárea que a su vez poseen mayor PVLL. Resultados obtenidos por Ayala y Bermúdez (2005), mencionan ganancias de 140 g/a/d y 94 g/a/d para diferentes bases forrajeras, *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco y *Trifolium pratense* cv. INIA Mizar respectivamente. La carga utilizada fue de 18 corderos por hectárea para *Lotus corniculatus* y 17 corderos por hectárea para *Trifolium pratense*.

Con respecto a los tratamientos suplementados la bibliografía cita valores de peso vivo final de 26,1 kg y ganancias de 71 g/a/d, a una carga de 10 corderos por hectárea con una dieta a base de campo natural y expeller de soja (Piaggio, 2014b). Dichos valores fueron menores a los logrados en el presente experimento. Otro experimento con un nivel de suplementación al 2% del PV y una carga de 10 corderos por hectárea sobre CN de basalto, indican ganancias diarias de 44, 118, 123 y 131 g/a/día en los tratamientos testigo de CN, CN+12% PC, CN+16% PC y CN+20% PC, respectivamente. La base forrajera presentaba una disponibilidad promedio entre 2100-2500 kg MS ha<sup>-1</sup>, con un aporte de energía de 2,0 Mcal kg MS<sup>-1</sup> y entre 6-8% PC (Ramos et al., 2018). Estos resultados son similares a los obtenidos para los tratamientos suplementados, sin embargo la carga manejada por los autores mencionados presentó una diferencia considerable a la capacidad de carga que toleró el *Paspalum*, la cual fue más del doble, y donde se realizaron controles de altura mecánicos.

El estado nutricional estimado a través de la CC tuvo un balance positivo para todos los tratamientos (Figura 12). A su vez, la CC fue afectada por la suplementación (3,9 y 3,7 para PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente), y a medida que transcurrió el experimento los animales suplementados siempre estuvieron por encima del testigo (2,4)

( $P < 0,05$ ). En relación al testigo, el comportamiento de esta variable no tuvo una clara tendencia a ser superior para cada fecha, y además para el último período tuvo un marcado descenso, lo que resultó en que el efecto de la suplementación fuera más significativo. Este comportamiento también fue visto cuando se analizó la evolución de peso vivo lleno.

La condición corporal final que se obtuvo en el tratamiento testigo (2,4), tuvo similar valor al encontrado por Ramos et al. (2018) sobre campo natural (2,8), utilizando una base genética similar. Los mismos autores citan un valor promedio de 3,2 para los tratamientos suplementados, siendo este menor a los alcanzados en el presente experimento (3,9 y 3,7 para PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente). Por otra parte, Piaggio et al. (2014a) también encontraron valores menores para condición corporal final (3,4), sobre una dieta base de campo natural con suplementación con expeller de soja durante el verano.



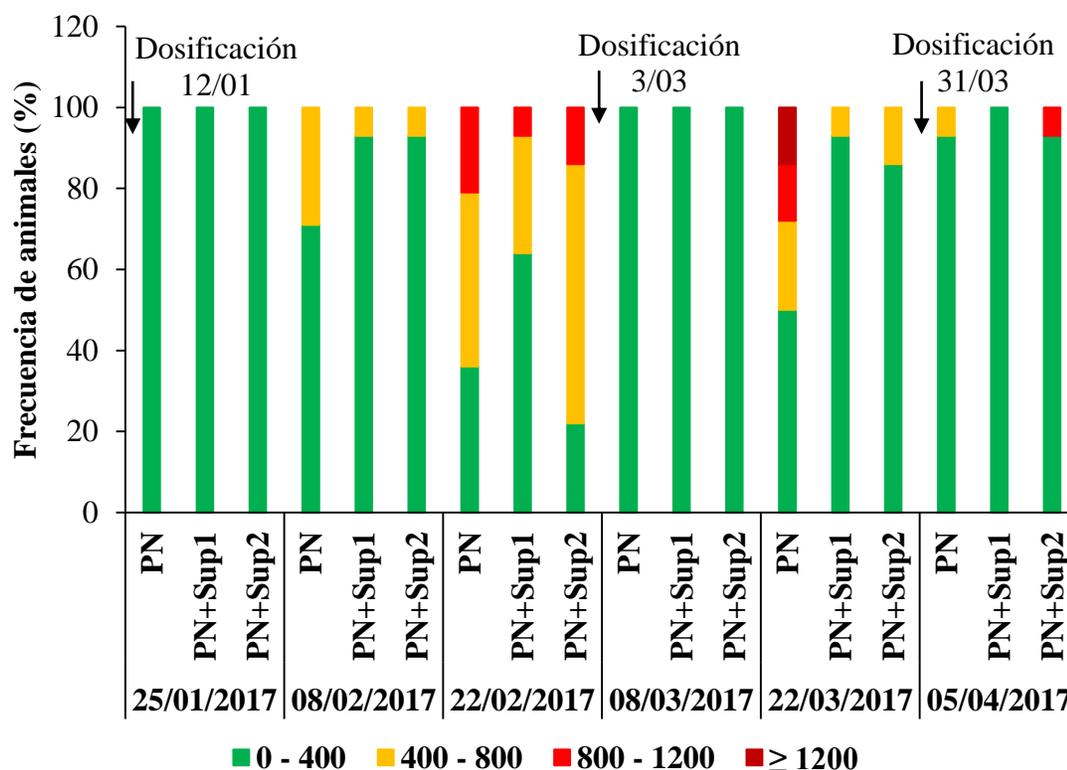
Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), a y b = medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ )

Figura 12. Evolución de condición corporal (unidades) según tratamiento

Para el total del período experimental el recuento de HPG tuvo variaciones, lo que pudo deberse a diversos factores como por ejemplo las condiciones ambientales (precipitaciones, temperatura) ocurridos durante ese período (Figura 13). El manejo sanitario de las dosificaciones estuvo orientado a mitigar el efecto de los parásitos gastrointestinales (PGI), a través de una dosis supresiva al inicio del experimento, seguido por dos instancias más de dosificación de todos los animales. Estas últimas

estuvieron sujetas al criterio del recuento de huevos en las heces, cuando este superaba los 500 HPG en más del 50% de los animales de un grupo, independientemente del tratamiento, se dosificó a todos los animales del experimento. Adicionalmente, hay que recordar que se determinó el escore de Famacha de todos los animales en cada pesada, con el objetivo de contar con otra herramienta que contribuyera en la toma de decisiones relacionadas a los PGI.

El tratamiento testigo fue el más susceptible en todas las fechas, presentando situaciones de alerta y determinando las dosificaciones ocurridas en el experimento la mayoría de las veces. Por su parte los tratamientos suplementados presentaron en general un menor recuento y una mejor GPV, posiblemente asociado a un mejor balance nutricional dado por su dieta. Esto concuerda con lo mencionado por Goldberg et al. (2011), que indican que los corderos mejor nutridos serán menos susceptibles a las infecciones parasitarias.



Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano)

Figura 13. Evolución de la frecuencia de animales (%) dentro de rangos de huevos de parásitos por gramos de materia de heces según tratamiento y fecha

En lo que respecta al crecimiento de lana se puede observar que no se manifestaron diferencias significativas entre los tratamientos suplementados (1814 y 1892  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$  para PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente), pero sí de estos con el testigo (1353  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$ ) (Cuadro 12). Resultados obtenidos por Ramos et al. (2018) en condiciones experimentales de CN, CN+12%PC, CN+16%PC y CN+20%PC a razón de 10 corderos/ha, arrojó valores en crecimiento de lana de 907, 1223, 1234 y 1375  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$  respectivamente. Las diferencias encontradas en el presente experimento podrían ser explicadas por el contenido proteico/energético de la dieta, donde un consumo adicional del suplemento aportaría más proteína y energía, aumentando la producción de lana. De hecho, estos resultados coinciden con lo reportado por Rodríguez (1990), quien menciona que la alimentación durante la recría afecta el desarrollo de los folículos productores de lana; determinando la cantidad y calidad de fibra producida.

La relación de conversión del suplemento fue mejor en el tratamiento de PN+Sup1 (6,1) en comparación con el PN+Sup2 (7,1) (Cuadro 12). Un experimento realizado por Piaggio et al., citados por Piaggio (2010) durante el verano sobre campo natural con una asignación de forraje de 4,9%, una carga de 15 corderos/ha y suplementados con 500 g de 70:30, grano de sorgo-harina de soja, hace referencia a valores de 3,5 kg de suplemento/kg PV adicional al testigo.

La supremacía en PVLL de los tratamientos suplementados, se debió a que éstos corderos experimentaron mayores ganancias diarias en relación al tratamiento testigo, tal como se observa en las Figuras 10 y 11, finalizando así con un 24,2% y 20,8% de superioridad, versus el grupo PN, en PVLL para PN+Sup1 y PN+Sup2 respectivamente. Como la diferencia en los componentes de la suplementación fue la inclusión del DDGS de sorgo, el hecho de cambiar la fuente de nutrientes incluyendo el DDGS, no cambió los resultados de suplementar. En este contexto, la opción de suplementar corderos en la etapa de recría durante el período estival, resultaría ser una herramienta apropiada para lograr mayores GPV y PVLL.

En cuanto a la relación entre las variables CC y GPV, se manifestó que los corderos suplementados finalizaron con una mayor CC, debido a las mejores GPV durante el período experimental. En comparación con el testigo, los suplementados finalizaron 1,3-1,5 unidades de CC por encima. El incremento de una unidad de CC significa incrementar en 6,3 kg el PVLL en corderos de raza Corriedale, definido por Arocena y Dighiero (1999), o 7,6 kg definido por Montossi et al. (1998) para animales de similares características. En este experimento, la diferencia en PVLL final entre el testigo y los suplementados fue de 8,0 y 6,7 kg (PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente). Frente a este escenario, la suplementación es una alternativa tecnológica en el manejo de un sistema de producción, que permitiría mejorar las GPV, la CC y el PVLL, permitiendo a su vez alcanzar un producto acorde al mercado de carne ovina de calidad presente en el país (Operativo Cordero Pesado). Es racional que los resultados del experimento concuerden con los mencionados por Montossi et al. (1998),

Coop y Sykes (2002) quienes encontraron que percibir mayores tasas de ganancias conlleva a mayores proporciones de grasa en el animal, mejorando así la CC del animal y su peso vivo.

La sanidad es un factor clave para un adecuado desempeño animal, pues si la carga parasitaria es alta, y más en categorías sensibles como lo es la recría de corderos (SUL, 2011) estos se verán perjudicados. Aquí es donde el recuento de HPG adquiere su importancia práctica, como seguimiento de una situación epidemiológica que puede ser inestable. Las dosificaciones llevadas a cabo durante el experimento, pudieron deberse a una combinación de factores que hicieron que los niveles de HPG estuvieran dando aviso sobre una posible situación de alerta. Independientemente de que la humedad y la temperatura pudieron ser favorables para el desarrollo de nemátodos, también se estaba frente a la limitante de que la pastura no estaba limpia, por tanto podía no ser segura, resultando así en dosificaciones oportunas que permitieron reasumir la productividad según el nivel nutritivo y el medio ambiente. Es importante hacer mención a la posibilidad inminente de que la pastura estuviera sucia, ya que el ciclo epidemiológico de los PGI está regido por la contaminación de la pastura y la traslación de esta hacia el animal. Otra limitante fue la dotación manejada, puesto que existe una relación directa entre el número de animales por unidad de superficie y el número de larvas (L3), donde una mayor carga parasitaria implica una mayor cantidad de animales infestados (Nari y Cardozo, 1987). La infestación del animal, estará limitada estacionalmente por la oferta de larvas desde la pastura, siendo el *Haemonkus contortus* el nemátodo más prevalente en el verano si las condiciones del tiempo son predisponentes.

El tratamiento testigo siempre fue el que presentó mayores niveles de infestación por PGI, mientras que los tratamientos suplementados lograron aparentemente una mayor resistencia a la infestación. Esto estaría indicando que podría existir cierta relación entre el nivel nutricional y la susceptibilidad del animal frente a la carga parasitaria. En este sentido, Coop y Sykes (2002), establecen que la suplementación proteica tiene un efecto positivo para expresar cierta inmunidad frente a los PGI. Por otro lado, Nari y Cardozo (1987), mencionan que el nivel proteico de la dieta no influye en las primeras infestaciones larvarias en el animal pero sí en la posibilidad de recuperarse o soportar lesiones producidas por el nemátodo, disminuyendo la inapetencia, la pérdida de peso y la anemia.

Los tratamientos suplementados se diferencian del testigo para los parámetros porcentaje de animales terminados y kg de PVLL producidos por hectárea (Cuadro 13). Al finalizar el período experimental todos los animales del PN+Sup1, como del PN+Sup2 lograron cumplir con los requisitos propuestos por el Operativo Cordero Pesado ( $PV \geq 34$  kg,  $CC \geq 3,5$  unidades); la excepción fue el tratamiento testigo (PN), cuyos animales lograron llegar al peso requerido, pero no obtuvieron la CC necesaria en más de un 60% de los individuos evaluados.

Cuadro 13. Efecto de los tratamientos sobre la producción animal por superficie y la proporción de animales terminados

<b>Variables</b>	<b>PN</b>	<b>PN+Sup1</b>	<b>PN+Sup2</b>
Animales terminados (%)	0	100	100
Producción de PV (kg PV ha <sup>-1</sup> )	87 a	288 b	248 b

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), % animales terminados = se consideran animales terminados cuando cumplen con los requisitos del Operativo Cordero Pesado, es decir cuando presentan al embarque un peso vivo mínimo individual de 34 kg (y máximo de 48 kg) y una condición corporal mínima individual de 3,5, a y b = medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (P<0,05)

La suplementación estratégica es una herramienta que se utiliza sobre pasturas de diferente calidad con el objetivo de adicionar energía y proteína a las dietas que se ofrecen, sobre todo a categorías con altos requerimientos, y así permitir el uso de cargas más elevadas en los sistemas. Los resultados del experimento demostraron que los tratamientos suplementados triplicaron la producción de PV (kg PV ha<sup>-1</sup>) respecto al testigo (Cuadro 13). Para el caso del tratamiento PN+Sup1 la productividad por unidad de superficie logró los valores más elevados, seguido por PN+Sup2, y por último con una diferencia mayor el PN, sin embargo los tratamientos suplementados no presentaron diferencias significativas. Adicionalmente, los sistemas finalizaron con dotaciones diferentes (35,5\*24=852 vs. 43,5\*24=1044), 20% superior para el caso de los tratamientos suplementados. Los niveles de productividad reportados por De Barbieri et al. (2000) son de 114 kg PV ha<sup>-1</sup> a razón de 30 corderos/ha en avena, mientras que para el tratamiento suplementado al 1,2% PV cita un valor de 189 kg PV ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, Ayala y Bermúdez (2005) registraron valores de productividad de 157 kg PV ha<sup>-1</sup> sobre campo natural mejorado con *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco con una disponibilidad de 3700 kg MS ha<sup>-1</sup>, a razón de 18 corderos/ha. Mientras que para un campo natural mejorado con *Trifolium pratense* cv. INIA Mizar, la producción obtenida fue de 99 kg PV ha<sup>-1</sup>, con disponibilidades de 4100 kg MS ha<sup>-1</sup> y una carga de 17 corderos/ha. También Franco y Gutiérrez (2009) utilizaron un mejoramiento de campo con *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco, donde evaluaron carga (9 y 18 corderos/ha), y nivel de suplementación (0, 0,75, 1,5% PV), logrando producciones de entre 117 y 195 kg PV ha<sup>-1</sup>.

En los sistemas extensivos de producción ovina basados principalmente sobre campo natural de la región de Basalto, la producción de forraje durante el verano se explica principalmente por las precipitaciones, con lo cual estos sistemas presentan una gran variabilidad en producción entre años (Berretta, 1998). El verano coincide con el momento del destete de los corderos, donde los requerimientos de los mismos son altos para lograr sus potenciales de crecimiento. El contenido de PC, su degradabilidad, la EM

y la DMS del campo natural pueden no ser suficientes para permitir elevadas ganancias de peso. Por lo tanto, el uso de nuevas pasturas en combinación con suplementos que mejoren las restricciones planteadas por las pasturas naturales, que permitan incrementar el desempeño de los corderos y a su vez, brinden estabilidad (bajen riesgo) en los diferentes años, pueden ser una alternativa para mejorar la productividad del sistema de producción.

En el presente trabajo se planteó como hipótesis que una suplementación al 50% del consumo potencial según PV de corderos pastoreando *Paspalum notatum* cv. INIA Sepé, permitiría duplicar ganancias de la pastura independientemente de la presencia o no de DDGS de sorgo en el suplemento. Los resultados del experimento efectivamente confirman la hipótesis, demostrando una notoria superioridad en las ganancias diarias de los animales suplementados, las cuales triplicaron la del testigo. Por lo tanto, se puede apreciar que una mejora en la base alimenticia tuvo repercusiones en los parámetros medidos (PVLL, GPV, CC, HPG, crecimiento de lana), puesto que los animales suplementados tuvieron un mejor aporte de nutrientes y eventualmente, una disminución de los requerimientos (menor costo de cosecha) en comparación con el tratamiento con dieta exclusivamente pastoril.

Los tres sistemas de alimentación evaluados fueron de sencilla implementación, donde la incorporación del suplemento sobre esta nueva pastura permitió incrementar la productividad por hectárea, así como la carga, generando diferencias entre el testigo y los tratamientos suplementados. De esta manera el producto logrado y su valor es diferente, obteniéndose por un lado un cordero pesado y por otro un cordero de recría, lo que permite sacar los animales y liberar superficie del sistema, bajando la carga para invierno y desestacionalizando la oferta de los corderos a frigorífico. Los tratamientos suplementados lograron una superioridad en todas las variables evaluadas del desempeño animal; de todas maneras son sistemas más vulnerables a las fluctuaciones de precios del mercado de granos. Por lo tanto, sería interesante realizar una validación de las opciones estudiadas en sistemas reales de producción, evaluando más años, más niveles de suplementación, pastoreo mixto (por sanidad y pastoreo), dotaciones (puesto que no se exploró el potencial de la pastura en un buen año), sistemas de pastoreo y mayor cantidad de DDGS en el suplemento, lo que permitiría transferir y validar la alternativa.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo experimental demuestran que durante el período estival, es posible obtener corderos pesados tipo SUL cuando los recursos forrajeros son adecuados y además, se incluye la suplementación en el plan nutricional. En este sentido, el *Paspalum notatum* INIA Sepé resultó ser una especie con alta capacidad de crecimiento durante el verano, aportando una importante cantidad de forraje, eliminando restricciones en aspectos de estructura que pueden limitar la cosecha por los animales y posiblemente permitiendo mayor capacidad de carga que el campo natural. Los resultados obtenidos para los componentes nutricionales de la base forrajera, fueron sensiblemente superiores a información promedio del campo natural sobre Basalto durante el verano.

El desempeño individual de los corderos presentó marcadas diferencias en términos de peso vivo, ganancia de peso vivo, condición corporal, estatus sanitario y crecimiento de lana, así como también en producción por unidad de superficie debido a la inclusión de la suplementación en la dieta. La incorporación de suplemento mejoró la dieta de los corderos e incrementó la tasa de ganancia diaria, la cual determinó un mayor peso vivo y condición corporal final. Sin embargo, la inclusión del DDGS como parte de la ración, no provocó diferencias significativas entre los tratamientos suplementados. La suplementación en la recría de corderos permite modificar la ingestión total de nutrientes, al mejorar el aporte de energía y proteína por unidad de MS consumida, pudiendo levantar restricciones al consumo (digestibilidad, proteína degradable a nivel ruminal). La ausencia de la misma (testigo) no permitió obtener corderos de acuerdo al Operativo Cordero Pesado y las ganancias no representaron un aumento significativo con respecto al desempeño de corderos en campo natural. Sin embargo, es importante considerar que la carga utilizada fue significativamente mayor en comparación con otras experiencias de recría sobre campo natural. Existe una estrecha relación entre la cantidad y calidad de dieta ofrecida y la capacidad del animal de enfrentar una situación epidemiológica de parásitos internos; a mejor dieta, mayor oportunidad de reasumir la productividad.

En función del corto período de evaluación (84 días), la combinación del pastoreo continuo del *Paspalum* y la inclusión de la suplementación, resultó ser una alternativa tecnológica que permitió alcanzar el 100% de corderos terminados, cumpliendo con los requisitos de cordero pesado tipo SUL. A su vez la suplementación permitió un incremento en la producción de lana, así como también elevadas producciones por unidad de superficie. En términos generales, si la tecnología de suplementar incluyendo un subproducto del etanol (DDGS) en los sistemas de producción ovina, resulta ser competitiva en precio, podría ser una tecnología atractiva para ser adoptada por el sistema comercial en base a los resultados productivos alcanzados en el presente estudio.

## 6. RESUMEN

El campo natural durante el período estival se caracteriza por frecuentes déficits hídricos que sumados a las pérdidas naturales de calidad en pasturas, resultan en un déficit de forraje disponible de calidad y esto afecta el crecimiento de los animales. En este contexto, es interesante evaluar la combinación de alimentos (nuevas pasturas y suplementos) que contribuyan a incrementar el desempeño de los corderos y brinden estabilidad en diferentes años. El presente trabajo experimental fue realizado en la Unidad Experimental Glencoe perteneciente a INIA Tacuarembó. El objetivo fue evaluar el desempeño de corderos pastoreando *Paspalum notatum* (cv. INIA Sepé, ex TB42), de forma exclusiva o con altos niveles de suplementación (con o sin DDGS). En relación a la nueva base forrajera se pretendió caracterizarla en términos de producción y composición química. El diseño experimental consistió en seis parcelas completamente al azar que respondían a tres tratamientos con dos repeticiones. La carga animal fue de 24 corderos/ha. Los tratamientos consistían en un testigo (PN): *Paspalum notatum*; PN+Sup1: suplemento de grano de sorgo (45%), harina de soja (15%) y DDGS de sorgo (40%) y PN+Sup2: suplemento de grano de sorgo (70%) y harina de soja (30%). Se utilizaron 42 corderos machos cruce Merino Dohne de 119 días de edad en promedio, con un PV inicial de 32,9 kg y CC 2,2 unidades. La disponibilidad de forraje se mantuvo en un rango de 2500-2700 kg MS ha<sup>-1</sup> y no se observaron diferencias a lo largo del período experimental para todos los tratamientos. La altura registrada por regla graduada y RPM se mantuvo entre 12-17 cm y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos durante el período experimental. Los resultados de la variable IVDN (0,61; 0,62; 0,62) indicaron que la pastura interceptó una proporción muy importante de la luz incidente justificando la disponibilidad y producción de forraje obtenida. Se logró destacar la asociación de 0,88 y 0,79 entre IVDN y altura de regla graduada y RPM, respectivamente. Al cuantificar estas correlaciones en un sistema de regresión, el coeficiente de determinación fue el doble para regla (0,69) en detrimento del RPM (0,34). La regresión encontrada entre contenido de materia verde e IVDN demostró un R<sup>2</sup> de 0,34, a medida que se incrementó el IVDN aumentó el contenido de materia verde de la pastura. Los componentes nutricionales (PC, FDA, DMS, EM) de la base forrajera se comportaron de manera similar a lo largo del experimento para los diferentes tratamientos. Los valores de los parámetros nutritivos fueron mejores a los del campo natural en Basalto durante el verano. La inclusión de la suplementación afectó significativamente la ganancia individual (43, 143 y 123 g/a/d, P<0.05), la condición corporal (2,4; 3,9 y 3,7 unidades, P<0.05) y el peso vivo final (35,5; 43,5 y 42,4 kg, P<0.05) para el tratamiento testigo (PN), PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente. Sin embargo el uso del DDGS como componente de la dieta no alteró la respuesta a la suplementación. La productividad por unidad de superficie fue de 86, 285 y 245 kg PV/ha para PN, PN+Sup1 y PN+Sup2, respectivamente. El crecimiento de lana diario aumentó en la medida que la dieta ofrecida fue mejor, no registrándose diferencias significativas para los suplementados (1814 vs. 1892 µg/cm<sup>2</sup>/d) pero sí de estos con el testigo (1353 µg/cm<sup>2</sup>/d). La relación de conversión del suplemento fue de 6,1 para

PN+Sup1 mientras que para PN+Sup2 fue 7,1. El uso de técnicas como HPG y Famacha permiten un seguimiento epidemiológico de parásitos internos, lo cual es de suma importancia para que el estatus sanitario no se vea afectado y evitar que sea una limitante para un adecuado crecimiento post-destete. Los resultados obtenidos en el presente experimento demuestran que es posible lograr el 100% de animales terminados dentro del Operativo Cordero Pesado tipo SUL, cuando la base forrajera aporta calidad y cantidad y se incluye la suplementación en la dieta animal.

Palabras clave: Recría estival; Pastoreo *Paspalum notatum* INIA Sepé; DDGS sorgo.

## 7. SUMMARY

The native pastures during the summer period are characterized by frequent water deficits which, added to the natural losses of pasture quality, result in a deficit of available quality forage and this affects the growth of the animals. In this context, it is interesting to evaluate the combination of feeds (new pastures and supplements) that contribute to increase the performance of the lambs and provide stability in different years. This research was carried out in the Glencoe Experimental Unit belonging to INIA Tacuarembó. The objective was to evaluate the performance of lambs grazing *Paspalum notatum* (cv. INIA Sepé, ex TB42), exclusively or with high levels of supplementation (with or without DDGS). In relation to the new forage base, the goal was to characterize it in terms of production and chemical composition. The experimental design consisted of six completely randomized blocks corresponding to three treatments with two replicates. The stocking rate was 24 lambs ha<sup>-1</sup>. The treatments consisted of a control group (PN): *Paspalum notatum*; PN + Sup1: sorghum grain supplement (45%), soybean meal (15%) and sorghum DDGS (40%) and PN + Sup2: sorghum grain supplement (70%) and soybean meal (30%). Forty-two male Merino Dohne crossbred lambs, with an average age of 119 days of age were used, with an initial live-weight (LW) of 32.9 kg and body condition score (BSC) of 2.2. The forage allowance remained in a range of 2500-2700 kg DM ha<sup>-1</sup> and no differences were observed throughout the experimental period for all treatments. The forage height recorded by graduated ruler and Rising Plate Meter (RPM) remained between 12-17 cm and no significant differences were observed between treatments during the experimental period. The results of the IVDN (0.61, 0.62, 0.62) indicated that the pasture intercepted a very important proportion of the incident light justifying the availability and production of forage obtained. It was possible to highlight the association of 0.88 and 0.79 between IVDN and height of graduated ruler and RPM, respectively. When quantifying these correlations in a regression equation, the coefficient of determination was double for ruler (0.69) to the detriment of RPM (0.34). The regression found between green matter content and IVDN showed an adjustment (R<sup>2</sup>) of 0.34, as the NDVI increased, the green matter content of the pasture increased. The nutritional components (CP, ADF, DMD, ME) of the forage base were similar throughout the experiment for the different treatments. The values of the nutritive parameters were better than those of the native grasses in Basalto during the summer. The inclusion of supplementation significantly affected the individual weight gain (43, 143 and 123 g / a / d, P <0.05), body condition score (2.4, 3.9 and 3.7 units, P <0.05) and the final live weight (35.5, 43.5 and 42.4 kg, P <0.05) for the control treatment (PN), PN + Sup1 and PN + Sup2, respectively. However, the use of DDGS as a component of the diet did not result in statistically significant gains, so changing the source of nutrients did not change the result of supplementation. The productivity per hectare was 86, 285 and 245 kg LW ha<sup>-1</sup> for PN, PN + Sup1 and PN + Sup2, respectively. Daily wool growth increased as the diet offered included supplements, with no significant differences between the supplemented groups (1814 vs. 1892 µg/cm<sup>2</sup>/d), but different compared to

the control group (1353  $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$ ). The efficiency in the use of the supplement was 6.1 for PN + Sup1 while for PN + Sup2 it was 7.1. The use of techniques such as FEC and Famacha allow an epidemiological monitoring of internal parasites, which is very important so that the sanitary status is not affected and avoid being a limitation for an adequate post-weaning growth. The results show that it is possible to achieve 100% of finished animals within the heavy lamb SUL type operation, when the forage base provides quality and quantity and supplementation is included in the animal's diet.

Key words: Summer post-weaning lambs; *Paspalum notatum* INIA Sepé; DDGS Sorghum.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, G.; Deregibus, V. A. 2001. Nitrogen fertilization in *Paspalum dilatatum* Poir: herbage production, nutritive value and structural characteristics. In: International Grassland Congress (19<sup>th</sup>., 2001, Piracicaba, Sao Pedro). Proceedings. s.n.t. 201-202.
2. Allden, W.; Whittaker, I. 1970. The determination of herbage intake by grazing sheep; the inter-relationship of factor influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*. 21: 755-766.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 1984. Official Methods of Analysis. 14<sup>th</sup>. ed. Washington, D. C. 1102 p.
4. \_\_\_\_\_. 1990a. International Official Methods of Analysis: no. 130.15. Arlington, VA. s.p.
5. \_\_\_\_\_. 1990b. International Official Methods of Analysis: no. 942.05 Arlington, VA. s.p.
6. Araujo-Febres, O. 2005. Factores que afectan el consumo voluntario en bovinos a pastoreo en condiciones tropicales. In: Seminario de Pastos y Forrajes (4<sup>o</sup>., 2005, Maracaibo, Zulia). Trabajos presentados. Maracaibo, Universidad de Zulia. Facultad de Agronomía. pp. 1-12.
7. ARC (Agricultural Research Council, UK). 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Technical review by an agricultural research council working party, common wealth agricultural bureau. Farnham Royal, UK. s.p.
8. Arias, R. 2016. Utilización de subproductos de la industria del etanol en el engorde de bovinos. Valdivia, Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. pp. 1-18.
9. Arocena, C. M.; Dighiero, A. J. 1999. Evaluaciones de la producción y calidad de carne de cordero pesado sobre una mezcla forrajera de avena y raigrás, bajo los efectos de la carga animal, suplementación y sistema de pastoreo para la región de Basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 150 p.
10. Ayala, W.; Bermúdez, R.; Quintans, G. 2001. Comportamiento productivo de *Lotus Maku* como nueva alternativa forrajera para engorde ovino. In: Risso, D.; Albicette, M. M. eds. *Lotus Maku: manejo, utilización y*

producción de semilla. Montevideo, INIA. pp. 25-35 (Serie Técnica no. 119).

11. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2005. Alternativas de alimentación en la recría de corderos durante el verano. In: Jornada Anual de Producción Animal (2005, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 33-37 (Actividades de Difusión no. 429).
12. \_\_\_\_\_; Barrios, E.; Magallanes, J.; Paiva, M. 2013. Algunos factores que inciden en la performance y comportamiento de corderos durante el verano. In: Seminario de Actualización Técnica: Producción de Carne Ovina de Calidad (2013, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 93-99 (Actividades de Difusión no. 719).
13. Azzarini, M. 2000. Las pariciones de primavera y la esquila preparto. In: Azzarini, M. ed. Una propuesta para mejorar los procreos ovinos. Montevideo, Secretariado Uruguayo de la Lana. pp. 53-55.
14. \_\_\_\_\_. 2003. El cordero pesado tipo SUL: un ejemplo de desarrollo integrado en la producción de carne ovina del Uruguay. In: Congreso Mundial Corriedale (12°. , 2003, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, SCCU. pp. 11-17.
15. Banchemo, G.; Montossi, F.; Ganzábal, A. 2006. Alimentación estratégica de corderos: la experiencia del INIA en la aplicación de las técnicas de alimentación preferencial de corderos en el Uruguay. Montevideo, INIA. 30 p (Serie Técnica no. 156).
16. Baréa, K.; Scheffer-Basso, S. M.; Dall'Agno, M.; De Oliveira, B. N. 2007. Manejo de *Paspalum dilatatum* Poir. biótipo Virasoro. Produção, composição química e persistência. Revista Brasileira de Zootecnia. 36 (40): 992-999.
17. Baumgardt, B. R. 1972. Consumo voluntario de alimentos. In: Hafez, E. S. E.; Dyer, I. A. eds. Desarrollo y nutrición animal. Zaragoza, Acribia. pp. 1-21.
18. Beattie, A.; Thompson, R. 1989. Controlled grazing management for sheep. Tasmania, Australia, The University of Sydney. Department of Agriculture. pp. 21-37.

19. Benech, E. 1975. Estudios sobre producción y calidad de forraje en dos biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
20. Berretta, E. J.; Bemhaja, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la unidad Queguay chico. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Serie Técnica no. 102).
21. Bianchi, G.; Garibotto, G.; Forichi, S.; Hoffman, E.; Soca, P. 2005. Tecnologías para el engorde y la terminación de corderos en verano. Cangüé. no. 27: 26-32.
22. Bondi, A. 1988. Nutrición animal. Zaragoza, Acribia. 562 p.
23. Burns, J. C.; Pond, K. R.; Fisher, D. S. 1991. Effects of grass species on grazing steers: II dry matter intake and digesta kinetics. *Journal of Animal Science*. 69 (3): 1199-1204.
24. Camesasca, M.; Nolla, M.; Preve, F. 2002. Evaluación de la producción y calidad de carne y lana de corderos pesados sobre una pradera de 2°. año de trébol blanco y Lotus bajo los efectos de la carga animal, sexo, esquila, suplementación y sistema de pastoreo para la región de Basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 177 p.
25. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
26. \_\_\_\_\_. 1996. Asociaciones entre la altura de pastura y el crecimiento de corderos en los predios de los productores. In: De Barbieri, I.; Montossi, F.; Dighiero, A. eds. Tecnologías de engorde de corderos pesados sobre pasturas cultivadas en Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 183-188 (Serie Técnica no. 206).
27. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
28. Castellaro, G.; Orellana, C.; Escanilla, J. P. 2015. Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino. Santiago de Chile, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. pp. 27-29.

29. Chilibroste, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo. I. Predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 1-7.
30. \_\_\_\_\_. 2002. Interacción de patrones de consumo y de oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (30as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 90-96.
31. Church, D. 1984. Alimentos y alimentación del ganado. Montevideo, Hemisferio Sur. 405 p.
32. Clark, P. W.; Armentano L. E. 1997. Influence of particle size on the effectiveness of beet pulp fiber. *Journal Dairy Science*. 80 (5): 898-904.
33. Coop, R.; Sykes, A. 2002. Interactions between gastrointestinal parasites and nutrients. In: Freer, M.; Dove, H. eds. *Sheep nutrition*. Canberra, CSIRO. pp. 313-331.
34. Cozzolino, D.; Pigurina, G.; Methol, M.; Acosta, Y.; Mieres, J.; Bassewitz, H. 1994. Guía para la alimentación de rumiantes. 2ª. ed. Montevideo, INIA. 60 p. (Serie Técnica no. 44).
35. \_\_\_\_\_. 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 110).
36. Dear, B.; Ewing, M. 2008. The search for new pasture plants to achieve more sustainable production systems in southern Australia. *Journal of Animal Production Science*. 48 (4):387-396.
37. De Barbieri, L. I.; Rado, F. J.; Xalambri, L. E. 2000. Efecto de la carga y de la suplementación sobre la producción y calidad de carne de corderos pesados pastoreando *Avena byzantina* en la región este. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 153 p.
38. Elizalde, J. C.; Riffel, S. L. 2012. Un nuevo alimento para un nuevo engorde: el uso de subproductos de destilería. *Revista UPIC*. ago.: 52-65.

39. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, ES). 2010. Tabla de composición y valor nutritivo de los alimentos. 3ª. ed. Madrid. 502 p.
40. Fernández Abella, D. 2011. Importancia de la recria ovina en el desempeño futuro: eficiencia reproductiva y producción de lana. SUL. Lana Noticias. no. 159:6-9.
41. Fisher, G. E. J.; Dowdeswell, A. M.; Perrot, G. 1996. The effect of sward characteristics and supplement type on the herbage intake and milk production of summer-calving cows. *Grass and Forage Science*. 51: 116-120.
42. Forbes J. M. 1986. The voluntary food intake of farm animals. London, Butterworths. 205 p.
43. Formoso, F. A.; Allegri, M. A. 1983. Producción de forraje, digestibilidad y proteína de gramíneas subtropicales en suelos arenosos y rastrojos de arroz en la región noreste de Uruguay. CIAAB. Investigaciones Agronómicas. no. 4: 38-45.
44. Formoso, F. 2007. Producción de pasturas sembradas en directa, puras o asociadas a trigo. In: Formoso, F. ed. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. pp. 95-118 (Serie Técnica no. 161).
45. Franco, R.; Gutiérrez, D. 2009. Alternativas tecnológicas de producción de carne ovina de calidad durante el período estival en la región de Basalto: efecto de la carga animal, sexo y la suplementación con concentrados en corderos pastoreando una pastura de *Lotus corniculatus* cv. INIA Draco. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 151 p.
46. Galli, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. 16 (2):119-42. Consultado 10 ago. 2018. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/15-ingestivo\\_y\\_consumo\\_bovinos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/15-ingestivo_y_consumo_bovinos.pdf)
47. Ganzábal, A. 1997. Alimentación de ovinos con pasturas sembradas. Montevideo, INIA. 44 p. (Serie Técnica no. 84).

48. García, J. 1992. Persistencia de leguminosas. *Revista INIA. Investigación Agropecuaria*. 1(2): 143-156.
49. Garibotto, G.; Bianchi, G. 2007. Alternativas nutricionales con diferente grado de intensificación y su efecto en la producción final. *In: Bianchi, G. ed. Alternativas tecnológicas para la producción de carne ovina de calidad en sistemas pastoriles*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 161–225.
50. Geenty, K.; Rattray, P. 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. *In: Nicol, A. ed. Livestock feeding on pasture*. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 39-55 (Occasional Publication no. 10).
51. Gerard, M. R. 1981. Contribución al conocimiento de algunas características productivas del pasto miel. *Paspalum dilatatum*. Tesis Ing. Agr. Entre Ríos, Argentina. Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. s.p.
52. Goldberg, V.; Ciappesoni, G.; De Barbieri, I.; Rodríguez, A.; Montossi, F. 2011. Factores no genéticos que afectan la resistencia a parásitos gastrointestinales en Merino en Uruguay. *Producción Ovina*. no. 21: 1-11.
53. Guarino, L.; Pittaluga, F. 1999. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre la producción y calidad de carne y lana de corderos Corriedale sobre una mezcla de triticale y raigrás en la región de Areniscas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 127 p.
54. Guerra, M. H. 2006. Sistemas de terminacao de cordeiros na regio do Basalto do Uruguai. Tese de mestrado. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 107 p.
55. Hardoy, A.; Danelón, J. L. 1989. Selección de la dieta y consumo de rumiantes en pastoreo. (en línea). *Nutrición Animal Aplicada*. 2(8):32-34. Consultado 5 may. 2018. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion\\_dieta\\_y\\_consumo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/35-seleccion_dieta_y_consumo.pdf)
56. Henning, P. A.; Van Der Linden, Y.; Mattheyse, M. E.; Nauhaus, W. K. 1980. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 94: 565-573.

57. Hodgson, J. 1982. Ingestive behaviour. *In*: Leaver, J. D. ed. Herbage intake handbook. Warwickshire, British Grassland Society. pp. 113-139.
58. \_\_\_\_\_. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339-346.
59. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management: science into practice*. London, Longman. 203 p.
60. Iglesias, P.; Ramos, N. 2003. Evaluación del efecto de la carga animal, la especie vegetal y los taninos condensados en la producción y sanidad de los corderos pesados. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 269 p.
61. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2017. Bases del llamado a interesados para la producción y comercialización de semilla de cultivar de *Paspalum notatum* TB 42. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ago. 2018. Disponible en <http://inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/Llamados%20de%20personal/DN/BASES%20LLAMADO%20PASPALUM%20NOTATUM%20TB%2042%20INIA%20SEP%C3%89.pdf>
62. \_\_\_\_\_. 2018a. Diagnóstico de los parásitos gastrointestinales. Indicador de anemia: sistema FAMACHA. (en línea). Montevideo. 16 p. Consultado dic. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6034/1/Indicador-de-anemia-sistema-FAMACHA-2014-Banchero.pdf>
63. \_\_\_\_\_. 2018b. Monitoreo mensual de la vegetación (NDVI). (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jun. 2018. Disponible en <http://www.inia.org.uy/online/site/12850611.php>
64. Jaurena, M.; Antúnez, J.; Díaz, S.; Zago, R.; Sosa, M.; Wunderlich, E.; Justo, A. 2015. Evolución del índice verde del campo natural en condiciones de riego y seco. *In*: Jornada de Divulgación (2015, Tambores, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 21-22.
65. \_\_\_\_\_.; Díaz, S.; Núñez, L.; Cardozo, G.; De Barbieri, I.; Lattanzi, F. 2018. Proporción verde del forraje como predictor del potencial nutricional del forraje del campo natural. *In*: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (6º., 2018, Tacuarembó). Resúmenes. Montevideo, INIA. p.76.

66. Jefferies, B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. *Tasmania Journal Agriculture Research*. 32: 19-21.
67. Johnston W. H. 1996. The place of C4 grasses in temperate pastures in Australia. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 39:527-540.
68. Kuhn, J.; Rosa, F. Q.; Basso, C.; Nunes, L. R.; Scotta, R.; Becker, R.; Borges, A.; Bolzan, A. S.; Jaurena, M.; Bremm, C.; Carvalaho, P. C. F. 2018a. ¿Cómo se comporta o NDVI em diferentes ofertas de forragem?. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (6°, 2018, Tacuarembó). Resúmenes. Montevideo, INIA. p.77.
69. \_\_\_\_\_; Madeira, W.; Díaz, S.; Sosa M.; Paz, A. A.; Grassi A. V.; Eloy, L.; Bremm, C.; Jaurena, M.; Lattanzi, F. 2018b. Em diferentes sistemas de manejo podemos identificar a materia verde de pastagens naturais com base no NDVI?. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (6°, 2018, Tacuarembó). Resúmenes. Montevideo, INIA. p.76.
70. Laca, E. A.; Ungar, E. D.; Seligman, N.; Demment, M. W. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47: 91-102.
71. Lamarca, M.; Bianchi G. 2011. Terminación de corderos sobre un cultivo de soja suplementados con grano de sorgo. *Revista Plan Agropecuario*. no. 137: 30-34.
72. Langlands, J. P.; Wheeler, J. L. 1968. The dyebanding and tattooed patch procedures for estimating wool production and obtaining samples for the measurement of fibre diameter. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 8: 265-269.
73. Lithourgidis, A. S.; Vasilakoglou, I. B.; Dhima, K. V.; Dordas, C. A.; Yiakoulaki, M. D. 2006. Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*. 99(2): 106-113.
74. Loch, D. S. 1977. *Brachiaria decumbens* (signal grass). *Review Tropical Grasslands Australia*. 11(2): 141-157.
75. Mederos, A.; Banchemo, G. 2013. Parasitosis gastrointestinales en ovinos y bovinos: situación actual y avances de la investigación. *Revista INIA*. no. 42: 10-15.

76. Mérola, R.; Calistro, E.; Do canto, J.; Reyno, R. 2018. Respuesta a la fertilización nitrogenada en *Paspalum notatum* INIA Sepé. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (6°. , 2018, Tacuarembó). Resúmenes. Montevideo, INIA. p.80.
77. Michalk, D. L.; Herbert, P. K. 1977. Assessment of four techniques for estimating yield on dryland pastures. *Journal of Agriculture*. 69:864–868.
78. Mieres, J. M. 1997. Tipo de suplemento y su efecto sobre el forraje. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 11-15 (Serie Técnica no. 84)
79. Minson, D. J. 1972. The digestibility and voluntary intake by sheep of six tropical grasses. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 12(54): 21-27.
80. Montossi, F.; Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Levratto, J.; Rodríguez Motta, J. P. 1994. Uso estratégico de avenas en la recría. In: Pasturas y Producción Animal en Basalto (1994, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 23-32 (Actividades Difusión no. 37).
81. \_\_\_\_\_; Berreta, E. J.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Bemhaja, M.; San Julián, R.; Risso, D. F.; Mieres, J. 1998. Estudios de selectividad de ovino y vacunos en diferentes comunidades vegetales de la región de basalto. In: Seminario de Actualización de Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 257-285 (Serie Técnica no. 102).
82. \_\_\_\_\_; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
83. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; Risso, D. F.; Silveira, C. 2015a. Estrategias de alimentación y manejo de la recría y engorde estival de corderos en la región basáltica. Tacuarembó, INIA. 81 p. (Serie Técnica no. 223).
84. \_\_\_\_\_; Cazzuli, F.; De Barbieri, I.; Ramos, Z.; Silveira, C. 2015b. Recría y engorde de corderos durante el verano en sistemas ganaderos extensivos: la experiencia de INIA en Basalto, recomendaciones técnicas y prácticas. *Revista INIA*. no. 42: 4-9.

85. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2016. Estrategias de alimentación y manejo de la recría y engorde estival de corderos en el Uruguay: revisión bibliográfica. *Agrociencia*, (Uruguay). 20 (1): 61-67.
86. Mostacedo, B.; Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, El País. 87 p.
87. Nari, A.; Cardozo, H. 1987. Nemátodos gastrointestinales. In: Bonino, J.; Duran del Campo, A.; Mari, J. eds. Enfermedades de los lanares. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 1-51.
88. NRC (National Research Council, US). 1981. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. Washington, D. C., National Academy Press. 168 p.
89. \_\_\_\_\_. 2007. Nutrient requirements of small ruminants. Washington, D. C., National Academy Press. 270 p.
90. Olmos, F.; Salvarrey, L.; Sosa, M. 2015. Producción forrajera con *Paspalum dilatatum* y *Lotus corniculatus* en brunsoles del noreste. In: Montossi, F.; Viñoles, C.; Giorello, D.; Soares de Lima, J. M.; Cardozo, G.; Salvaverry, L.; Sosa, M.; Olmos, F. eds. Productividad de pasturas estivales en la región noreste. Montevideo, INIA. pp. 33-51 (Serie Técnica no. 222).
91. Pereira, M. 2011. Manejo y conservación de las pasturas naturales del Basalto. Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. pp. 14-15.
92. Piaggio, L. 2010. Suplementación y engorde a corral. Resultados, desafíos. Necesidades de investigación. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal. (3°, 2010, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 77-81.
93. \_\_\_\_\_; Marichal, M.; Pastorin, A. 2014a. A protein bank of *Lotus uliginosus* cv. Maku as an alternative to conventional protein supplements for weaned lambs grazing on natural pastures during summer and autumn. (en línea). *Animal Production Science*. 55: 27-30. Consultado 7 mar. 2016. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/an/AN13324>
94. \_\_\_\_\_. 2014b. Suplementación de la recría y engorde de ovinos sobre campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica: Producción de carne ovina de calidad. (2014, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 45-54 (Serie Técnica no. 221).

95. Pizarro, E. 2005. Potencial forrajero del género *Paspalum* en pasturas tropicales. *Pasturas Tropicales*. 22(1):38-46.
96. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L'huillier, P. J. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In: Nicol, A. M. ed. Feeding livestock on pastures. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63 (Occasional publication no. 10).
97. Preston, T. R.; Leng R. A. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuarias a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Cali, Colombia, CONDRIT. 312 p.
98. Ramírez, A. 2013. Evaluación del crecimiento de pastos usando índices de vegetación calculados a partir de información satelital. Tesis de maestría medio ambiente y desarrollo. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. 91 p.
99. Ramos, Z.; De Barbieri, I.; Van Lier, E.; Montossi, F. 2018. Body and wool growth of lambs on native pastures are improved using energetic supplementation with different protein levels. In: Congreso Asociación Uruguaya de Producción Animal (6°, 2018, Tacuarembó). Resúmenes. Montevideo, INIA. p.59.
100. Reyno, R.; Narancio, R.; Speranza, P.; Do Canto, J.; Lopez, C.; Hernández, P.; Burgueño, J.; Real, D.; Dalla Rizza, M. 2012. Molecular and cytogenetic characterization of a collection of bahiagrass (*Paspalum notatum* Flüggé) native to Uruguay. In: Pistrick, K. ed. Genetic resources and crop evolution. Berlin, Springer. pp. 1824-1832.
101. \_\_\_\_\_. 2015. Subtropicales: *Paspalum notatum* TB42. In: Jornada de Divulgación (2015, Tambores, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 36-37.
102. Rodríguez, A. M. 1990. Importancia de la recría en los sistemas de producción ovina. In: Seminario Técnico de Producción Ovina (3°, 1990, Paysandú). Trabajos presentados. Montevideo, Secretariado Uruguayo de la Lana. pp. 129-145.

103. Romero, L. 2008. Pasturas templadas y tropicales. In: Curso Internacional de lechería para profesionales de América Latina. (21°. 2012, Rafaela, Santa Fe). Memorias. s.n.t. pp. 37-60.
104. Romero, O.; Bravo, S. 2012. Alimentación y nutrición en los ovinos. In: Romero, O.; Bravo, S. eds. Fundamentos de la producción ovina en la región de La Araucanía. Temuco, INIA Centro Regional Carillanca. pp. 24-40 (Boletín INIA no. 245).
105. Romney, D. L.; Gill, M. 2000. Intake of forages. In: Givens, D. I.; Owen, E.; Axford, R. F. E.; Omed, H. M. eds. Forage evaluation in ruminant. Wallingford, CABI. pp. 43-62.
106. Rosengurtt, B. 1946. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en Uruguay. Montevideo. Facultad de Agronomía. 86 p.
107. \_\_\_\_\_; Arrillaga, B.; Sierra De Soriano, B. 1960. Caracteres vegetativos y forrajeros de 175 gramíneas del Uruguay. Revista de Facultad de Agronomía (Montevideo). no. 47. 96 p.
108. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; Izaguirre, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 489 p.
109. Russo, S. L.; Shenk, J. S.; Barnes, R. F.; Moore, J. E. 1981. The weanling meadow vole as a Bioassay of forage quality of temperate and tropical grasses. Journal of Animal Science. 52(5): 1205-1210.
110. Saldanha, S.; Viega, L.; Speranza, P. 2017. Comparación productiva de tres especies de Paspalum en Uruguay. In: Speranza, P. ed. Utilización y domesticación de gramíneas forrajeras del género Paspalum en Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 11-15 (Serie Técnica no. 61).
111. San Julián, R.; Montossi, F.; Berretta, E. J.; Levratto, J.; Zamit, W.; Ríos, M. 1998. Alternativas de alimentación y manejo invernal de la recría ovina en la región de Basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 209-228 (Serie Técnica no. 102).
112. Shurson, G. 2012. USGC DDGS Handbook. (en línea). 4th. ed. Washington, D. C., USGC. 375 p. Consultado ago. 2018. Disponible en [https://grains.org/wp-content/uploads/2018/07/USGC-DDGS-Handbook-2018\\_07-WEB.pdf](https://grains.org/wp-content/uploads/2018/07/USGC-DDGS-Handbook-2018_07-WEB.pdf)

113. Simeone, A.; Beretta, V.; Franco, J.; Pancini, C.; Caorsi, M.; Novac, M.; Panizza, V.; Rodriguez, V. 2018. Uso del DDGS de sorgo en raciones de engorde a corral, con “suministro restringido” como estrategia de manejo del comedero. Revista UPIC. ago.: 44-52.
114. Stakelum, G.; Dillon, P. 1989. The effect of herbage mass on the herbage intake and grazing behaviour of dairy cows. In: International Grassland Congress (16<sup>th</sup>., 1989, Nice, France). Proceedings. Versailles, Association Francaise pour la Production Feurragere. pp. 1157-1158.
115. SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana, UY). 2011. Manual práctico de producción ovina. Montevideo. 221 p.
116. Tropical Forages. 2018. Forages facts sheets: *Paspalum notatum*. (en línea). Brisbane, Australia, CSIRO. s.p. Consultado may. 2018. Disponible en [http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/paspalum\\_notatum.htm](http://www.tropicalforages.info/key/forages/Media/Html/entities/paspalum_notatum.htm)
117. Urrestarazú, A. 2005. Productividad estival de corderos pesados en la región Basáltica: efecto de la carga animal, sistema de pastoreo y género, sobre una mezcla forrajera de trébol rojo (*Trifolium pratense*) y achicoria (*Cichorium intibus*). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 231 p.
118. Van Lier, E.; Regueiro, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. Montevideo, Facultad de Agronomía. 28 p.
119. Waldo, D. R. 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. Journal of Dairy Science. 69: 617-631.
120. Yossifov, M.; Kozelov, L.; Dimov, K. 2012. Effect of dried distillers’ grains with solubles from corn (DDGS) fed on fattening lambs. Agricultural Science and Technology. 4(3):223-227.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Disponibilidad del forraje (kg MS ha<sup>-1</sup>) según tratamiento para cada fecha de corte, e intervenciones de rotativa

Fecha	Tratamientos	Disponible (kg MS ha <sup>-1</sup> )	P	Rotativas
10/01/2017	PN	2824 a	ns	
	PN+Sup1	2475 a	ns	
	PN+Sup2	2987 a	ns	
17/01/2017	PN	3416 a	ns	
	PN+Sup1	3039 a	ns	19/01/2017
	PN+Sup2	3282 a	ns	
25/01/2017	PN	3423 a	ns	
	PN+Sup1	4063 a	ns	26/01/2017
	PN+Sup2	3230 a	ns	
31/01/2017	PN	2345 a	ns	
	PN+Sup1	2347 a	ns	
	PN+Sup2	2569 a	ns	
07/02/2017	PN	2528 a	ns	
	PN+Sup1	2462 a	ns	10/02/2017
	PN+Sup2	2531 a	ns	
14/02/2017	PN	2691 a	ns	
	PN+Sup1	2619 a	ns	
	PN+Sup2	2663 a	ns	
21/02/2017	PN	2426 a	ns	
	PN+Sup1	2460 a	ns	24/02/2017
	PN+Sup2	2543 a	ns	
28/02/2017	PN	1973 a	ns	
	PN+Sup1	2203 a	ns	
	PN+Sup2	2176 a	ns	
07/03/2017	PN	3089 a	ns	
	PN+Sup1	2837 a	ns	
	PN+Sup2	3196 a	ns	
14/03/2017	PN	2015 a	ns	
	PN+Sup1	2361 b	**	13/03/2017

	PN+Sup2	2298 b	**
21/03/2017	PN	2186 a	ns
	PN+Sup1	2425 a	ns
	PN+Sup2	2118 a	ns
28/03/2017	PN	2083 a	ns
	PN+Sup1	2192 a	ns
	PN+Sup2	2755 a	ns
04/04/2017	PN	2473 a	ns
	PN+Sup1	2011 a	ns
	PN+Sup2	2864 a	ns

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), ns = diferencia estadísticamente no significativa, \*\* =  $P < 0.05$ , a y b = medias con letras distintas entre filas son significativamente diferentes entre si ( $P < 0.05$ )

Anexo 2. Altura de regla graduada (cm) y rising plate meter (cm) según tratamientos para cada fecha de medición

Fecha	Altura regla graduada			Altura rising plate meter		
	Tratamientos	Medias	P	Tratamientos	Medias	P
10/01/2017	PN	28,49 a	ns	PN	13,06 a	ns
	PN+Sup1	29,93 a	ns	PN+Sup1	11,83 a	ns
	PN+Sup2	27,64 a	ns	PN+Sup2	12,14 a	ns
17/01/2017	PN	23,57 a	ns	PN	16,79 a	ns
	PN+Sup1	25,6 a	ns	PN+Sup1	15,23 a	ns
	PN+Sup2	23,57 a	ns	PN+Sup2	15,07 a	ns
25/01/2017	PN	20,14 a	ns	PN	16,02 a	ns
	PN+Sup1	19,08 a	ns	PN+Sup1	14,54 a	ns
	PN+Sup2	19,19 a	ns	PN+Sup2	14,24 a	ns
31/01/2017	PN	14,02 a	ns	PN	12,89 a	ns
	PN+Sup1	14,6 a	ns	PN+Sup1	12,19 a	ns
	PN+Sup2	15,27 a	ns	PN+Sup2	12,3 a	ns
07/02/2017	PN	17,75 a	ns	PN	13,03 a	ns
	PN+Sup1	17,3 a	ns	PN+Sup1	12,98 a	ns
	PN+Sup2	15,78 a	ns	PN+Sup2	13,04 a	ns
14/02/2017	PN	14,58 a	ns	PN	12,39 a	ns
	PN+Sup1	14,23 a	ns	PN+Sup1	11,69 a	ns
	PN+Sup2	14,95 a	ns	PN+Sup2	12,05 a	ns

21/02/2017	PN	17,78 a	**	PN	11,49 a	ns
	PN+Sup1	17,13 b	**	PN+Sup1	11,48 a	ns
	PN+Sup2	16,18 c	**	PN+Sup2	11,89 a	ns
28/02/2017	PN	15,03 a	ns	PN	12,7 a	ns
	PN+Sup1	14,85 a	ns	PN+Sup1	12,1 a	ns
	PN+Sup2	15,4 a	ns	PN+Sup2	12,28 a	ns
07/03/2017	PN	18,35 a	ns	PN	12,14 a	ns
	PN+Sup1	17,45 a	ns	PN+Sup1	11,92 a	ns
	PN+Sup2	17,45 a	ns	PN+Sup2	12,58 a	ns
14/03/2017	PN	13,18 a	ns	PN	10,94 a	ns
	PN+Sup1	13,63 a	ns	PN+Sup1	10,83 a	ns
	PN+Sup2	14,3 a	ns	PN+Sup2	12,25 a	ns
21/03/2017	PN	12,18 a	ns	PN	8,23 a	ns
	PN+Sup1	12,95 a	ns	PN+Sup1	8,75 a	ns
	PN+Sup2	13,8 a	ns	PN+Sup2	9,71 a	ns
28/03/2017	PN	13,9 a	ns	PN	9,44 a	ns
	PN+Sup1	13,5 a	ns	PN+Sup1	10,12 a	ns
	PN+Sup2	15,48 a	ns	PN+Sup2	11,19 a	ns
04/04/2017	PN	13,23 a	ns	PN	8,92 a	ns
	PN+Sup1	12,43 a	ns	PN+Sup1	8,83 a	ns
	PN+Sup2	15,6 a	ns	PN+Sup2	9,58 a	ns

Referencias: PN = *Paspalum notatum* INIA Sepé, PN+Sup1 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 1 (harina de soja, sorgo grano, DDGS de sorgo), PN+Sup2 = *Paspalum notatum* INIA Sepé + suplemento 2 (harina de soja, sorgo grano), ns = diferencia estadísticamente no significativa, \*\* =  $P < 0.05$ , a,b y c = medias con letras distintas entre filas son significativamente diferentes entre si ( $P < 0.05$ )