

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

SUPLEMENTACIÓN INVERNAL CON FUENTES ENERGÉTICA-PROTEICAS EN  
RÉGIMEN DE AUTOCONSUMO A TERNEROS DE DESTETE PASTOREANDO  
CAMPO NATURAL SOBRE BASALTO PROFUNDO

por

Gastón CASTRO GONZÁLEZ  
José Manuel FERRÉS DEVOTTO

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2021

Tesis aprobada por:

Director:

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

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

-----  
Dr. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 26 de mayo de 2021

Autores:

-----  
Gastón Castro González

-----  
José Manuel Ferrés Devotto

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas aquellas personas que de una u otra forma nos ayudaron a realizar este trabajo.

A nuestros tutores, Ing. Agr. Virginia Beretta e Ing. Agr. Álvaro Simeone por el apoyo dedicado durante todo el proceso, además del conocimiento brindado antes y durante esta etapa.

A la Familia Ferrés-Devotto por posibilitarnos realizar el trabajo en su establecimiento, poniendo a disposición los terneros que utilizamos, los comederos y demás herramientas esenciales para llevar a cabo un trabajo de este tipo.

Al Ing. Agr. Patricio Cortabarría y a la empresa Cristalyx por brindarnos los bloques, como también por su interés durante el desarrollo del experimento.

A Sully Toledo por su disposición y asesoramiento en la edición del trabajo escrito y Oscar Bentancur por su colaboración en el análisis estadístico.

A nuestros amigos y especialmente a nuestras familias por su apoyo incondicional y habernos permitido recorrer los caminos de esta hermosa carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CARACTERIZACIÓN DEL BASALTO COMO CAMPO NATURAL</u> .....	3
2.1.1. <u>Características de los suelos de la región basáltica</u> .....	3
2.1.2. <u>Características de la vegetación de la región basáltica</u> .....	3
2.1.3. <u>Producción de forraje en suelos de la región basáltica</u> .....	4
2.2. <u>PERFORMANCE INVERNAL DE TERNEROS PASTOREANDO CAMPO NATURAL</u> .....	4
2.3. <u>FACTORES QUE AFECTAN LA PERFORMANCE DE TERNEROS EN PASTOREO</u> .....	7
2.3.1. <u>Consumo de materia seca</u> .....	8
2.3.1.1. Factores vinculados al animal.....	9
2.3.1.2. Factores vinculados a la pastura.....	11
2.3.1.3. Factores vinculados al ambiente.....	12
2.3.1.4. Factores de manejo.....	13
2.3.2. <u>Digestión y metabolismo de la proteína en el rumen</u> .....	13
2.3.3. <u>Digestión y metabolismo de la proteína no degradable en el rumen</u> .....	15
2.3.4. <u>Sincronización energía-proteína</u> .....	15
2.3.5. <u>Requerimientos de proteína</u> .....	16
2.4. <u>ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR LA PERFORMANCE INVERNAL DE TERNEROS</u> .....	17
2.4.1. <u>Mejoramiento de campo natural</u> .....	17
2.4.2. <u>Utilización de verdeos invernales y praderas</u> .....	19
2.4.2.1. Verdeos de invierno.....	19
2.4.2.2. Praderas.....	20
2.4.3. <u>Suplementación invernal</u> .....	21
2.4.3.1. Diferentes niveles de proteína en la suplementación.....	24
2.4.3.2. Nivel de suplementación.....	25
2.5. <u>BLOQUES MULTINUTRICIONALES</u> .....	27
2.5.1. <u>Uso de bloques nutricionales</u> .....	28
2.5.2. <u>Factores que afectan el consumo de bloques multinutricionales</u> .....	29
2.5.3. <u>Performance de rumiantes en respuesta a la suplementación con</u>	

<u>bloques multinutricionales</u> .....	30
2.6. GRANOS DE DESTILERÍA.....	32
2.6.1. <u>Característica de los granos de destilería</u> .....	32
2.6.2. <u>Performance de la suplementación con DDGS sobre forrajes de baja calidad</u> .....	34
2.7. SISTEMA DE AUTOCONSUMO EN LA SUPLEMENTACIÓN DE CONCENTRADOS.....	36
2.7.1. <u>Competencia entre animales</u> .....	36
2.7.2. <u>Respuesta a la suplementación regulada vs. <i>ad libitum</i></u> .....	38
2.8. HIPÓTESIS.....	39
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	40
3.1. PERÍODO Y PREDIO EXPERIMENTAL.....	40
3.2. CLIMA.....	41
3.3. ANIMALES.....	43
3.4. PASTURA Y SUPLEMENTOS.....	43
3.5. TRATAMIENTOS.....	44
3.6. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	44
3.6.1. <u>Período pre-experimental</u> .....	44
3.6.2. <u>Período experimental</u> .....	45
3.7. REGISTROS Y MEDICIONES.....	45
3.7.1. <u>Pastura</u> .....	45
3.7.2. <u>Peso vivo</u> .....	46
3.7.3. <u>Consumo de suplemento</u> .....	46
3.7.4. <u>Comportamiento ingestivo</u> .....	47
3.8. MANEJO SANITARIO.....	47
3.9. ANÁLISIS QUÍMICO.....	47
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	48
4. <u>RESULTADOS</u> .....	50
4.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	50
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	50
4.2.1. <u>Disponibilidad y composición química</u> .....	50
4.3. PERFORMANCE ANIMAL.....	52
4.3.1. <u>Ganancia media diaria</u> .....	52
4.3.2. <u>Consumo de suplemento y eficiencia de conversión</u> .....	55
4.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	58
5. <u>DISCUSIÓN</u> .....	61
5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	61
5.2. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	62
5.3. CONSUMO DE ALIMENTO.....	64
5.3.1. <u>Consumo de forraje</u> .....	64
5.3.2. <u>Consumo de suplemento</u> .....	66

5.3.2.1. DDGS.....	66
5.3.2.2. Bloque.....	68
5.4. RESPUESTA ANIMAL.....	69
5.4.1. <u>Performance de terneros sin acceso a suplemento</u> .....	69
5.4.2. <u>Respuesta a la suplementación</u> .....	70
5.5. EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL SUPLEMENTO.....	71
5.5.1. <u>Eficiencia de conversión del DDGS de sorgo</u> .....	71
5.5.2. <u>Eficiencia de conversión del bloque</u> .....	72
5.6. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN.....	73
5.6.1. <u>Aspectos prácticos relacionados al régimen de autoconsumo</u> ....	73
5.6.2. <u>Evaluación de la conveniencia económica de la suplementación         <i>ad libitum</i> con DDGS de sorgo sobre terneros pastoreando         campo natural en invierno</u> .....	74
6. <u>CONCLUSIONES</u> .....	76
7. <u>RESUMEN</u> .....	77
8. <u>SUMMARY</u> .....	79
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	81
10. <u>ANEXOS</u> .....	99

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tasa de crecimiento diaria (TCD) y coeficiente de variación (CV) del crecimiento estacional del suelo profundo.....	4
2. Desempeño de terneros y novillos pastoreando campo natural en invierno sobre basalto con diferentes manejos de carga.....	5
3. Respuesta a la fertilización e intersiembra de leguminosas sobre pastura natural.....	18
4. Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia de peso, carga animal y producción por unidad de superficie de terneros pastoreando un campo mejorado con lotus El Rincón durante julio a setiembre.....	19
5. Producción de forraje de los verdes de invierno (kgMS/ha).....	20
6. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en terneros/as pastoreando campo natural....	22
7. Composición general de los BM.....	28
8. Ganancia de peso promedio de 3 años de experimentos con terneros suplementados con bloques multinutricionales.....	31
9. Composición química promedio del DDGS de maíz, producido por 15 industrias en Estados Unidos.....	33
10. Composición química del DDGS de sorgo y del bloque Crystalyx®...	44
11. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento a terneros pastoreando campo natural de basalto sobre la condición de la pastura y su composición química.....	51
12. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento suministrado (DDGS o bloque) sobre la ganancia media diaria de peso vivo y el peso vivo al final del invierno en terneros pastoreando campo natural.	54
13. Efecto del tipo de suplemento sobre el consumo y la eficiencia de conversión de los mismos.....	56
14. Significancia estadística de los efectos analizados para las variables de comportamiento ingestivo.....	59
15. Consumo de MS de forraje estimado (kg MS/100kg peso vivo).....	65
16. Resultado económico de la suplementación invernal de terneros.....	74
17. Margen en U\$\$ por hectárea en distintos escenarios de precios del ternero y suplemento.....	75

Figura No.

1.	Esquema de variables y/o atributos que determinan el consumo de materia seca animal.....	9
2.	Esquema simplificado del proceso de obtención de etanol y subproductos.....	33
3.	Croquis del experimento.....	41

Gráfico No.

1.	Relación entre carga y ganancia media diaria (GMD) estimada a partir de experimentos en pastoreo de campo natural sobre basalto en invierno.....	6
2.	Relación entre disponibilidad forrajera inicial y ganancia media diaria (GMD) del resumen de experimentos en pastoreo de campo natural sobre basalto en invierno.....	6
3.	Relación entre la disponibilidad forrajera sobre campo natural, la asignación de forraje y la suplementación sobre la ganancia de peso vivo en terneros durante el período invernal.....	23
4.	Nivel de suplementación.....	27
5.	Resumen de ganancias medias diarias (GMD) y eficiencia de conversión del suplemento (EC) obtenidos a partir de animales pastoreando forrajes de baja calidad (henos, rastrojos o campo nativo) y suplementados con DDGS.....	35
6.	Precipitaciones y humedad relativa medias mensuales, para la ciudad de Artigas (serie de datos 1961-1990).....	42
7.	Temperaturas medias, máximas y mínimas promedios mensuales, para la ciudad de Artigas (serie de datos 1961-1990).....	42
8.	Velocidad media del viento horizontal, para la ciudad de Artigas (serie de datos 1981-1990).....	43
9.	Contraste de precipitaciones del año 2018 con promedio histórico.....	50
10.	Evolución de disponibilidad y altura de la pastura por tratamiento para el transcurso del experimento.....	52
11.	Evolución de peso vivo de los diferentes tratamientos durante el período en estudio.....	53
12.	Evolución del consumo medio diario de suplemento a lo largo del período experimental en terneros pastoreando campo natural y suplementados con DDGS de sorgo <i>ad libitum</i> o bloques energético-proteicos.....	55

13.	Evolución del consumo diario de suplemento durante las semanas 2, 6 y 10 del experimento, para el tratamiento suplementado con DDGS de sorgo.....	57
14.	Evolución del consumo diario de suplemento durante las semanas 2, 6 y 10 del experimento, para el tratamiento suplementado con bloques.....	58
15.	Probabilidad de ocurrencia de las actividades durante el periodo de horas luz según tratamiento.....	59

## 1 INTRODUCCIÓN

La recría de terneros en Uruguay se realiza mayormente sobre campo natural. Abundante información obtenida de carácter nacional, ha demostrado que dicha categoría en régimen de pastoreo de campo natural durante el invierno, experimenta pérdidas de peso, que rondan los 150 g/día.

Esto repercute de forma negativa en los sistemas ganaderos, afectando tanto la edad de faena en machos como la aptitud reproductiva y la edad al primer servicio en hembras, influyendo en el resultado físico y económico de la empresa.

Por otro lado, existe un extenso número de trabajos experimentales que evidencian que la suplementación de terneros, durante el primer invierno de vida con concentrados energético-proteicos, es una herramienta eficaz en mejorar la performance de estos animales. Dicha información ubica el desempeño de los animales en ganancias en el entorno de los 250 g/animal/día, cuando los mismos son suplementados diariamente a razón de 1 kg/ 100 kg de peso vivo (PV), base seca. Producto de esto la eficiencia de conversión en el uso de suplemento varía entre 3 y 4 kg de concentrado por cada kg de PV adicional en relación a animales control, sin suplementar.

A pesar de ello, la suplementación puede tornarse inviable del punto de vista operativo en empresas principalmente de producción extensivas; por lo general la mano de obra necesaria y las facilidades para realizar una suplementación diaria pueden resultar una limitante en estos establecimientos.

Frente a estas limitantes se ha estudiado la viabilidad de uso de comederos en autoconsumo, demostrándose que animales recibiendo una suplementación restringida al 1% del PV con un concentrado energético-proteico, pastoreando sobre campo natural, registran aumentos de peso alrededor de 250 g/animal/día, no difiriendo el desempeño de animales suplementados de forma diaria y mejorando la performance en cuanto a animales que no reciben suplementación. En estos casos la regulación del nivel de consumo deseado en terneros con autoconsumo se ha realizado a través de la inclusión de sal (NaCl) en la ración.

La limitación del consumo puede ser además necesaria, en caso de suplementar con alimentos cuyo aporte energético deriva principalmente del contenido de almidón (ejemplo: granos de cereales o ración), de forma de evitar trastornos digestivos que perjudiquen la performance de los animales. No obstante, la inclusión de NaCl en la ración, disminuye la practicidad y aumenta los costos de la suplementación.

Ante estas limitantes, la suplementación por un lado con DDGS de sorgo en comederos autoconsumos *ad libitum*, y por otro el uso de bloques energéticos-proteicos, podrían resultar posibles alternativas.

El uso de granos secos de destilería más solubles (DDGS) en régimen de autoconsumo *ad libitum*, sin la inclusión de sal, para el aumento de consumo total de nutrientes se presenta como una opción potencialmente viable, debido a las características nutricionales de éste subproducto de la industria del etanol: alto aporte de energía metabolizable derivada de un elevado contenido de fibra detergente neutro (FDN) altamente digestible y de grasas (no del almidón), así como un elevado contenido de proteína cruda (PC) de baja degradabilidad ruminal. Estas características hacen del DDGS un suplemento más seguro para ser ofrecido *ad libitum*. Particularmente, para el caso del DDGS de sorgo debido a que es un subproducto de obtención local, para el cual es escasa la información nacional evaluando este alimento para suplemento de terneros de destete pastoreando campo natural de basalto durante el invierno.

Otra opción que ha sido difundida a nivel comercial y para la cual existe escasa información experimental, es el uso de bloques energéticos-proteicos. Esta forma de presentación del suplemento también es de autoconsumo, por parte del animal que accede a los mismos por lamido. Consecuentemente se esperan bajos consumos diarios. Esta forma de suplementación apunta básicamente a aportar energía y proteína a la microbiota del rumen de forma de mejorar la tasa de digestión del forraje consumido, resultando en un aumento del consumo de pastura.

El presente trabajo se planteó como objetivo evaluar la respuesta de terneros Hereford pastoreando campo natural durante invierno, suplementados *ad libitum* con dos tipos de suplementos energéticos-proteicos (DDGS de sorgo y bloques), considerando como variables de respuesta, el consumo de los mismos y eficiencia de conversión, ganancia diaria y comportamiento ingestivo de los animales.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERIZACIÓN DEL BASALTO COMO CAMPO NATURAL

La región basáltica del Uruguay ocupa una superficie de 4.100.000 ha, siendo el más extenso y estando presente en los departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Tacuarembó, Rivera y Durazno. Sobre los mismos se realiza principalmente ganadería extensiva tanto de vacunos como ovinos.

#### 2.1.1 Características de los suelos de la región basáltica

Berreta (1998a) afirma que dichos suelos son originados mediante derrames basáltico, que dependiendo de su grado de desarrollo se los puede diferenciar en suelos superficiales y profundos. Los mismos se asocian de tal manera que forman mosaicos con cambios abruptos a cortas distancias.

Los suelos superficiales (litosoles), con perfiles generalmente incompletos, donde el horizonte superficial en su mayoría no es mayor a 30 cm de profundidad y se apoya sobre el horizonte C o Roca madre. Los dos tipos más importantes de Litosoles que se encuentran en la región son los Litosoles negros y Litosoles pardo rojizos, los cuales reciben su nomenclatura debido al color de los mismos.

Por otra parte, los dos principales tipos de suelo medianamente profundos y profundos que se encuentran en la región Basáltica, asociados a los suelos superficiales en proporciones variables, son Brunosoles y Vertisoles. Son suelos con perfiles desarrollados, de color pardo oscuro o negro, alta fertilidad natural y una profundidad que puede ser mayor a 1 m (Berretta, 1998a).

#### 2.1.2 Características de la vegetación de la región basáltica

Según Berretta (1998a), la vegetación dominante en la región basáltica es herbácea, siendo los arbustos y árboles muy poco frecuentes. Las especies predominantes con un 60 a 80% del tapiz, son estivales.

En los suelos de mayor profundidad y fertilidad la vegetación está compuesta por especies de mayor producción y calidad, apetecible por los animales, aunque en algunos hábitats los pastos duros pueden ser dominantes. Mientras que en los suelos superficiales las especies son de menor porte y productividad y el recubrimiento del suelo es más reducido, aspectos que contribuyen a resaltar las diferencias en la cantidad de forraje producido (Berretta, 1998a).

### 2.1.3 Producción de forraje en suelos de la región basáltica

La producción de forraje en suelos profundos de la unidad Itapebí-Tres Árboles registra la mayor tasa de crecimiento diaria en los meses de octubre y noviembre. Mientras que el mes de agosto es el de menor producción de forraje, seguido por julio; siendo en este suelo el único en que la tasa de crecimiento diaria es menor a fin del invierno (Berretta, 1998b).

La mayor variación en la producción corresponde al mes de febrero, a diferencia de los otros suelos donde la mayor variación ocurre en diciembre y enero. Esto estaría indicando que en los suelos profundos la reacción de la vegetación a la cantidad de agua en el suelo es más lenta que en los de menor profundidad (Berretta, 1998b).

Cuadro No. 1. Tasa de crecimiento diaria (TCD) y coeficiente de variación (CV) del crecimiento estacional del suelo profundo

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
TCD (kgMS/ha/día)	10,15 ± 3,83	12,74 ± 0,6643	6,36 ± 2,24	22,63 ± 6,
CV (%)	37,8	5,2	35,2	28,4

Fuente: Berretta (1998b).

Como se observa en el Cuadro No. 1, la estación con mayores variaciones es el verano, esto como ya se explicó es dado por la dependencia climática, mientras que el otoño la más estable. Si bien el invierno es algo menos variable que el verano, es la estación que presenta menor producción, concentrando un 12% de la producción anual.

## 2.2 PERFORMANCE INVERNAL DE TERNEROS PASTOREANDO CAMPO NATURAL

La ganancia de peso en sistemas extensivos en general presenta variaciones estacionales, determinadas principalmente por las características de la pastura, el clima, los requerimientos del animal y su condición corporal tanto previa como actual. Esto a su vez también interactúa con otros factores como la dotación, la relación lanar/vacuno y el sistema de pastoreo (Pigurina et al., 1998).

En condiciones de pastoreo existe una estrecha interacción planta-animal. Esta debe tenerse en cuenta al momento de realizar el manejo del pastoreo, ya que tanto la categoría como el estado de la pastura determinarán el estado de los animales en el invierno. A fines de otoño, en la generalidad de los predios ganaderos, se cuenta con la categoría de recría recientemente destetada que se va a enfrentar a su primer invierno de vida. INIA ha generado abundante información respecto al manejo de los terneros durante su primer invierno (Cuadro No. 2). En general, los animales manejados

únicamente sobre campo natural experimentan pérdidas de peso vivo en torno a 100-200 g/día, debido a la baja disponibilidad de forraje de calidad, además de condiciones climáticas adversas.

Cuadro No. 2. Desempeño de terneros y novillos pastoreando campo natural en invierno sobre basalto con diferentes manejos de carga

Disponibilidad (kgMS/ha)	Categoría	Peso vivo inicial (kg)	Carga (UG/ha)	GMD (kg/a/d)	Autores
922	Terneras	135,4	0,51	-0,237	Blasina et al. (2010)
1500	Terneros	169,0	-	0,195	Pittaluga et al. (2007)
1100	Terneros	175,0	1,10	0,078	Luzardo et al. (2010)
1700	Terneros	191,5	0,80	0,138	Luzardo et al. (2007)
1768	Terneros	192,0	1,16	0,278	Luzardo et al. (2014)
1398	Terneros	211,0	1,14	-0,102	Luzardo et al. (2009)
1400	Terneros	211,0	1,17	0,119	Lagomarsino et al. (2014)
1500	Novillos	265,0	-	0,369	Pittaluga et al. (2007)
747	Novillos	269,0	0,77	-0,19	Brito et al. (2009)
-	Novillos	-	0,90	-0,171	Risso (1997).
-	Novillos	-	0,60	0,089	Figurina et al. (1998)
			0,80	-0,176	
				-0,086	
			0,90	0,075	
			1,06	-0,312	
-0,397					

El promedio de ganancia media diaria del desempeño de la recria sobre campo natural de basalto de los trabajos citados es -0,021 kg/animal/día, con un valor máximo y mínimo de 0,369 y -0,397 kg/animal/día respectivamente. El 50% de los trabajos experimentales citados registraron pérdidas de peso de los animales durante el invierno, siendo el promedio de estas -0,209 kg/animal/día.

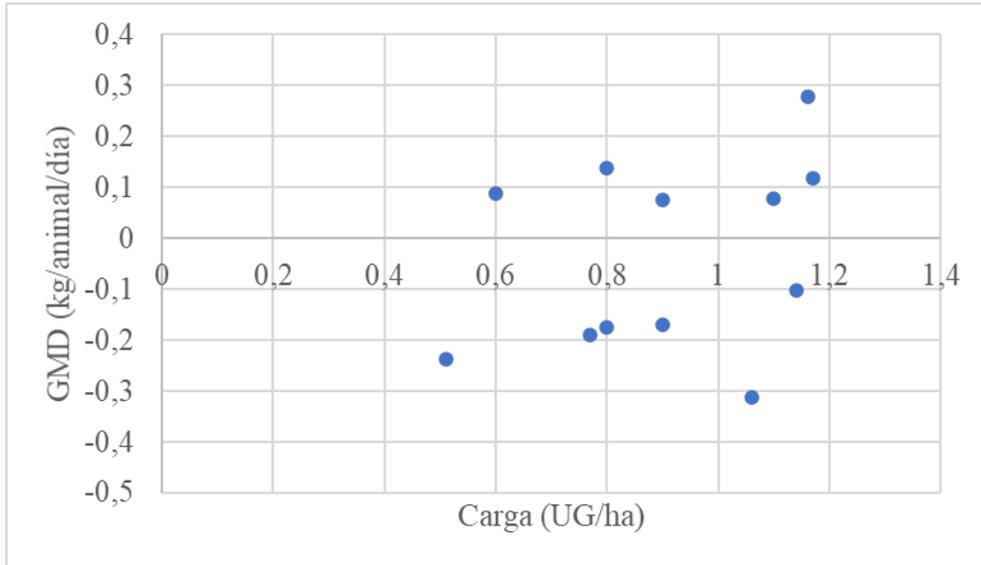


Gráfico No. 1. Relación entre carga y ganancia media diaria (GMD) estimada a partir de experimentos en pastoreo de campo natural sobre basalto en invierno

El análisis del Gráfico No. 1, muestra que no hay un efecto directo de la carga que afecte el desempeño de terneros pastoreando campo natural sobre basalto en el período invernal.

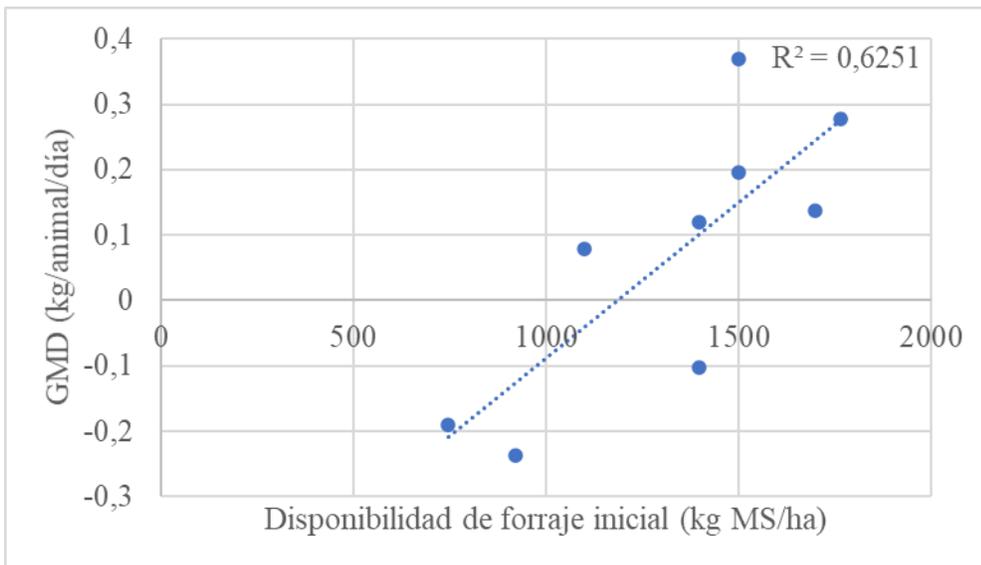


Gráfico No. 2. Relación entre disponibilidad forrajera inicial y ganancia media diaria (GMD) del resumen de experimentos en pastoreo de campo natural sobre basalto en invierno

Por otro lado, el Gráfico No. 2 permite observar que, a mayor disponibilidad de forraje inicial, aumentan las ganancias diarias ( $R^2= 0,6251$ ). Por lo que se puede concluir, que la disponibilidad de forraje es un factor muy importante en la performance de la recría. Pigurina et al. (1998), argumentan sobre esto que, en invierno el forraje disponible generalmente es limitante, sumado a una baja tasa de crecimiento de las pasturas y mayores requerimientos animales por las bajas temperaturas. Por tanto, la ganancia de peso de la recría en esta época del año tendría mayor relación con la oferta de forraje que con los parámetros de calidad del mismo.

Aunque la categoría de terneros tiene un potencial de crecimiento muy alto, ante estas limitantes de producción de forraje invernal, su crecimiento se ve afectado negativamente, lo cual deprime la eficiencia productiva de todo el sistema. En invierno esta categoría puede llegar a alcanzar pérdidas de hasta un 20% del peso vivo, llegando a registrarse inclusive en algunas oportunidades, mortandad de animales (Quintans et al., 1994). A su vez, restricciones severas durante la etapa de recría de los terneros, especialmente de proteína, y que son muy frecuentes en producciones sobre campo natural, afectan el tamaño final del adulto (Pittaluga et al., 2007). Los mismos autores, afirman que para esta categoría las etapas más críticas son el primer y el segundo invierno, concordando con Pigurina et al. (1998), quienes sostienen que es en dichas estaciones donde deben obtenerse ganancias moderadas para realizar una adecuada recría.

En animales jóvenes una restricción proteica puede ocasionar la degradación de tejidos activos, lo que causaría un daño irreparable. Esto puede ocurrir debido a que las reservas de grasa son relativamente bajas a esta edad y las reservas proteicas en musculo también es poca; en consecuencia, el tejido puede agotarse (Bavera et al., 2005).

### 2.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PERFORMANCE DE TERNEROS EN PASTOREO

El valor nutritivo es función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido, la concentración de nutrientes en ese forraje y la eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal, que comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, citado por Trujillo y Uriarte, 1990).

Gali et al. (1996) afirman que, la producción ganadera sobre pasturas depende en gran medida de la cantidad y calidad del forraje producido, de la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo eficientemente, y de la capacidad del productor para manejar los recursos a su disposición, siendo la cantidad de alimento consumido el principal factor que determina la productividad animal.

### 2.3.1. Consumo de materia seca

Existen una serie de factores que interactúan a nivel de la interface planta-animal para definir el consumo de forraje, el mecanismo de regulación predominante varía en función de cambios en la cantidad y calidad de la pastura. Cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta, es la calidad del forraje lo que determina el consumo, siendo regulado a través de la distensión ruminal cuando el forraje es de baja calidad, mientras que, si el forraje es de alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Cuando se encuentra que la cantidad de forraje, disponibilidad efectiva o accesibilidad es baja, la calidad del forraje no tendría efecto directo sobre el consumo, sino que tendría efecto el comportamiento ingestivo del animal a través del peso de bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo (Cangiano, 1997).

Según Minson (1990), la mayoría de los mecanismos que determinan el consumo son iguales para animales en estabulación o en pastoreo; sin embargo, se destacan dos aspectos específicos para animales en pastoreo, la selectividad y la disponibilidad de forraje. La selectividad puede modificar la calidad de lo que consume el animal con relación a lo disponible, y la disponibilidad afecta el comportamiento ingestivo y el consumo.

El consumo de forraje por parte de animales en pastoreo está determinado por factores relacionados con el animal, la pastura, el manejo y el medio ambiente. Con respecto al animal, se puede citar la edad, el peso, el estado de preñez o de lactancia, el nivel de producción y la condición corporal; con respecto a la pastura, la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad de forraje y madurez; con respecto al manejo, la cantidad de forraje por animal y por día, la suplementación, la fertilización y el sistema de pastoreo y con respecto al ambiente, la temperatura, la humedad, el fotoperiodo, la velocidad del viento, entre otros (Cangiano, 1997).

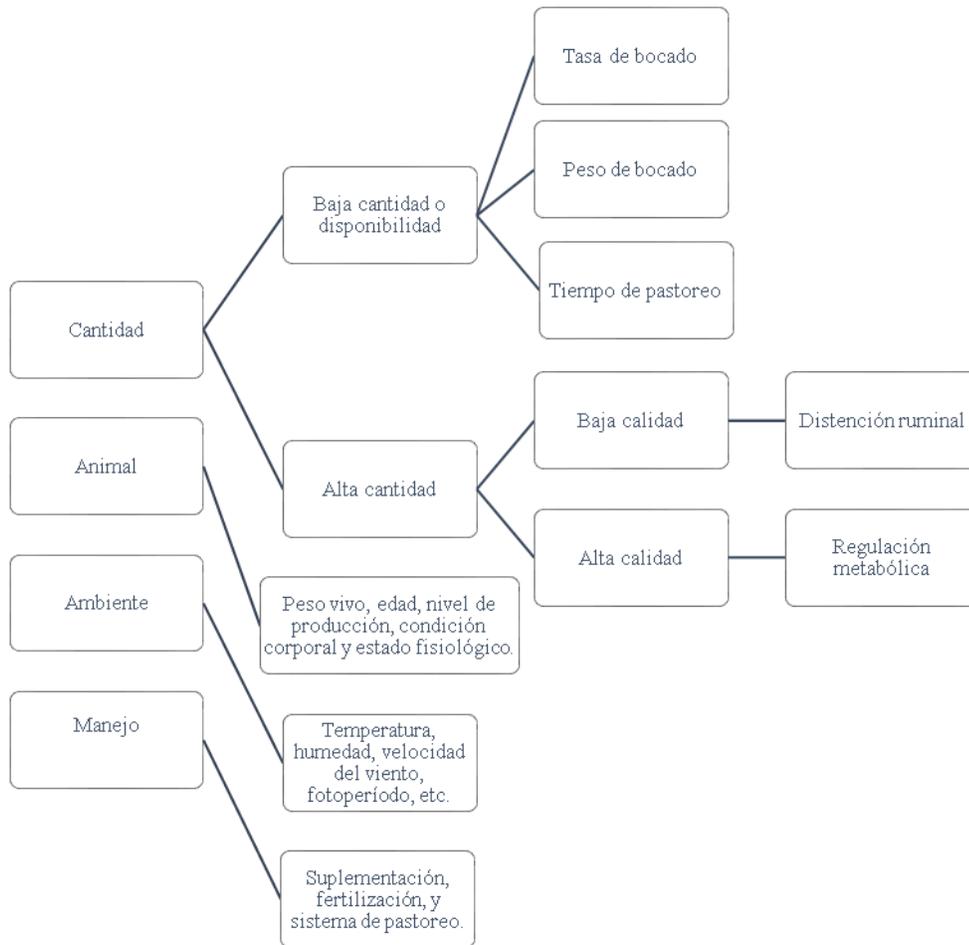


Figura No. 1. Esquema de variables y/o atributos que determinan el consumo de materia seca animal

Fuente: Cangiano (1997).

### 2.3.1.1 Factores vinculados al animal

En la relación planta-animal, los factores vinculados estrictamente al animal que afectan el consumo de materia seca, son el comportamiento ingestivo, restricciones físicas y metabólicas.

Cibils y Fernández (1997b) afirman, que el consumo se limita por dos motivos: por sensación de llenado de rumen (fibra) o por saciedad (concentración de nutrientes en

sangre). Hay muchos factores que intervienen para acelerar o desacelerar este proceso, entre otros la digestibilidad de la fibra, contenido de proteína, la forma en que se ofrece el forraje y facilidad de cosecha.

Por otro lado, cuando la disponibilidad de forraje es baja, el consumo se ve limitado por factores no nutricionales como lo es el comportamiento ingestivo (tasa de bocado, peso de bocado y tiempo de pastoreo).

El peso de bocado es la variable de comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo según Hodgson, citado por Cangiano (1997). En pasturas de gramíneas de zonas templadas, la altura de forraje parece ser la característica que mayor incidencia tiene sobre el peso de bocado. A su vez frente a una misma oferta forrajera, se obtienen bocados más pesados en pasturas altas y ralas que en cortas y densas, resultados encontrados por Black y Kenney (1984). Esto se debe a que el peso de bocado es muy sensible a variaciones en la altura de forraje, cuando disminuye, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado tienden a aumentar (en compensación), hasta un cierto valor crítico, por debajo de la cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario (Cangiano, 1997).

También se ha notado que el tamaño de bocado tiende a aumentar en función del tamaño adulto y, en cambio, la tasa de bocado (cantidad de bocados por minuto) es más alta en terneros que en vacas adultas: 60 a 70 bocados/minuto en terneros vs. 50 a 60 en las vacas (Zoby y Holmes, 1983).

Rovira (1996) afirma que los dos períodos más importantes en que el ganado efectúa el pastoreo son al amanecer y al atardecer, por ser los más largos y que todos los animales lo cumplen. El primero comienza un poco antes de la salida del sol y se prolonga por unas dos o tres horas. El segundo, el del atardecer, se inicia al final de la tarde y se continúa hasta entrada la noche. Entre estos dos períodos bien marcados, normalmente se producen dos períodos cortos de pastoreo, que dependen de factores tales como la estación del año, estado de la pastura, estado del tiempo, ubicación de las aguadas, etc. Mientras que, en pastoreo continuo, a medida que las condiciones de la pastura hacen más difícil la cosecha, hay una tendencia general a aumentar el tiempo de pastoreo de los animales (Cangiano, 1997).

Rovira (1996) observó que la rumia se realiza principalmente en horas de la noche y la mayor intensidad se alcanza enseguida del anochecer. El tiempo total que el animal dedica a rumiar, en términos muy generales es alrededor de las tres cuartas partes del de pastoreo.

### 2.3.1.2 Factores vinculados a la pastura

Diversos factores de la pastura afectan el consumo de la materia seca incluyendo la cantidad de pastura previa al pastoreo (kg MS/ha) y la disponibilidad de pastura (cantidad de pastura ofrecida por vaca; kg MS/animal/día). Se ha reportado que el consumo de materia seca de pastura está cercanamente relacionado con la disponibilidad de pastura. La relación entre el consumo de materia seca de pastura y la disponibilidad de pastura ha sido descrita como asintótica por Dalley et al. (2001), Delaby et al. (2001). Sin embargo, no se conoce con precisión que disponibilidad de pastura es requerida para maximizar el consumo de materia seca.

El consumo voluntario y la digestibilidad están afectados por ciertos valores de la planta y la pastura, como el estado de crecimiento, la relación hoja/tallo y la composición química. La estructura de la pastura y las enfermedades fúngicas, también deben tenerse en cuenta (Munro y Walters, citados por Gutiérrez y Morixe, 1995).

Según Ganskopp y Cruz (1999), se ha demostrado que la presencia de tallos florales en gramíneas cespitosas afecta negativamente la cantidad de forraje removido. Si el forraje presenta poca variabilidad en calidad, el animal selecciona por una mayor cantidad de forraje, tendiendo a maximizar la tasa de consumo (Distel et al., 1995).

En cuanto a disponibilidad Berretta et al. (1994) afirman que para suelos de basalto con una acumulación de forraje de 1300 kg MS/ha al inicio del invierno y el uso de cargas de 0,8 a 1,25 UG/ha y cierto control del pastoreo, se obtienen ganancias de 0,200 kg/animal/día en años normales. Sin embargo, cuando la disponibilidad fue inferior a 1000 kgMS/ha los animales comenzaron a tener problemas para lograr un consumo adecuado de forraje (Pigurina et al., 1997).

Rovira (1996) encontró que el consumo de terneros de 5 a 6 meses de edad, así como el de novillos de sobre año, disminuyó aproximadamente un 18% cuando la disponibilidad diaria de forraje bajó de 90 a 30 g de MO/kg de PV. Este descenso está asociado a una disminución de la altura del forraje, de 7,4 a 5,4 cm y a una menor digestibilidad.

Por otra parte, el consumo de forraje está estrechamente relacionado con la digestibilidad del mismo, incrementándose éste al aumentar la digestibilidad, la cual controla la tasa de pasaje. NRC (2000) estableció que en el rango de 30 a 84% de digestibilidad de la materia orgánica (DMO), existe una relación lineal y positiva entre consumo de materia seca de forrajes y la DMO. Mientras que por encima de 84% de DMO el consumo de la ingesta está relacionado por la demanda energética del animal.

### 2.3.1.3 Factores vinculados al ambiente

Los animales viven en un estado de cercana interacción entre la complejidad de los procesos físicos y químicos de su propio cuerpo y el entorno que los rodea (Richards 1973, Yousef 1985). La influencia del clima en la producción bovina ha sido reconocida desde hace mucho tiempo (Johnson, 1987). Así entonces la fisiología, el comportamiento y la salud del ganado son marcadamente influenciados por el medioambiente en el cual el ganado vive, el cual puede afectar significativamente el desempeño productivo del mismo (MAFF, 2000). No obstante estar adaptados a las condiciones medioambientales en las que viven, hay ciertas ocasiones en las que los animales sufren estrés debido a las oscilaciones en las temperaturas o bien por una combinación de factores negativos a los que se someten durante un corto periodo de tiempo. Los animales hacen frente a estos períodos desfavorables primordialmente a través de modificaciones fisiológicas y comportamentales. Así, en la mayoría de los casos esta respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos de nutrientes, siendo el agua y la energía los más afectados cuando el ganado se encuentra fuera de la denominada zona termo-neutral (Conrad, 1985).

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado según Hahn et al. (2003) corresponden a una compleja interacción de la temperatura del aire, humedad relativa, radiación, velocidad del viento, precipitaciones, presión atmosférica, luz ultravioleta y polvo.

Arias et al. (2008) afirman que el ganado bovino se adapta bastante bien a condiciones frías, de hecho, casi dos tercios de la producción bovina en los Estados Unidos se concentran en zonas con inviernos cuyas temperaturas medias son inferiores a 0 °C.

En cuanto a terneros, Osacar et al. (2008) afirman que las temperaturas óptimas se encuentran entre los 10°C y 22°C, por debajo o por encima de este rango son temperaturas críticas en las que el ternero contrarresta el efecto de variación térmica, mediante la capacidad de termorregulación. A su vez el viento y la humedad ambiente pueden hacer que el ternero sienta en realidad una temperatura que puede ser muy diferente a la temperatura del aire. Es lo que se conoce como sensación térmica. El frío afecta mucho más a los terneros que a los animales adultos ya que la tolerancia al frío está determinada en parte por la magnitud de la superficie del cuerpo, que, en el ternero, es mayor por unidad de peso corporal que en adultos.

#### 2.3.1.4 Factores de manejo

Los resultados de experiencias en diferentes partes del mundo han mostrado que la asignación a la pastura de un número adecuado de animales es el factor principal o de mayor peso relativo (Cangiano, 1997).

La modalidad de pastoreo ha sido, desde hace mucho tiempo y en diferentes países, un asunto polémico, con opiniones encontradas sobre los méritos del pastoreo continuo y las diferentes formas de pastoreo intermitente o rotativo. Es conocido que los diferentes métodos de pastoreo afectan la cantidad de forraje consumido y seleccionado por el animal, pero no es un tema a hondar en este trabajo.

Según Rovira (1996), bajo condiciones de pastoreo continuo existe un punto al que se le denomina altura crítica, que marca en donde se alcanza el máximo de consumo posible. Por el contrario, pastorear con más altura no reporta ningún beneficio. Al incrementarse la altura del tapiz avanza la madurez de la planta y declina la digestibilidad, la que a su vez hace bajar el consumo.

En cuanto al manejo de suplementos, Cangiano (1997) afirma que siempre que los animales reciben una suplementación, el consumo de la pastura se reduce, aunque el consumo total de materia seca se incrementa. Esta reducción en el consumo de forraje por unidad de suplemento consumido se denomina tasa o coeficiente de sustitución.

A su vez Hodgson (1977) afirma que el consumo y ganancia de peso de animales en pastoreo a los que se le suministra suplemento, está influido tanto por las limitaciones nutricionales y/o estructurales de la pastura como por el comportamiento de los mismos. Los animales suplementados disminuyen su esfuerzo por pastorear y reducen el consumo de forraje aún en aquellos casos donde la cantidad de forraje es escasa y limita el consumo. Resulta interesante destacar que más autores predicen un efecto de sustitución aún con bajas cantidades de forraje lo que está de acuerdo con trabajos en ovinos (Langland, 1969) y en vacas lecheras (Meijs y Hoekstra, 1984).

#### 2.3.2 Digestión y metabolismo de la proteína en el rumen

Los rumiantes poseen el beneficio de tener una cámara fermentativa pre-gástrica, formada por tres compartimientos: el retículo, el rumen y el omaso. Estos compartimientos, también llamados pre-estómagos, se caracterizan por tener un epitelio no secretor, a diferencia de lo que es la cavidad gástrica propiamente dicha (el abomaso) cuya mucosa es secretora y cumple prácticamente las mismas funciones que el estómago simple de los monogástricos. A pesar de que los pre-estómagos carecen de enzimas propias para degradar los alimentos ingeridos por el rumiante, es en esta cámara que se

realiza la mayor parte de la digestión del alimento debido a la fermentación microbiana, principalmente por hidrólisis y oxidación anaeróbica (Van Lier y Regueiro, 2008).

Las proteínas de los alimentos son hidrolizadas por los microorganismos del rumen, hasta péptidos y aminoácidos, algunos de los cuales pueden degradarse hasta ácidos orgánicos, amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco producido, así como algunos péptidos sencillos y aminoácidos libres, son utilizados por los microorganismos del rumen para sintetizar proteína microbiana (PMo). Cuando los microorganismos atraviesan el abomaso y el intestino delgado, sus proteínas celulares son digeridas y absorbidas. Un aspecto importante de la síntesis de PMo se refiere al hecho de que las bacterias pueden sintetizar todos los aminoácidos, esenciales y no esenciales, de modo que el animal hospedero obtiene estos últimos, independientemente de su presencia en la ración (Hess et al., 2008).

La fuente de nitrógeno que emplean los microorganismos para la síntesis de proteína proviene tanto de proteína de la dieta como en nitrógeno no proteico (NNP) y también de nitrógeno reciclado hacia el rumen para su reutilización. Las proteínas del alimento que ingresa al retículo-rumen se transforman casi en su totalidad en PMo. Esto implica que la proteína vegetal es transformada en proteína de mayor valor biológico. El valor biológico de las proteínas está dado por su composición en aminoácidos (AA). Cuánto más se parece la composición en aminoácidos a la de las proteínas del mamífero, mayor es el valor biológico. Los microorganismos utilizan los AA de las proteínas vegetales para sintetizar sus propias proteínas necesarias para su mantenimiento, crecimiento y reproducción. Pero no sólo utilizan los AA de los vegetales; los microorganismos pueden fermentar los AA a nitrógeno y esqueletos carbonados y con estos elementos volver a sintetizar AA que ellos necesitan, confiriendo así un mayor valor biológico a la proteína (Van Lier y Regueiro, 2008).

Por otro lado, Church et al. (1996) afirman que no es posible obtener una producción máxima en los animales alimentados con dietas a base de NNP como fuente de nitrógeno, debido a que la síntesis microbiana de los aminoácidos limitantes no alcanza para que los animales genéticamente superiores expresen su potencial.

En condiciones normales siempre existe un escape de amoníaco desde el rumen hacia la sangre. El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) llega al hígado por la vena porta y como es tóxico para el animal, en el hígado es transformado en urea. Este proceso es eficiente siempre y cuando la cantidad de amoníaco absorbida no sobrepase la capacidad del hígado de conjugarlo y transformarlo en urea. La urea sintetizada por el hígado pasa a la circulación general de la sangre por la vena hepática y por esta vía puede tener varios destinos. Puede ir a las paredes del rumen y ser excretado hacia el mismo donde puede ser aprovechado como NNP. Otra forma de llegar al rumen es por medio de las glándulas salivales, la urea es excretada con la saliva y pasa al rumen con el bolo alimenticio o de la rumia. Esta es otra gran diferencia que presenta la saliva de los

rumiantes con la saliva de los otros animales. Esto constituye un verdadero reciclaje de nitrógeno, que hace que el rumiante tenga un metabolismo proteico eficiente en casos de bajos niveles de proteína en la dieta. Por otro lado, un rumiante alimentado con exceso de proteínas perderá gran parte del nitrógeno en forma de urea por la orina (Van Lier y Regueiro, 2008).

La proteína dietaria que entra al rumen puede ser fraccionada y convertida por los microorganismos a ácidos grasos volátiles (AGV) y  $\text{NH}_3$ , o puede escapar la degradación y ser digerida y absorbida en el intestino delgado como aminoácidos. Las proteínas pueden ser protegidas mediante tratamientos físicos y químicos para reducir su solubilidad e incrementar la cantidad de aminoácidos digeridos en el intestino delgado (Van Soest, 1994).

### 2.3.3 Digestión y metabolismo de la proteína no degradable en el rumen

Klopfenstein, citado por Mejía y Mejía (2007), señala que el valor de los productos proteicos de origen animal se basa principalmente en su contenido de proteína de sobrepaso o escape ruminal. La proteína de escape ruminal es aquella proteína que escapa o sobrepasa la digestión en el rumen. Con relación a esta situación, es indiscutible la importancia que tiene el perfil de aminoácidos en la proteína no degradable a nivel ruminal (PNDR), y es ideal que incluya aminoácidos esenciales tales como la metionina y lisina.

La resistencia a la degradación ruminal es dependiente de las características propias de cada proteína, de su estructura terciaria y enlaces de sulfuro. Hay proteínas de alta degradabilidad ruminal, como las del forraje que en muchos casos supera el 80% de degradación y de baja degradabilidad como las proteínas de origen animal, que no superan el 30% de degradación (harinas de pescado y plumas). Las proteínas de origen vegetal, específicamente los subproductos industriales son de mediana a alta degradabilidad (ejemplo harinas de girasol, soja, colza, etc.) Existen mecanismos para la protección de proteínas como la utilización de formaldehído que es una forma química de protección, lo mismo que el uso de taninos. Existe otra forma de protección física, donde se somete al material al calor por un tiempo determinado, que es lo que comúnmente se hace sobre el poroto de soja (Santini, 2008).

### 2.3.4 Sincronización energía-proteína

La cantidad de proteína que llega al intestino del rumiante proviene básicamente de dos fuentes: la del alimento que no fue degradada o de sobrepaso y la sintetizada por los microorganismos (PMo). La PMo puede representar entre 40-100% de la proteína metabolizable (PM) disminuyendo al aumentar el contenido de proteína no degradable en la dieta (Van Soest, 1994).

La eficiencia de síntesis de la PMo depende, entre otros factores, de la cantidad de energía y de nitrógeno (N) disponibles en el rumen. Así, la producción de PMo ruminal puede verse afectada por desbalances entre N y energía; la sincronización entre ambos es un factor importante en la optimización de la síntesis de PMo (Herrera-Saldana et al., 1990).

Bruni et al. (2014) afirman que, en dietas con N rápidamente disponible y fuentes de energía de liberación lenta, habrá un exceso de N que no será incorporado a la síntesis microbiana, disminuyendo la eficiencia de utilización del N. Por otro lado, con dietas que aporten elevada energía rápidamente disponible puede haber problemas de sincronización si no se dispone de fuentes nitrogenadas rápidamente degradables, disipando energía en otros procesos no relacionados con el crecimiento microbiano y disminuyendo también la eficiencia de síntesis microbiana.

#### 2.3.5 Requerimientos de proteína

Pordomingo (2005) afirma que terneros recién destetados con más de 5 meses, presentan requerimientos de 14 o 16% de proteína bruta (PB) en la dieta, mientras que en los novillos de más de 400 kg los requerimientos descienden a 11 o 13%. El mismo autor sostiene que el requerimiento de proteína bruta, depende también de la metabolibilidad de la misma. Por ejemplo, si la calidad de proteína de la dieta es baja y además una fracción alta de la misma (superior al 35%) proviene de una fuente nitrogenada no proteica, la forma de alcanzar los mínimos de PM es mediante un aumento en los requerimientos de PB. En situaciones como estas, los requerimientos de terneros se aproximarían más al valor de 16% de PB y los de un novillo en terminación a 14% (Pordomingo, 2005).

En la medida que los animales avanzan en su crecimiento, la participación de la proteína en la composición química de la ganancia de peso disminuye, y el consumo de alimento por kg producido aumenta. Las necesidades de PDR y la producción de PMo está en relación directa con la cantidad y calidad de la materia seca consumida, por lo que, a mayor desarrollo de los animales, los requerimientos de PDR y síntesis de PMo aumentan. En novillos pesados con altas ganancias, si el aporte de PDR no es limitante, aproximadamente el 80-90% de PM pueden ser cubiertas por la PMo. En animales jóvenes la situación es inversa, alto contenido de proteína en la ganancia, y menor cantidad de alimento consumido y síntesis de PMo por kg de peso producido. La participación de la PMo en el aporte de PM es menor que en los animales más desarrollados, por lo que los requerimientos de PNDR aumentan. En términos generales para animales con altas ganancias de peso, el déficit más frecuente de observar en los de menor edad es de PNDR, y a medida que avanza la etapa de crecimiento la PDR se vuelve más crítica (Mac Loughlin, 2005a).

En animales jóvenes, es fundamental controlar el nivel proteico de la dieta, para que éste no caiga por debajo del 15% de PB, y a su vez mantener la oferta de NNP por debajo de un tercio del total de N ofrecido, cabe destacar que los terneros tienen un manejo de la eficiencia del nitrógeno menor al presentado por novillos o vacas (Pordomingo, 2005).

Orskov (1988) afirma que el genotipo y el sexo dan distintos requerimientos proteicos. En cuanto al genotipo, el ritmo de deposición de proteína corporal en razas livianas y pesadas es diferente, habiendo más requerimiento de proteína en las razas pesadas. En cuanto al sexo, manteniéndose una misma raza y ganancia de peso, las hembras deponen más grasa y menos proteína. Según el ARC, citado por Orskov (1988) las hembras deponen un 10% menos de proteína que los machos castrados y estos a su vez un 10% menos de proteína que los machos enteros.

#### 2.4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA MEJORAR LA PERFORMANCE INVERNAL DE TERNEROS

La recría es la etapa de desarrollo del animal desde el destete hasta el momento del entore en las hembras e invernada en los machos. Los principales momentos críticos de las categorías de recría, son sin duda el primer y segundo invierno (muda de dientes), donde las condiciones climáticas y la cantidad y/o calidad del campo natural no permiten aprovechar este período de crecimiento, de acuerdo a los objetivos bien definidos en cuanto a peso y edad de entore. Todo esto hace que, en condiciones normales de invierno a campo natural, los terneros pierdan 10-15% de su peso, o a lo sumo mantengan peso, pero desmejoren en estado corporal (Pigurina et al., 1998). Las alternativas manejadas para mejorar el comportamiento animal durante la época invernal se basan principalmente en la mejora del nivel nutritivo, por lo tanto, en los siguientes puntos se especificarán diferentes alternativas tecnológicas que ayudan a sobrepasar la etapa más crítica de la recría.

##### 2.4.1 Mejoramiento de campo natural

Los mejoramientos de campo natural constituyen una tecnología apropiada para muchas regiones del país, permitiendo tener dentro del predio un área de pasturas mejoradas, en calidad y cantidad (Carámbula, 1991).

Los mejoramientos de campo representan una etapa intermedia entre el campo natural propiamente dicho, y la ruptura del tapiz con el establecimiento de una pradera convencional, y su objetivo consiste en incrementar la producción de forraje y aumentar la calidad del tapiz natural por intermedio de la siembra de especies que lo complementen (Carámbula, 1996).

Las leguminosas de mayor importancia utilizadas en mejoramientos están representadas por especies del género *Lotus* y *Trifolium* como *Lotus subbiflorus*, cultivar El Rincón (anual), *L. pedunculatus*, cultivar Maku, *L. corniculatus*, cultivar San Gabriel, *Trifolium repens*, cultivar Zapican (Carámbula, 1996).

En el Cuadro No. 3, puede observarse la respuesta obtenida en cantidad de materia seca total y por estación, al realizar intersemebra con leguminosas y fertilizar un campo natural de la región Este.

Cuadro No. 3. Respuesta a la fertilización e intersemebra de leguminosas sobre pastura natural

	Otoño (kgMS/ha)	Invierno (kgMS/ha)	Primavera (kgMS/ha)	Verano (kgMS/ha)	Total (kgMS/ha)
CN	691	213	923	623	2250
CN mejorado	979	629	2189	1654	5500

Fuente: Más y Bermúdez, citados por Carámbula (1991).

Se observa el incremento en la producción de materia seca total, de 2250 a 5500 kg MS/ha del campo natural y mejorado respectivamente, y un aumento de 3 veces en la producción invernal.

Si bien los mejoramientos de campo natural muestran un aumento en la producción de forraje total, la estacionalidad sigue siendo importante, no obstante, se manifiestan grandes diferencias en la digestibilidad del forraje durante el período otoño invernal las cuales pueden llegar al 60 % cuando la oferta forrajera está representada por un 66 % de leguminosas (Carámbula et al., 1991).

Con respecto a la performance animal sobre campo natural mejorado, Soca (2001), trabajando con terneras de  $193 \pm 15$  kg en un mejoramiento de campo con *Lotus* El Rincón sobre la unidad de suelos José P. Varela, durante los meses julio, agosto y setiembre (90 días), evaluaron el efecto de la asignación de forraje sobre la producción individual y por unidad de área, encontrando que a medida que aumentaba la asignación de materia seca de forraje desde 6 a 22% PV, la ganancia diaria por animal aumentaba desde 0,17 a 0,58 kg y la producción por unidad de área disminuía desde 68 a 44 kg/ha. Con este sistema pastoril, la mayor producción por hectárea se dio con asignaciones de forraje de 6 y 12 % PV. Un resumen de estos resultados se presenta en el Cuadro No. 4.

Cuadro No. 4. Efecto de la oferta de forraje sobre la ganancia de peso, carga animal y producción por unidad de superficie de terneros pastoreando un campo mejorado con lotus El Rincón durante julio a setiembre

Asignación de forraje (% PV)	Ganancia diaria (kg/animal)	Carga animal (animales/ha)	Producción/ha (kg/ha)
6	0,17 a	2,5	68
12	0,47 b	1,25	68
17	0,55 c	0,82	49
22	0,58 c	0,62	44

Letras diferentes dentro de columna difieren ( $p < 0,005$ )

Fuente: Soca (2001).

Terneras manejadas sobre campo natural mejorado con asignaciones de forraje de 3% registrarían ganancias en torno a 100 g/día, si el mejoramiento se encuentra con alto porcentaje de gramilla (de 40 a 60%, Quintans, 2002). Según este autor, para lograr ganancias en torno a los 0,400 kg/a/día se necesitarían asignaciones de 18%.

Parodi et al. (2004) trabajando con terneras manejadas sobre campo natural mejorado con lotus Maku, durante el periodo otoño - invernal, con asignaciones de forraje desde 2,8 a 12,7 % de peso vivo y con una disponibilidad promedio de 2357 kg MS/ha, encontraron ganancias de peso vivo desde 0,147 a 0,432 kg/a/día.

Por otro lado, Andregnette Karlen et al. (1997) encontraron ganancias de 0,068 kg/a/d cuando se manejaron terneras sobre un campo natural mejorado con *Lotus corniculatus* con una asignación de forraje de 10% de peso vivo, con una disponibilidad de 1920 kg MS/ha durante el periodo invernal.

#### 2.4.2 Utilización de verdeos invernales y praderas

##### 2.4.2.1 Verdeos de invierno

De acuerdo con Montossi et al. (1998) entre las herramientas disponibles para levantar las restricciones que supone la pérdida de peso durante el período invernal de terneros, debe citarse el uso estratégico de los verdeos, en la medida que se trabaje con altas cargas.

De esta forma, según dichos autores y a modo de ejemplo, el empleo tradicional del verdeo para la internada vacuna con venta en post zafra, puede ser ampliado para

efectuar una utilización estratégica a los efectos de alimentar las distintas categorías de recría vacuna. Con ello se consigue una mejor performance por parte de los animales.

A los efectos de dar una idea de la producción de materia seca producida por cada verdeo puro, Ayala, citado por Carámbula (2007) determinó las posibilidades de utilización de diferentes especies y cultivares, cuantificando su entrega de forraje, particularmente, en la época crítica otoño-invierno (mayo-principios de setiembre).

En el Cuadro No. 5, se observa que los materiales de raigrás presentan una producción total de materia seca superior que avena, viéndose la superioridad en invierno y primavera, mientras que la avena obtiene mayor producción en otoño, lo que puede estar explicado su mayor precocidad, debido a un mayor tamaño de semilla.

Cuadro No. 5. Producción de forraje de los verdeos de invierno (kgMS/ha)

	Otoño	Invierno	Primavera	Total
Avena	1448	2497	2691	6636
Raigrás LE284	829	3418	3117	7363
Raigrás Titán	863	3196	5146	9206

Fuente: Carámbula (2007).

Diferentes trabajos bajo condiciones experimentales de pastoreo, reportan distintos datos de ganancia diaria en dichos verdeos. Al respecto, Pigurina (1994) reportó en terneros de 100 kg de PV promedio pastoreando avena con una oferta de forraje del 3% del PV, ganancias diarias de 0,527 kg/animal/día con acceso libre las 24 horas, mientras que, con pastoreos de 3, 2 y una hora por día, las ganancias registradas fueron de 0,340; 0,235 y 0,227 kg/animal/día respectivamente.

En otras circunstancias Beretta y Simeone (2013) utilizando verdeos de raigrás para pastoreo de terneros con una oferta del 2,5% PV, registraron ganancias diarias de 0,540 kg/animal/día.

#### 2.4.2.2 Praderas

Diversos factores productivos y económicos determinan la necesidad que los productores ganaderos mejoren la eficiencia de la recría de terneros (Lagomarsino et al., 2014).

Algunas de las razones por las que se justifica el empleo de una mezcla en lugar de un cultivo puro son mayor y más uniforme distribución estacional de la producción de forraje, menor variabilidad interanual y ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, 2005).

La combinación de especies invernales y estivales constituyendo mezclas forrajeras complementarias puede resultar una alternativa para incrementar la productividad de las pasturas. Dicha combinación puede resultar más productiva que mezclas simples estacionales sembradas separadamente (Carámbula, 2002).

En cuanto a la producción anual y estacional de forraje, la respuesta que expresa una mezcla, dependerá de las especies sembradas y del ambiente que experimentan durante su crecimiento y desarrollo, adicionalmente el efecto ambiente puede ser modificado mediante la defoliación y el uso de insumos como fertilizantes, herbicidas con lo que también puede controlarse en parte la composición y producción de las pasturas (Scheneiter, 2005).

En un ensayo realizado por Rovira (2003) sobre una pradera de *Lotus corniculatus*, trébol rojo y raigrás, se obtuvieron ganancias de 0,439 y 0,882 kg/animal/día para tratamientos de 4,8 y 12% del PV de oferta de forraje respectivamente, en terneros de 186 kg de PV durante la estación del invierno.

#### 2.4.3 Suplementación invernal

La suplementación refiere al suministro adicional de alimentos al forraje pastoreado, cuando dicho forraje es deficitario o presenta un inadecuado balance de nutrientes, con el propósito de aumentar el consumo de nutrientes para lograr un objetivo específico de producción. Tomando en cuenta para ello, características del animal (tipo animal, estado corporal, nivel de reservas y requerimientos prefijados según el objetivo propuesto), así como también, características del alimento (tipo de alimento, su valor nutritivo, forma física, palatabilidad, velocidad de degradación ruminal y las limitantes para su consumo) (Pigurina, 1993).

Cibils et al. (1997a) mencionan que dicha alternativa tiene una serie de ventajas: es rápida y fácil de implementar, la ejecución de su rutina bien definida no necesita personal de alta idoneidad, fácil de presupuestar, puede o no usar recursos extra prediales y puede usarse en cualquier momento que se considere rentable, por otra parte, también hace mención de su desventaja, es costosa, por lo tanto, recomienda realizar un análisis económico de la misma antes de llevarla a cabo.

Para llevar adelante una suplementación existe en el mercado una diversa cantidad de alimentos, ya sea como productos originales (ejemplo: granos) o procesados (ejemplo: sub productos industriales) o formulaciones comerciales con diferentes componentes (raciones comerciales). A nivel nacional, en sistemas ganaderos extensivos se han utilizado raciones comerciales, grano de sorgo (seco y húmedo) y afrechillo de arroz principalmente, además los más estudiados en diferentes trabajos experimentales

por su relación de precio según cercanías a las plantas y por su composición química. Según Gayo Ortiz (2007), el afrechillo de arroz, de los subproductos más utilizados en la suplementación, se clasifica como un suplemento energético-proteico por poseer alto contenido energético (2,6 Mcal/kgMS) y un moderado contenido proteico (13-17% PC).

Cuadro No. 6. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en terneros/as pastoreando campo natural

Disp. (kg MS/ha)	Categoría	Peso vivo (kg)	Carga (UG/ha)	Suplemento	Frec. de suplementación	Oferta de supl. (% PV)	GMD (kg/a/día)	E.C.	Ref.
1500	Temeras	168	0,85	Testigo	-	-	-0,100	-	1
				Afrechillo de arroz	Diario	0,35	0,067	3,5*	
						0,5	0,193	2,9*	
						1	0,219	5,3*	
2760	Temeras	159	1,15	Testigo	-	-	-0,038	-	2
				Sorgo molido	Diario	0,6*	0,096	7,1*	
				Expeller de girasol		0,9*	0,282	4,5*	
				Afrechillo de arroz		0,7*	0,205	4,6*	
1430	Temeras	159	0,83	Testigo	-	-	-0,225	-	3
				Afrechillo de arroz	Diario	1	0,303	3	
				Ración		1	0,324	2,9	
1850	Temeras	163	0,65	Testigo	-	-	0,006	-	4
				A. de trigo + E. girasol	Diario	1	0,134	11,6*	
2000	Temeros	169	0,74*	Testigo	-	-	0,195	-	5
				Afrechillo de arroz	Diario	1	0,355	8,1	
3700	Temeros	190	1,6	Testigo	-	-	-0,074	-	6
				Ración (18% PC)	Autoconsumo	1	0,651	3,1	
				Ración (15% PC) + 9% sal		1,65	0,436	4,5	
				Ración (15% PC) + 15% sal		1,25	0,37	5,5	
1128	Temeras	135	0,5	Testigo	-	-	-0,237	-	7
				Ración	Diario	1	0,26	3,2	
				Ración + 11% sal	Autoconsumo	1,36	0,37	3,7	
1445	Temeros	211	1,14	Testigo	-	-	0,119	-	8
				Afrechillo de arroz	Diario	0,8	0,57	4,1	
					Lunes a viernes	1,12	0,637	3,7	
					Cada dos días	1,6	0,661	3,6	
1400	Temeros	211	1,2	Testigo	-	-	0,119	-	9
				Afrechillo de arroz	Diario	0,8	0,57	4,1	
					Lunes a viernes	1,12	0,637	3,7	
					Cada dos días	1,6	0,661	3,6	
740	Temeros	186	1,07	Testigo	-	-	0,406	-	9
				Afrechillo de arroz	Diario	0,8	0,635	7,5	
					Lunes a viernes	1,12	0,676	6,4	
					Cada dos días	1,6	0,612	8,4	
1500-1800	Temeros	-	0,85-1,1	Testigo	-	-	0,250-0,280	-	10
				Afrechillo de arroz	Diario	1	0,67	3*	
				Grano entero de maíz		1	0,55	6*	
				Expeller de girasol		0,5	0,45	7,5*	
3248	Temeros	188	1,58	Testigo	-	-	-0,082	-	11
				SGH (7% PC)	Diario	1	0,248	10,7	
				SGH + E. girasol (12% PC)		1	0,363	4,3	
				SGH + NP (12% PC)		1,5	0,419	4,1	
1735	Temeros	180	-	Testigo	-	-	-0,093	-	12
				SGH (8% PC)	Diario	1	0,66	6,5	
				85% SGH + 15% NP (15,7% PC)		1	0,354	5,8	
						1,5	0,632	6	
1818	Temeros	193	2,37*	Testigo	-	-	0,183	-	13
				Sorgo molido + 10% sal (12%PC)	Autoconsumo	1,6	0,741	6,5	
				Ración + 10% sal (17%PC)		1,9	1,003	5,8	
				Ración + 4-6% casc. Arroz (16%PC)		2,9	1,467	6	
1768	Temeros	162	0,57*	Testigo	-	-	0,188	-	14
				Ración + H. soja (15% PC) + 10% sal	Autoconsumo	1,4	0,678	5,1	
				Ración + Optigen (14% PC) + 10% sal		1,2	0,54	6,2	



la dotación sobre la ganancia media diaria tanto de los animales sin suplementar como los que se encontraron bajo diferentes niveles de suplementación. Por lo tanto, los desempeños animales podrían estar influidos en mayor manera por otros factores, como pueden ser el tipo de suplemento o el nivel de suplementación.

#### 2.4.3.1 Diferentes niveles de proteína en la suplementación

Dentro de los experimentos relevados en el Cuadro No. 6, a modo de evaluar la respuesta al tipo de suplemento, se mencionan trabajos en los cuales se realizó suplementación a un mismo nivel de inclusión, con diferentes suplementos.

Tal es el caso del trabajo realizado por Quintans y Vaz Martins (1994), donde se muestra que terneros sobre campo natural durante el periodo invernal, suplementados con dietas isoenergéticas, los suplementos energéticos proteicos (afrechillo de arroz y expeller de girasol) permitieron una performance significativamente mejor en los animales, en comparación con los que recibieron un suplemento energético (sorgo molido). También observándose diferencias en las EC del suplemento, 4,5 y 4,6 kg de suplemento consumido por cada kg de aumento en el peso vivo para los suplementos energéticos-proteicos, frente a los 7,1:1 en el caso del suplemento energético.

Por otro lado, Luzardo et al. (2010) observaron en terneros de destete sobre campo natural suplementados al 1% del PV, que los animales cuyo suplemento estaba compuesto por un alimento energético-proteico (afrechillo de arroz), tendieron a registrar una ganancia mayor en comparación con animales suplementados con un alimento energético (grano entero de maíz, 0,670 vs. 0,550 kg/animal/día).

Se llevó adelante un experimento donde se suplementaron terneros durante invierno, al tiempo que pastoreaban campo natural, con sorgo grano húmedo (SGH) solo y por otro lado mezclado con expeller de girasol (EG), en proporciones 85:15 respectivamente. Los análisis concluyeron que los suplementos eran similares en cuanto a la concentración calórica (3 y 2,9 Mcal/kg, SGH y SGH+EG, respectivamente), pero diferenciados en cuanto a la proporción de PC, donde el suplemento compuesto únicamente por SGH presentó 7% de PC, mientras que para la mezcla a la cual se incluyó 15% de EG, la proporción de PC resultó en un 12% de la MS. El consumo de ambos fue de 1,06% del PV y se diferenciaron significativamente las respuestas en GMD de los animales en favor de la mezcla de 85% SGH + 15% EG, 0,363 kg/animal/día en comparación con 0,248 kg/animal/día de los terneros suplementados con SGH (Rovira y Velazco, 2014c).

Mientras que Rovira y Echeverría (2014a), llevaron adelante un experimento similar, donde se puede comparar la suplementación de terneros destetados pastoreando campo natural durante invierno con SGH y una mezcla de 85% SGH y 15% núcleo

proteico (NP). La proporción de PC de los alimentos fue de 7,7% y 15,7% para SGH y la mezcla de SGH + NP. Los autores observaron una diferencia significativa en la GMD de los animales que fueron suplementados al 1% del PV ambos, registrando un aumento de peso de 0,066 kg/animal/día para el tratamiento con SGH y 0,354 kg/animal/día para el tratamiento con agregado de NP.

Por su parte, se han utilizado también otras fuentes como suplemento proteico; ejemplo expeller de girasol (30-32% PC) o bloques proteicos. La suplementación proteica por lo general se realiza a niveles inferiores o iguales al 0,5% PV, para el cual no siempre se han obtenido resultados positivos. En este sentido, es necesaria una mayor disponibilidad de forraje para hacer un mejor aprovechamiento del nitrógeno disponible para la síntesis de PMo. La suplementación proteica sobre pasturas de baja calidad produce un estímulo en el consumo de forraje, aunque la calidad de dicho forraje no permita esperar altas ganancias de peso, sino más bien un mantenimiento o evitar la pérdida de peso vivo (Echeverría et al., 2014).

En cuanto a esto Luzardo et al. (2010) realizaron un trabajo, donde se suplemento terneros durante el periodo invernal, los cuales pastoreaban campo natural con una disponibilidad inicial entre 1500 y 1800 kg MS/ha. Se suplementaron con expeller de girasol únicamente, el nivel de suplementación fue de 0,5% del PV y en una frecuencia diaria. Resultó en una GMD de 0,450 kg/animal/día para los mencionados en comparación a animales suplementados con afrechillo de arroz y grano entero de maíz los cuales presentaron aumentos de peso vivo de 0,670 y 0,550 kg/animal/día respectivamente, donde el consumo fue el doble al del expeller de girasol. Mientras que el cálculo de la EC del suplemento resultó en 4,3 kg de suplemento por cada kg de aumento de peso vivo animal para el expeller, 4 y 5,4 a 1 para el afrechillo y grano de maíz, respectivamente.

En los trabajos anteriormente mencionados se observa un desempeño diferencial de los animales dependiendo del tipo de suplemento, donde los que recibieron suplemento de carácter energético-proteico presentaron una performance superior a los que recibieron una suplementación con alimento del tipo energético.

#### 2.4.3.2 Nivel de suplementación

En cuanto al nivel de suplementación se tomarán trabajos resumidos en el Cuadro No. 6, donde se evaluaron diferentes niveles de suplementación utilizando el mismo alimento o con similares concentraciones de EM y PC.

En este sentido se observa el trabajo realizado por Blasina et al. (2010), donde animales suplementados con ración comercial, un tratamiento con frecuencia diaria al 1% del PV y otro en autoconsumo regulado con 11% de sal, registraron un consumo de

1 vs. 1,36 % del PV, respectivamente. Los animales del tratamiento con mayor consumo presentaron un aumento de peso vivo mayor significativamente, 0,348 vs. 0,260 kg/animal/día. Ambos presentaron buena EC del suplemento, 3,2 y 3,7:1 para los tratamientos 1% y 1,36% del PV.

Rovira y Echeverría (2014b), trabajando con una mezcla compuesta 85% de SGH y 15% de NP, con dos niveles de suplementación diaria, de 1 y 1,5 % del PV, observaron ganancias de 0,354 y 0,632 kg/animal/día respectivamente. Y EC del suplemento en el entorno de 4 kg de suplemento por kg de peso vivo adicional.

También se puede utilizar el trabajo realizado por Esteves et al. (2013), donde evaluando dos tipos de proteína (harina de soja y el producto comercial Optigen®) en la mezcla de la ración para la suplementación invernal de terneros pastoreando campo natural, en sistemas de autoconsumo regulados con sal. Relevando consumos de 1,2 y 1,4 % del PV y GMD de 0,540 y 0,678 kg/animal/día, para el tratamiento con Optigen® y harina de soja respectivamente, siendo estadísticamente significativa la diferencia. Los autores adjudicaron la diferencia GMD como respuesta del consumo de materia seca del suplemento por parte de los tratamientos.

Rovira y Echeverría (2014b), evaluaron en terneros con un PV inicial de 190 kg pastoreando sobre un mejoramiento viejo la respuesta de diferentes suplementos y limitadores de consumo en sistemas de autoconsumo. Dos de los tratamientos, fueron suplementados con ración comercial, donde en uno se agregó sal como limitador del consumo a razón el 10% de la MS del suplemento, mientras que en el otro se agregó cascara de arroz en una cantidad entre 4 y 6% de la MS del suplemento, los autores destacan que en ambos tratamientos en ningún momento los comederos se vieron desprovistos de suplemento. Los resultados obtenidos fueron un consumo igual a 1,9% del PV para el tratamiento limitado con sal y 2,9% del PV para la ración con cascara de arroz, y las GMD de los tratamientos fueron de 1 y 1,47 kg/animal/día para el tratamiento con sal y cascara de arroz agregada respectivamente. La eficiencia de conversión se mantuvo en el entorno de 6:1 en ambos casos.

En el Gráfico No. 4, se agrupan estos trabajos anteriormente citados con el fin de visualizar la incidencia del nivel de suplementación en la respuesta final de aumento de peso vivo de los animales.

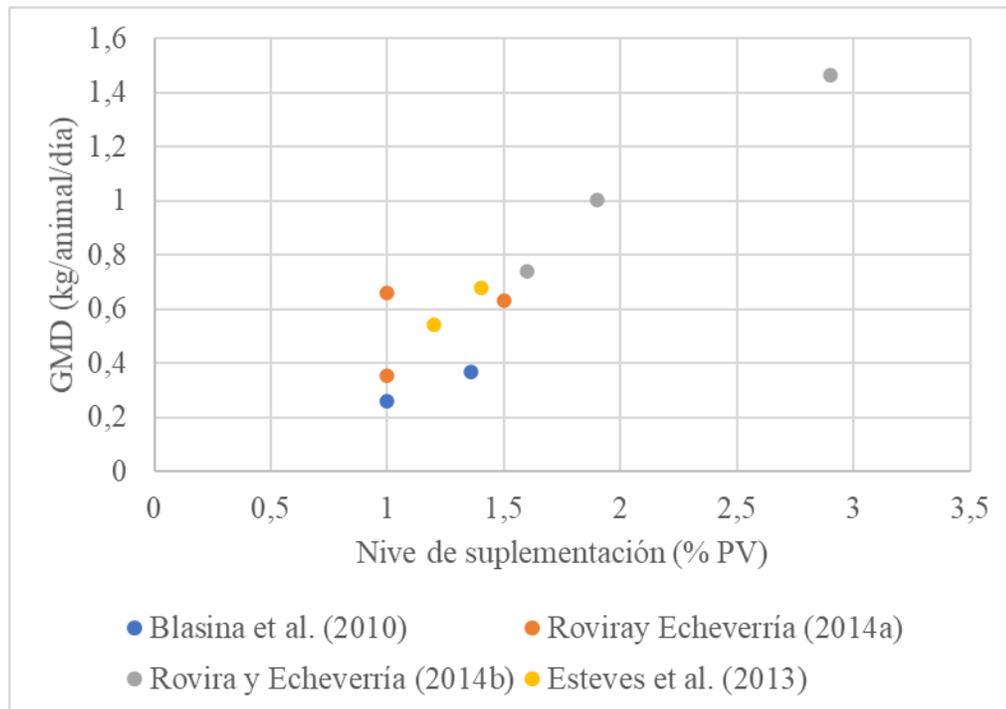


Gráfico No. 4. Nivel de suplementación

En el Gráfico No. 4 se observa el efecto directo del nivel de suplementación sobre el desempeño de los animales, independientemente de las condiciones de cada trabajo, el aumento en el nivel de suplementación se reflejó en un aumento significativo de la GMD de los terneros.

## 2.5 BLOQUES MULTINUTRICIONALES

La suplementación con bloques multinutricionales (BM), según Birbe et al. (2006), es una de las estrategias que se utilizan con mayor frecuencia en la suplementación de rumiantes que pastorean forrajes de baja calidad. La facilidad de elaboración, la posibilidad de usar materias primas locales y la versatilidad de su manejo, ha iniciado el uso de esta estrategia en ganadería extensiva.

Consiste básicamente en un suplemento alimenticio para el animal de forma sólida, permitiendo el suministro de diversos nutrientes de forma lenta y efectiva, constituye una excelente opción durante épocas secas como también para aumentar la eficiencia del uso del forraje existente (Bracho, 2017).

Mejía et al. (2011) alegan que los BM son suplementos balanceados donde se incluye de preferencia granos de alta calidad, ingredientes proteicos y/o energéticos, así como minerales y vitaminas. Además, se incorpora nitrógeno no proteico,

principalmente en forma de urea, y los ingredientes que hacen posible la solidificación y formación del bloque.

Los BM se pueden elaborar con gran variedad de ingredientes, dependiendo de la oferta en el mercado, la facilidad para adquirirlos y el valor nutritivo de los mismos (Araujo Febres, 2005).

A modo de ejemplo, en el Cuadro No. 7 se presentan los ingredientes y fracciones que comúnmente son utilizados para la elaboración de los BM (Fernández Mayer, 2012).

Cuadro No. 7. Composición general de los BM

Ingrediente	Proporción (%)
Urea	10
Grano de cereal	20
Harina de girasol	30
Azúcar, melaza o smartfeed	25
Sales minerales	5
Cal	10

Fuente: adaptado de Fernández Mayer (2012).

### 2.5.1 Uso de bloques multinutricionales en rumiantes

Makkar (2007), afirma que la característica importante en la utilización de los nutrientes en los rumiantes es la digestión fermentativa anaeróbica. En ese sentido, para aumentar la eficiencia de utilización de nutrientes o la productividad, es necesario que mantengan un ambiente propicio para una mejor actividad microbiana en el rumen.

Para la mantención de dicho ambiente ruminal, los BM aportan nitrógeno fermentable, el cual regula el nivel de amoníaco, permitiendo incrementar su población de microorganismos, lo cual mejora la degradabilidad de la fibra (Mejia et al., 2011).

Fernández Mayer (2012), considera que para evitar la pérdida de  $\text{NH}_3$  como urea a través de la orina o que produzca toxicidad y que los AGV se puedan perder en forma de calor, es imprescindible buscar sincronización dentro del rumen entre los AGV y el  $\text{NH}_3$  para optimizar la síntesis de microorganismos, en especial celulíticos. Para esto recomienda la utilización de granos de cereales molidos, para lograr una rápida degradación ruminal de los mismos (1 a 2 horas posterior a ser consumidos), mientras que el pico de  $\text{NH}_3$  se produce 1 a 1,5 horas, produciéndose así la sincronía para mayor síntesis de microorganismos ruminales.

En cuanto a los minerales que juegan un rol prioritario en el metabolismo ruminal, se destaca el azufre, debido a que éste mineral es indispensable para sintetizar dos aminoácidos esenciales (metionina y cistina). Se le suman fósforo, calcio y magnesio como principales macroelementos y oligoelementos asociados a reacciones metabólicas como enzimáticas y catalizadoras (Fernández Mayer, 2012).

Araujo Febres (2001), menciona que la mejora en la tasa de fermentación de las paredes celulares del forraje, aumenta la tasa de pasaje de la fracción indigestible, incentivando el consumo de más forraje. Mejia et al. (2011) al igual que Preston y Leng, citados por Bracho (2017), también refieren a un estímulo en el consumo causado por los BM y agregan que es benéfico en el estado energético de los animales.

### 2.5.2 Factores que afectan el consumo de bloques multinutricionales

Son variados los factores que afectan el consumo de BM en rumiantes en pastoreo, concordando que la dureza es la característica que más afecta el consumo (Araujo Febres 2001, Bracho 2017). La cual está condicionada por los niveles de cal, cemento, melaza y la humedad, el tiempo de almacenamiento y las condiciones de empaque durante ese almacenamiento (Zavala, 2002).

La consistencia del BM tiene particular importancia, la cual radica en que si es demasiado duro la ingesta se puede ver restringida sin producir los efectos deseados en el animal; por el contrario, si es demasiado blando se puede consumir demasiado rápido y en exceso, existiendo riesgo de causar toxicidad (Rodríguez, 2014).

Se ha observado que frente a aumentos del nivel de aglomerante (cal), aumenta la dureza y se deprime el consumo por parte de los animales. Referido al aglomerante, Tobia et al. (2003) afirman que el aumento de cal viva en la fórmula de BM, tiene una respuesta lineal ascendente sobre la resistencia y por lo tanto inversa en el consumo del suplemento por parte del animal.

En cuanto a los ingredientes, la mayor inclusión de melaza se asocia a mayores consumos, no siempre es un efecto directo del aroma y sabor de la melaza, sino que la melaza posee predominantemente moléculas pequeñas de azúcar con poca probabilidad de atrapar agua lo que resulta en bloques con baja resistencia o blandos (Zhu et al., Srinivas et al., citados por Birbe et al., 2006).

Dentro de los ingredientes la urea es el señalado como de mayor relevancia sobre el consumo, donde los niveles de urea en el bloque presentan una relación negativa con el consumo del mismo, llegando hasta reducciones de 15%, con contenidos altos de urea (Habib et al., citados por Birbe et al., 2006). Araujo Febres (2005) también observó disminuciones de consumo frente al aumento de la proporción de urea en el BM, en este

caso aun mayor, registro una disminuci3n de 87% en el consumo de bloque cuando se aument3 de 5 a 8%, la composici3n de urea en el bloque.

Tambi3n, variables como el tiempo de almacenamiento y el empaque de los BM pueden afectar el consumo. Araujo Febres (1997) registr3 un aumento significativo de la resistencia de los bloques cuando fueron almacenados durante 30 y 45 d3as, mientras que el consumo de BM tendi3 a disminuir a mayor tiempo de almacenamiento. En cuanto al empaque (BM envueltos en bolsa pl1stica), la resistencia fue mayor en los BM sin empaque, endurecieron en mayor medida que los que permanecieron cubiertos. Tanto para el tiempo de almacenamiento como para el efecto de cubrirlos, el aumento de la resistencia de los BM se asocia a la perdida de humedad del mismo.

### 2.5.3 Performance de rumiantes en respuesta a la suplementaci3n con bloques multinutricionales

La informaci3n nacional sobre terneros de destete pastoreando campo natural suplementados con BM es muy limitada. Aunque la composici3n de los BM no var3a en gran medida, s3 puede hacerlo el ambiente en el cual se realiza la suplementaci3n, por tanto, los trabajos previos son de gran ayuda a modo de referencia como antecedentes.

Legorburu y Victorica (2019), realizaron un trabajo a nivel nacional suplementando con BM a terneras cruzas Hereford  $\times$  Aberdeen Angus con un peso inicial de  $163,4 \pm 4,9$  kg, las cuales pastorearon durante invierno campo natural (reservado 5 meses previo al inicio del experimento) con una disponibilidad de forraje promedio durante el per3odo experimental de  $1830,9 \pm 201,3$  kg MS/ha y una carga inicial del experimento de 0,7 UG/ha. Los BM estaban compuestos de 87% de MS, 35,5% de PB, menos de 1 % de FDA, 4% de FDN, 34,7% de cenizas y 0,2% de aceites y grasas. Los autores relevaron un consumo del suplemento de 131 g/animal/d3a, dentro del indicado por la empresa que produjo el suplemento, y la ganancia de peso vivo fue de 0,455 kg/animal/d3a, la cual no difiri3 de la misma para el lote testigo los cuales tuvieron un aumento de peso vivo de 0,519 kg/animal/d3a.

Araujo Febres (2005) realiz3 un experimento en M3xico, utilizando terneros Criollos, cuyo PV inicial era de 190 kg y su dieta base se compon3a del pastoreo de un rastrojo de sorgo *ad libitum* m1s 2 kg de suplemento (ma3z 72%, cama de pollo 20% y pasta de soja 8%) y sales minerales. La mitad del lote, adem1s se los suplemento con BM, dichos animales presentaron una GMD 20% a los animales sin acceso a BM, y a su vez una mejor eficiencia de conversi3n del alimento (6,9 vs. 8,2). El mismo autor en un trabajo llevado a cabo en Venezuela, con vaquillonas de 212 kg de PV pastoreando sabanas de suelos pobres en el llano, se dividieron en dos lotes y uno recib3 suplementaci3n con BM, los animales suplementados con BM presentaron una GMD de 300 g/animal/d3a y un diferencial de 482 g/animal/d3a, en comparaci3n con el lote sin

suplementación. El autor concluye que el uso de los BM mediante una mejora de la fermentación ruminal y un aumento en el consumo de pasto, independientemente de su calidad, le permite expresar un diferencial frente a los que no perciben dicha suplementación.

Fernández Mayer (2012) en un trabajo sobre pasturas naturales durante 90 días de periodo invernal, utilizando 10 animales de cría Aberdeen Angus por tratamiento, con un PV de 274 kg, evaluó la suplementación con BM (MS 78%, PB 41%, digestibilidad 81%, azúcares solubles 33%), en el total del periodo observó una GMD de 219 g/animal/día para los suplementados, 356 g superior a la de los animales que no recibieron suplementación. El autor explica dicho resultado en base a que el BM favorece la sincronía energético-proteica en el ambiente ruminal de forma constante durante todo el día, permitiendo una mejor producción de microorganismos ruminales, necesarios para la eficiente fermentación de la fibra.

Sampedro et al. (2017) realizaron 3 trabajos entre 2010 y 2013 sobre pasturas naturales del centro Sur de Corrientes, Argentina, dichas pasturas naturales presentaron todos los años a inicio de invierno una disponibilidad en el entorno de los 1500 kg MS/ha, los experimentos se llevaron adelante bajo pastoreo continuo con una carga animal de  $253 \pm 33$  kg PV/ha, compuesta por entre 16 y 20 terneras Braford 3/8, las cuales promediaron al inicio de los 3 experimentos 161 kg de PV. El lote testigo se suplementó con un suplemento mineral (compuesto por 6% fósforo, 12% calcio y 50% sal), mientras que otro lote se suplementó con BM que contenía 35% PB (urea máxima, 28%), melaza y minerales (2,5% fósforo, 6% sodio, 0,4% azufre, 0,2% magnesio, 1500 ppm de cobre y 1000 ppm de zinc), ambos suplementos se suministraron a voluntad.

Cuadro No. 8. Ganancia de peso promedio de 3 años de experimentos con terneros suplementados con bloques multinutricionales sobre pastura natural

Ganancia de peso, g/d	Testigo	BM
Invernal	131	266
Estival	560	555
Total	418	464

BM= Bloques multinutricionales.

Fuente: adaptado de Sampedro et al. (2017).

En la Unidad La Magnolia, se realizó un experimento con cría de hembras de sobre año sobre campo natural, durante el periodo invernal (julio a setiembre), el cual tuvo una disponibilidad entre 861 y 1039 kg MS/ha y donde no se encontraron limitantes minerales de Ca, Mg, Cu, Zn y Mn. Constó con un tratamiento testigo, el cual no recibió suplementación y otro tratamiento suplementado con BM (principalmente con melaza y urea) cuya PB se componía un 30% de proteína verdadera y un 70% de NNP. Los PV iniciales fueron de 183 kg para el testigo y 188 kg para el suplementado con BM,

mientras que los PV al final del experimento fueron de 185 y 194 kg para el testigo y suplementado con BM respectivamente, no presentándose diferencias significativas en los pesos de inicio y final entre los tratamientos (Almirati y Peri, citados por Brito y Fiol, 2006).

## 2.6 GRANOS DE DESTILERÍA

Los GD (granos de destilería), son subproductos obtenidos del proceso de producción de etanol, en el cual la reserva de almidón del grano sufre una fermentación alcohólica, de donde se extrae el alcohol, mientras que el resto de los componentes del grano mantienen su composición, concentrando las características químicas de dichos componentes (USGC, 2012).

### 2.6.1 Característica de los granos de destilería

En la Figura No. 2 se observan las diferentes etapas simplificadas para la mejor comprensión del proceso de producción de etanol. Donde luego de la fermentación el producto es destilado separando el etanol del caldo, el cual primeramente es centrifugado y se obtiene el extracto solido grosero, lo que conforma el GDH (granos destilados húmedos) y, por otro lado, un caldo con sólidos de menor tamaño los cuales son expuestos a un proceso de evaporación, concentrando esos solidos más finos, los cuales conforman SDC (solubles de destilería condensados). Los GDH tiene dos destinos: se le puede añadir los SDC y conformar los granos de destilería húmedos con solubles (GDHS, WDGS en inglés), o se pueden secar los GDH, transformándolo en GDS (granos de destilería secos), los que se le adiciona SDC para formar el GDSS (granos de destilería secos con solubles) o por su sigla en inglés DDGS (distillers dried grains with solubles).

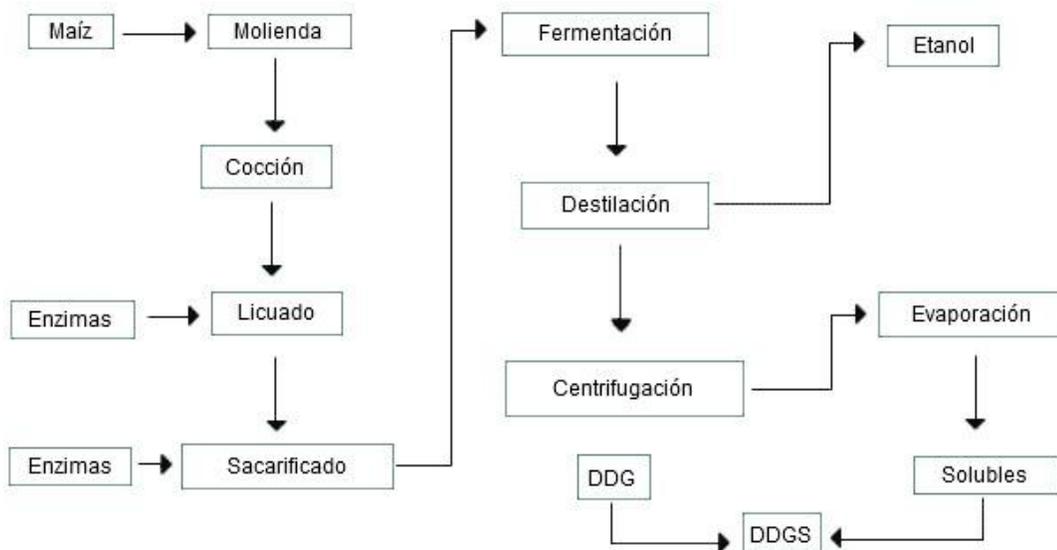


Figura No. 2. Esquema simplificado del proceso de obtención de etanol y subproductos

Fuente: Salguero (2015).

En cuanto a las diferencias del WDGS y el DDGS radica principalmente en su manejo y costos asociados, el WDGS no asume el costo de secado, pero asociado a esto, si presenta mayor volumen para su transporte a iguales cantidades de materia seca en comparación con el DDGS. Otro aspecto relevante es la durabilidad del WDGS, ya que por su humedad se degrada rápido y su almacenamiento no es sencillo, además de implicar mayor volumen (Schingoethe, 2007).

En el Cuadro No. 9 se observa la composición química de DDGS de maíz promedio de industrias en Estados Unidos (Anexo No. 1), es necesario destacar que la composición puede variar, incluso en una misma planta de producción entre diferentes partidas, esto debido a que el DDGS se ve afectado por diversos factores tales como: tipo, variedad o híbrido y calidad de grano, proceso de molienda, duración de la fermentación, condiciones de secado, si se realiza extracción o no de aceite y cantidad de solubles que son incorporados al DDG (USGC, 2012).

Cuadro No. 9. Composición química promedio del DDGS de maíz, producido por 15 industrias en Estados Unidos

Componente	%
Materia seca	91,6
Proteína cruda	29,5
Extracto etéreo	8,4
Fibra cruda	6,5

Fuente: elaborado en base a USGC (2012).

Haciendo referencia a los datos del Cuadro No. 9, el DDGS obtenido del grano de sorgo, tiende en promedio a tener un mayor contenido de PC en comparación con los originados por granos de maíz (33 vs. 26 % PC, FEDNA, 2012).

Además, Klopfenstein (1996), afirma que el contenido de almidón de subproductos de la destilería es inferior a su grano de origen, pero en los DDGS se ve aumentado el contenido de fibra y proteína en relación al grano del cual fue producido, Di Costanzo y Wright (2011) concuerdan y agregan que estos subproductos en algunas plantas pueden finalizar con altos contenidos de azufre y fósforo, como resultado de los tratamientos utilizados en el proceso, de constatarse contenidos de azufre por encima 0,4 % de la MS, podría ser problemático.

#### 2.6.2 Performance de la suplementación con DDGS sobre forrajes de baja calidad

Morris et al. (2005), observaron la respuesta de terneras cuya dieta estaba compuesta por heno de baja calidad (53% NDT), y con diferentes niveles de suplementación con DDGS, donde con un nivel de suplementación de 0,84 % del PV, la GMD registrada fue de 0,913 kg/animal/día. Estos autores no constataron diferencias en la eficiencia de conversión del suplemento (EC=kg de suplemento consumido/kg de peso vivo adicional al lote testigo), cuando se suplementaron a razón de 0,44; 0,64 y 0,84% del PV diario (EC=3,76:1), si se observó una mala EC del suplemento (40:1), cuando los animales fueron suplementados diariamente con el 0,23% del PV.

Un experimento realizado por Gadberry et al. (2010), con novillos de 220 kg de PV, cuya base alimenticia fue heno de festuca de baja calidad y algunos tratamientos con diferentes niveles de suplementación con DDGS, registraron una respuesta en GMD de 0,770 kg/ animal superior en favor de animales suplementados, a razón de 1,2% del peso vivo con DDGS, en comparación a animales testigos sin suplementación.

Por otro lado, Gustad et al. (2006) trabajaron con terneros pastoreando rastrojo de maíz suplementados con DDGS, donde la suplementación iba desde 0,29 hasta 1,27% del PV, donde observaron GMD de 0,410 y 0,820 kg/animal respectivamente. Cabe resaltar, que los autores mencionan que: los casos que la suplementación se realizó a un nivel del 1,08 y 1,27 % del PV diario, algunos animales no consumieron el total del suplemento y además que las ganancias siguieron un patrón cuadrático, en el cual la suplementación por encima de 1,1 % del PV diario no presento mayor respuesta, por lo tanto, ellos toman este último valor como un límite practico desde el cual no es conveniente aumentar la suplementación.

Se realizó un trabajo sobre campo nativo (PB 8,8%, FDN 67,4%, digestibilidad 48,9%) con novillos (225 kg), con diferentes niveles de suplementación de DDGS, los

cuales abarcaban 0;0,25;0,5 y 0,75% del PV. Los resultados medidos en GMD fueron desde 0,266 a 0,784 kg/animal/día, para animales con 0 y 0,75% de suplementación respectivamente, para este ultimo la EC del suplemento calculada fue de 2,96 kg suplemento/kg adicional de PV (Jenkins et al., 2009).

En el Gráfico No. 5 se observa las ganancias medias diarias y eficiencia de conversión del suplemento en distintos experimentos utilizando diferentes niveles de suplementación con DDGS de sorgo.

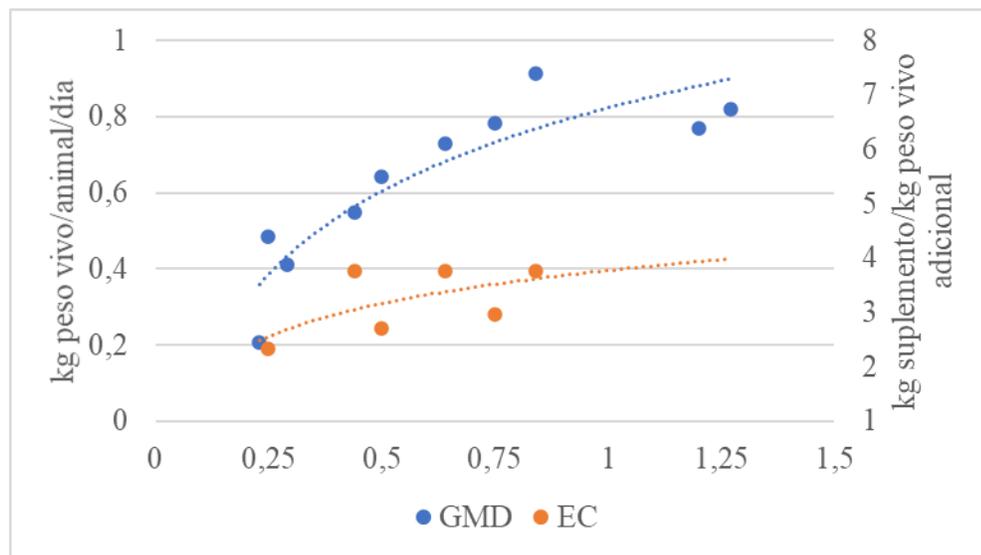


Gráfico No. 5. Resumen de ganancias medias diarias (GMD) y eficiencia de conversión del suplemento (EC) obtenidos a partir de animales pastoreando forrajes de baja calidad (henos, rastrojos o campo nativo) y suplementados con DDGS

Fuente: elaborado en base a Morris et al. (2005), Gustad et al. (2006), Jenkins et al. (2009), Gadberry et al. (2010).

En el Gráfico No. 5 se puede observar que para todos los niveles de suplementación los valores de GMD son positivos, hubo una tendencia a aumentar la GMD de forma cuadrática, aumentando las GMD hasta un nivel de inclusión del suplemento de 0,8 % del PV, donde las ganancias se estabilizan. Mientras que la EC del suplemento se mantiene en rangos entre 2 y 4, con una tendencia de aumento leve.

Schingoethe (2007), menciona como máximo nivel de inclusión del DDGS en la dieta un 40% del consumo de materia seca del animal, y advierte que consumos mayores pueden acarrear problemas nutricionales por excesos de fósforo y proteína en la dieta, pero dicho nivel de inclusión colabora en el aporte de fibra a mejorar el ambiente ruminal, disminuyendo las ocurrencias de acidosis en comparación con los cereales de origen.

## 2.7 SISTEMA DE AUTOCONSUMO EN LA SUPLEMENTACIÓN DE CONCENTRADOS

Debido a las características “extensivas” de los sistemas ganaderos donde se manejan terneros sobre campo natural, Quintans (2002) asevera que muchas veces la implementación de programas de suplementación que impliquen un suministro diario del suplemento a los animales, enfrenta dificultades operativas (falta de maquinaria, potreros muy grandes con lotes de animales mayores a los recomendados, problemas de acceso frecuente con vehículos, etc.). En este sentido el uso de sistemas de alimentación usando comederos de autoconsumo, en los que los animales pueden acceder en forma libre, puede contribuir a levantar una limitante práctica asociada a una recomendación técnica como la suplementación invernal de terneros, que ha demostrado ser una excelente opción.

El sistema de autoconsumo prevé el suministro de grandes volúmenes de concentrado en un comedero con capacidad para varios días, al cual el animal concurre voluntariamente a lo largo del día (Beretta y Simeone, 2008). Este sistema, supone que el suplemento siempre debe estar disponible en el comedero. Disminuye en gran medida el tiempo operativo destinado a la actividad de la suplementación, haciendo viable la tecnología para un mayor número de situaciones.

### 2.7.1 Competencia entre animales

El nivel de insatisfacción de la demanda (diferencia entre los kg de demanda y los ofrecidos), determina la intensidad en la competencia por el suplemento. La uniformidad de la demanda y la homogeneidad en algunas características del lote de animales como tamaño, edad, astado/mocho, raza, etc., da el grado de igualdad de oportunidades de los individuos para la competitividad (Mac Loughlin, 2005b).

La conformación del lote de animales suele ser la causa más importante del grado de uniformidad de la demanda y de la variación del consumo individual de la pastura y del suplemento. Cuando el peso vivo, raza, potencial genético para crecimiento, sexo, categoría, historia nutricional, etc., no es homogéneo entre los integrantes del grupo, se producen consumos desiguales debido a las diferencias en la demanda del suplemento, y a las interacciones sociales. Algunas de estas fuentes de variación de consumo individual, como las diferentes historias nutricionales, ejercen su influencia principalmente en las etapas iniciales, mientras que otras persistirán durante todo el ciclo productivo (Mac Loughlin, 2005b). El mismo autor sostiene que, el tamaño y la edad de los animales tienen una directa relación con las interacciones sociales de dominancia y subordinación. En situaciones donde los recursos alimenticios son limitados, los individuos más jóvenes y de menor peso corporal (en general

subordinados), suelen quedar relegados ante las actitudes intimidatorias de los que ocupan lugares más altos en la jerarquía social. Estos, cuando se acercan a los comederos, desplazan a los subordinados disminuyendo sus posibilidades de consumo. Las razas también juegan un papel importante en las jerarquías sociales. Los Aberdeen Angus suelen ser dominantes con respecto a los Shorthorn, y ambos a su vez con los Hereford, aun habiendo en algunos casos, diferencias de tamaño a favor de estos últimos. Es conocido el efecto dominante de los animales astados sobre los mochos.

Con relación a factores relacionados con el suplemento, Mac Loughlin (2005b), sostiene que, a mayor cantidad ofrecida, el nivel de insatisfacción de la demanda y la competitividad disminuyen, y el tiempo expuesto aumenta, así como las posibilidades de consumo de todos los individuos. Las distintas características físico-químicas de los suplementos, hacen que las velocidades de consumo sean diferentes. Los concentrados energéticos o proteicos tienen mayor velocidad de ingestión, y en consecuencia menor tiempo de exposición, que los voluminosos. El tiempo que un suplemento queda expuesto se correlaciona positivamente con las posibilidades de consumo por parte de todos los animales. A mayor tiempo de exposición, menor es el número de animales que no consume.

Además, Mac Loughlin (2005b) afirma que un ejemplo notorio del efecto de la forma física del suplemento sobre la variación de consumo individual, son los bloques para lamer. Estos se utilizan como fuente de minerales, y/o energía, y/o proteína. Tienen la ventaja de ser fáciles de manipular, se pueden administrar con frecuencias de varios días, tienen mucho tiempo de exposición y todos los animales tienen la posibilidad de acceder y consumirlo. A pesar de estas ventajas, la bibliografía existente reporta demandas muy poco uniformes con altos coeficiente de variación de consumo individual, porcentaje de animales que no consume, y número de individuos que no llegan a la ingesta objetivo.

La pastura es la fuente de nutrientes más importante, y ejerce un papel determinante sobre el consumo de suplemento. A menor disponibilidad y calidad de la pastura, mayor será la demanda, la competitividad, y las variaciones de consumo individual del suplemento. El caso inverso, a medida que aumenta la disponibilidad y calidad, disminuye la demanda, la competitividad y la variación del consumo individual, se cumple hasta que el volumen de forraje es tal, que los animales comen *ad libitum*, perdiendo interés por el suplemento (demanda cercana a cero). En estas situaciones, que lo ingieran o no depende más de las preferencias de los animales por los alimentos, que cualquier otro factor, y ante pequeñas dificultades de accesibilidad al comedero, es común observar altas variaciones de consumo individual y cantidad de individuos con ingesta cero. Las muy altas o muy bajas demandas del suplemento conducen a elevados coeficientes de variación en los consumos individuales (Mac Loughlin, 2005b).

### 2.7.2 Respuesta a la suplementación regulada vs. *ad libitum*

Si bien son escasos los trabajos de investigación que comparan la suplementación de concentrados regulada frente a la suplementación *ad libitum* sobre campo natural, Rovira (2012) evaluó la suplementación energética con ración comercial (la composición de la ración utilizada para suplementación diaria fue de 14,3% PB, 7,5% FDA, y 13,5% cenizas, mientras que la utilizada en autoconsumo fue de 10,5% PB, 5,1% FDA y 22,4% cenizas) en autoconsumo en el engorde de novillos de 326 kg de PV sobre pasturas templadas de alta calidad. Los tratamientos fueron: 1) testigo sin suplementación; 2) suplementación diaria 1% del PV; 3) suplementación restringida en autoconsumo 1% PV con recarga semanal del comedero (el comedero se recargó semanalmente al 1% del PV por 7 días, pudiendo quedar desprovisto de alimento); 4) suplementación *ad libitum* en autoconsumo (recargándose regularmente evitando que quedara desprovisto de ración). En los tratamientos con autoconsumo se utilizó ración con 10% de sal para limitar consumo. El consumo de ración en autoconsumo *ad libitum* fue 6,7 kg/animal/día (1,8% PV), significativamente más alto que el registrado en los tratamientos al 1% PV, ya sea bajo suministro diario (3,6 kg/animal/día) o autoconsumo restringido (3,7 kg/animal/día). En este último tratamiento, el comedero quedó desprovisto de ración 2 a 3 días por semana para ajustar el nivel de suplementación a 1% PV. El peso vivo final y la ganancia de peso fue significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) en los animales suplementados ( $382 \pm 29$  kg y  $1,012 \pm 0,546$  kg/a/d, respectivamente) comparado con el grupo testigo ( $329 \pm 25$  kg y  $0,198 \pm 0,276$  kg/a/d), no existiendo diferencias asociadas al método de entrega de la ración ( $P > 0,05$ ). La eficiencia de conversión del suplemento a peso vivo tendió a desmejorar en los tratamientos de autoconsumo, especialmente cuando fue *ad libitum*. La presencia de sal adicional y un mayor consumo de ración en los tratamientos de autoconsumo pueden haber explicado dicho incremento numérico en la eficiencia de conversión (Rovira, 2012).

Por otra parte, Henderson et al. (2015) en terneros de destete precoz (60 días de edad) con  $75,2 \pm 12,1$  kg de PV pastoreando sobre una pradera de vida corta de primer año conformada por *Cichorium intybus* y *Trifolium pratense*, cuya disponibilidad promedio previa a cada pastoreo fue de 2560 kg MS/ha, asignación de forraje del 8% del PV diario y realizando tres tratamientos suplementados con ración comercial molida (18% PC y 80% de digestibilidad) con diferentes modos de suplementación, los cuales consistían en: 1) suplementación diaria al 1% del PV; 2) suplementación en autoconsumo con agregado de sal (NaCl 14,53 % en base seca) con el fin de intentar regular el consumo al 1% del PV; 3) suplementación en autoconsumo *ad libitum* sin agregado de sal, relevaron consumos del 1; 1,19 y 2,8 % del PV para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, donde únicamente el consumo del tratamiento autoconsumo sin agregado de sal difirió significativamente. Estos consumos también se reflejaron en el aumento del PV de los animales, los cuales fueron de 0,631; 0,859 y 1,114 kg/animal/día para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, para la mencionada variable todos los tratamientos difirieron significativamente. En cuanto a la eficiencia de conversión del

suplemento ofrecido, la suplementación diaria presento la peor conversión del suplemento (9,83:1), en este sentido las suplementaciones en autoconsumo obtuvieron mejores indicadores de eficiencia en comparación con la suplementación diaria, aunque comparadas entre sí, la suplementación autoconsumo *ad libitum* presento mejor eficiencia comparada con la suplementación autoconsumo con agregado de sal (5,42 vs. 8,65:1, respectivamente). Los autores relacionan la mejor eficiencia de conversión del suplemento de los tratamientos en autoconsumo a su mayor GMD en comparación con los suplementados diariamente, no observaron síntomas de disturbios nutricionales causados por los altos consumos de suplemento, principalmente en el tratamiento autoconsumo sin agregado de sal y justifican que el consumo de forraje fue el suficiente para evitar los mismos. Advirtieron también el mayor consumo de agua por parte de las terneras del tratamiento autoconsumo limitado y se asocia al mayor consumo de NaCl, por lo que adjudican gran importancia del acceso a suficiente agua en animales bajo suplementación, pero principalmente en animales cuya suplementación es regulada mediante el agregado de sal.

## 2.8 HIPÓTESIS

La suplementación invernal con fuentes energético-proteicas ofrecidas *ad libitum* en regímenes de autoconsumos a terneros de destete pastoreando campo natural sobre basalto profundo, incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementación. La magnitud de la respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento, sin embargo, puede variar dependiendo del tipo de suplemento (DDGS de sorgo o bloques energético-proteico).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 PERÍODO Y PREDIO EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el establecimiento comercial “Santa Josefina”, ubicado en Baltasar Brum, departamento de Artigas, sobre camino vecinal Sarandí del Yacuí, a 30°43'55" de latitud Sur y 57°22'17" de longitud Oeste, entre el 2 de julio y el 24 de setiembre de 2018, teniendo una duración de 85 días.

El área experimental utilizada constó de un potrero de 33 hectáreas de campo nativo, delimitado por un alambrado de ley y fraccionado en 6 parcelas de igual superficie (5,5 hectáreas cada una, delimitadas entre sí por dos hilos de piola eléctrica).

Los suelos que comprenden el área utilizada para el experimento, se clasifican dentro de los grupos 1.11a (22% del experimento) y 12.22 (78% del experimento), en la Unidad de suelos “Queguay Chico” e “Itapebi - Tres Arboles” respectivamente. Cabe destacar que la injerencia de cada grupo de suelo en las distintas parcelas, observado mediante superposición de capas en imagen satelital, es muy similar (Anexo No. 2).

Todas las parcelas contaban con fuente de agua fresca constante, brindada mediante el acceso a un curso natural de agua sobre la esquina Noroeste de las mismas. En dos parcelas, se colocó un comedero de autoconsumo de doble entrada por parcela, ambos comederos con características idénticas de frente de ataque y altura (2 metros de frente de ataque a cada lado y 0,75 metros de altura desde el suelo al borde del frente de ataque) y una capacidad de 800 kg. Los comederos consisten de una tolva de acopio del alimento, la cual surte de alimento los frentes de ataques a medida que los mismos son vaciados. La ubicación de ambos comederos se realizó de forma estratégica, con el objetivo de buscar zonas de buen drenaje y firmeza, evitando zonas bajas. En la Figura No. 3 se observa el croquis del experimento.



■ Comederos de autoconsumo con DDGS de sorgo

● Bloques Crystalyx®

■ Fuente de agua

A I= Autoconsumo repetición 1. A II= Autoconsumo repetición 2.

T I= Testigo repetición 1. T II= Testigo repetición 2

B I= Bloque repetición 1. B II= Bloques repetición 2.

Figura No. 3. Croquis del experimento

### 3.2 CLIMA

Con base en los datos de la Estación Meteorológica de la ciudad de Artigas, la región se caracteriza por un régimen de precipitaciones promedio de 1453 mm acumuladas en el año, humedad relativa de 72%, una temperatura media anual de 19 °C y la velocidad del viento horizontal media anual de 4,1 m/s, la cual presenta cierta variación entre meses.

En el Gráfico No. 6 se muestran la distribución de las precipitaciones y la humedad relativa, ambos promedios mensuales, además en el Gráfico No. 7 se presentan las temperaturas máximas, mínimas y media durante el año respectivamente, mientras que, en el Gráfico No. 8 la velocidad media anual del viento horizontal. Todas las medidas son con base en una serie de datos de 30 años (1961 a 1990).

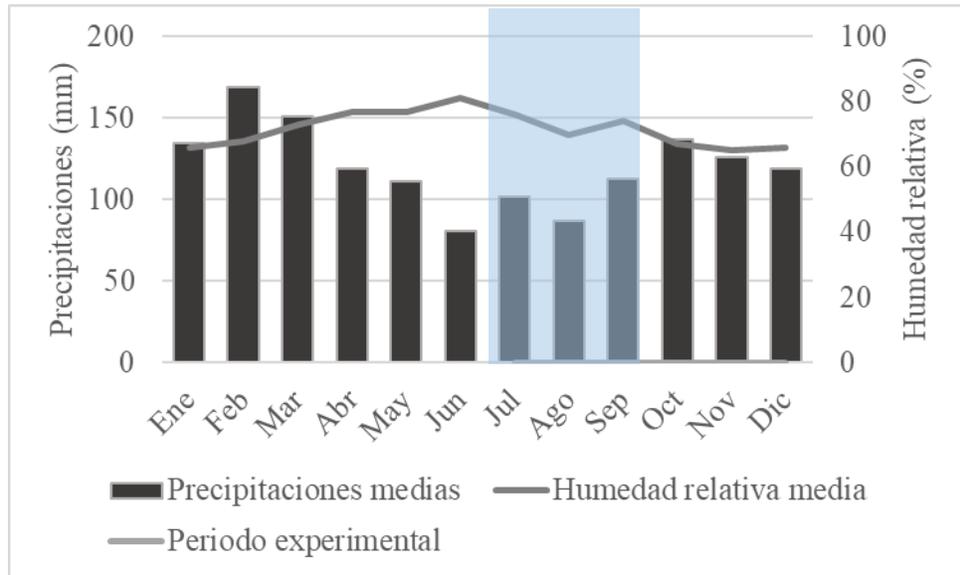
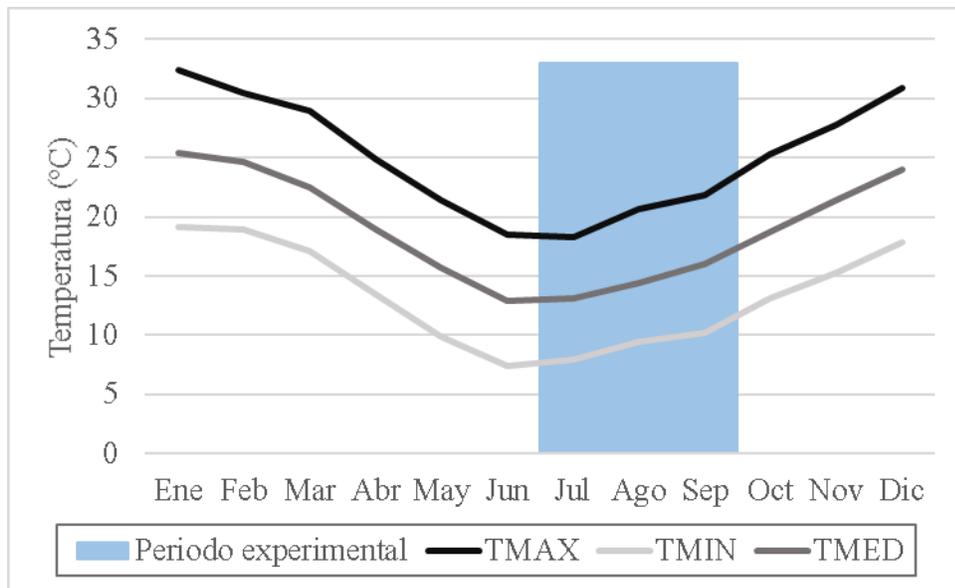


Gráfico No. 6. Precipitaciones y humedad relativa medias mensuales, para la ciudad de Artigas (serie de datos 1961-1990)

Fuente: MDN. DNM (s.f.).



\*TMAX= Temperatura maxima, TMIN= Temperatura minima, TMED= Temperatura media.

Gráfico No. 7. Temperaturas medias, máximas y mínimas promedios mensuales, para la ciudad de Artigas (serie de datos 1961-1990)

Fuente: MDN. DNM (s.f.).

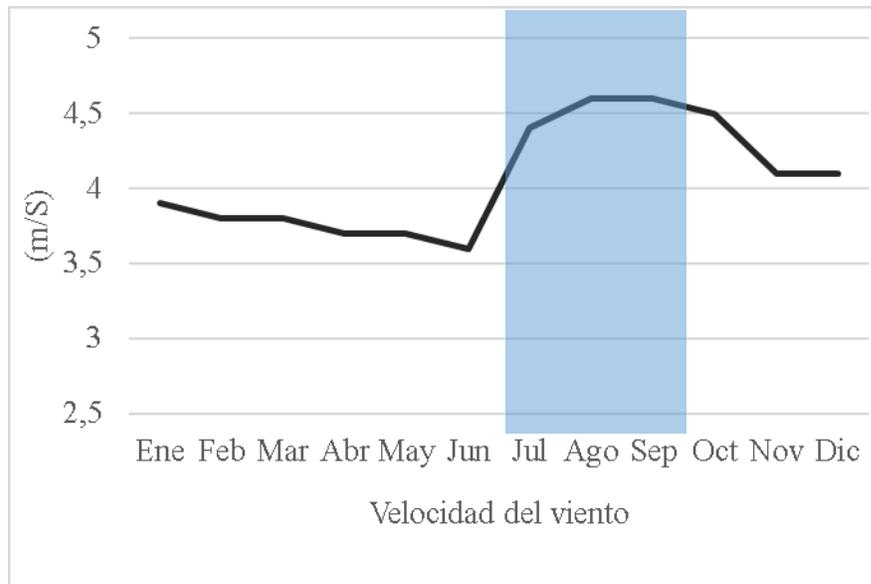


Gráfico No. 8. Velocidad media del viento horizontal, para la ciudad de Artigas (serie de datos 1981-1990)

Fuente: MDN. DNM (s.f.).

### 3.3 ANIMALES

Se utilizaron 60 terneros Hereford, producción del propio establecimiento, de aproximadamente 8 meses de edad al inicio del experimento y  $133 \pm 6,1$  kg de peso vivo en ayuno, nacidos en la primavera del 2017 y destetados el 15 de abril de 2018. Todos eran machos castrados al momento del destete, cabe destacar que son producto de destete tradicional (destetados a los 6 meses de vida).

Desde la separación de los terneros con sus madres, permanecieron en un potrero de campo natural, donde previo al experimento se seleccionaron minimizando la dispersión de pesos, simplemente para mayor homogeneidad en los tratamientos.

### 3.4 PASTURA Y SUPLEMENTOS

El experimento se realizó sobre campo natural, el cual había sido previamente reservado durante seis meses. La disponibilidad inicial fue claramente condicionada por un déficit hídrico que afectó la zona, desde diciembre de 2017 hasta abril de 2018. Como resultado, el disponible inicial de forraje promedio del área experimental fue de 956 kg MS/ha.

Los suplementos energéticos-proteicos utilizados fueron dos, DDGS de sorgo subproducto obtenido de la planta de ALUR en Paysandú y bloque comercial energético-proteico-mineral. En el Cuadro No. 11 se muestra la composición química de ambos suplementos.

Cuadro No. 10. Composición química del DDGS de sorgo y del bloque Crystalyx®

	MS (%)	PC (%)	NIDA*6.25 (%)	FDN (%)	FDA (%)	Aceites y grasas (%)	Cenizas (%)
Bloque	88,1	36,0	<0,2	5,0	2,0	<0,1	38,4
DDGS	87,2	35,3	0,5	27,0	11,0	6,9	4,6

\*NIDA: Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido.

### 3.5 TRATAMIENTOS

Los animales fueron sorteados a seis lotes previa estratificación por peso y estos fueron asignados al azar a uno de tres tratamientos

- 1) Testigo (T): pastoreo de campo natural sin suplementación.
- 2) Autoconsumo (AC): pastoreo de campo natural con una suplementación *ad libitum* de DDGS de sorgo suministrado en comederos de autoconsumo.
- 3) Bloque (B): pastoreo de campo natural y suplementación con bloques energéticos-proteicos Crystalyx®, a voluntad.

Cada tratamiento constó de dos repeticiones, cada repetición integrada por 10 animales, pastoreando con una carga fija de 1,82 animales por hectárea, o una carga equivalente a inicio del experimento de 242 kg de peso vivo por hectárea.

### 3.6 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.6.1 Período pre-experimental

Previo al inicio del experimento, se realizó durante un periodo de siete días (25 de junio al 1 de julio de 2018) la introducción de los animales a los suplementos mencionados según tratamiento. Durante dicho período, los animales permanecieron encerrados en las magas del establecimiento diferenciados por tratamiento, a primera hora de la mañana todos los animales fueron alimentados con 3 kg base fresca (BF)/animal de heno. A los animales asignados a los tratamientos autoconsumo además se les adicionaba sobre el fardo DDGS de sorgo en diario aumento progresivo a razón de

0,2 kg BF/animal desde el día 1 hasta llegar a ofrecer 1 kg BF/animal. A los terneros asignados al tratamiento con bloque, les fueron colocados dos bloques en el centro del encierro, para permitir un acceso permanente a los mismos. Durante el mismo período los animales correspondientes a los tratamientos testigo, solo disponían de la alimentación matutina de heno.

Al final del periodo pre-experimental, todos los animales correspondientes a los tratamientos de autoconsumo comían el suplemento ofrecido, y a los animales asignados a los tratamientos de bloque se les observaban lamer el bloque varias veces durante el día.

### 3.6.2 Período experimental

Dicho periodo dio comienzo el 2 de julio de 2018, cuando por la mañana se asignó a cada lote la parcela correspondiente. Durante los dos primeros días posteriores al comienzo del experimento se acercó a los animales a los comederos de autoconsumo y a los bloques, con el fin de que reconocieran los suplementos a campo, y observar su consumo por parte de todos los animales.

En el tratamiento con bloque, se aseguró la presencia de por lo menos dos bloques por parcela para el correcto acceso de los terneros al mismo. En el tratamiento de autoconsumo con DDGS, los comederos fueron recargados cada siete días, con suplemento suficiente para diez días de abastecimiento, de acuerdo al registro previo de. De igual manera se realizaron controles cada dos o tres días para evitar momentos sin disponibilidad y asegurar una oferta sin restricción.

## 3.7 REGISTROS Y MEDICIONES

### 3.7.1 Pastura

La disponibilidad de forraje fue estimada cada 28 días mediante la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975) utilizando una escala de tres puntos para cada parcela del experimento (representando alta, media y baja biomasa disponible). Sobre la base de esta escala, cada parcela fue muestreada en 300 puntos al azar. Arrojando un cuadro de 30x30 cm y asignando un puntaje correspondiente. En uno de cada diez cuadros se midió la altura de la pastura en 5 puntos de la diagonal, registrando la altura mayor de contacto del forraje con la regla. Finalizado los muestreos, las escalas fueron cortadas al ras del suelo previo registro de la altura, debidamente identificados y guardados en bolsas plásticas para su traslado. El secado de las muestras se realizó en el laboratorio de procesamiento primario de muestra de la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”, en estufa de aire forzado a 60° C durante 48 horas. Las muestras secas fueron conservadas para posterior análisis químico

### 3.7.2 Peso vivo

El peso vivo en ayuno de los animales fue registrado al inicio del experimento, luego se pesaron cada 14 días, realizando una pesada el día 13 a última hora de la tarde (alrededor de las 18 horas), luego permaneciendo encerrados durante la noche, para provocar ayuno aproximado de 14 horas, y se pesaban a primera hora de la mañana el día 14 (alrededor de las 8 horas).

Los animales se pesaron en las instalaciones propias del establecimiento con una balanza Thunderbird modelo SS1000, cuya capacidad máxima y apreciación es de 2000 y 0,5 kg respectivamente, también propiedad del mismo. Para ser llevados a las instalaciones se juntaba los animales de todos los tratamientos, con el fin de aleatorizar el orden de pesada, permaneciendo mezclados los tratamientos en el encierro nocturno sin perder esta característica en la pesada matutina. Posterior a esta pesada, se realizaba el correspondiente loteo para que se les asignaran las parcelas correspondientes a los animales.

### 3.7.3 Consumo de suplemento

El consumo de DDGS estimó mediante la diferencia entre la cantidad de suplemento ofrecido y la cantidad residual al momento del próximo llenado del comedero, retornando el suplemento residual al comedero.

El consumo de bloque se estimó también a partir de la diferencia de peso de cada bloque, el cual fue registrado mediante la diferencia de peso de los bloques cada 14 días. Cuando se retiraban los contenedores de bloques vacíos, se pesaban y eran descontados, a efecto de no afectar la medición del consumo. Se colocó testigo para corregir por pérdidas por lluvia. Luego de cada evento de precipitación, se retiraba el agua acumulada sobre el suplemento.

Durante las semanas 2, 6 y 10, el consumo de suplemento tanto de DDGS como de bloque se estimó de forma diaria, utilizando el mismo procedimiento. Al inicio y cada 24 horas (entre las 10 y 11 de la mañana) durante los 7 días de las semanas mencionadas anteriormente se registró el peso del DDGS disponible en el comedero autoconsumo, así como el peso de los bloques disponibles en la parcela para consumo. Estas mediciones de peso de ambos suplementos se realizaron con una balanza electrónica, cuya capacidad máxima y mínima de peso era de 300 y 0,1 kg respectivamente.

#### 3.7.4 Comportamiento ingestivo

El comportamiento ingestivo fue evaluado en dos días consecutivos, también de las semanas 2, 6 y 10. En la semana 2 se escogieron dos animales al azar por parcela sobre los que se realizaron todas las observaciones de comportamiento. La evaluación fue realizada por observación directa, registrando cada 10 minutos en el período con luz comprendido entre 7:30 y 18:30 horas cuál de las siguientes actividades estaba realizando el animal: pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda, descanso, rumia, acceso al comedero o bloque y actividad de consumo de agua.

### 3.8 MANEJO SANITARIO

La sanidad en el periodo pre-experimental constó de una dosificación desparasitante el 1 de abril, vacunación obligatoria contra fiebre aftosa en mayo y nueva desparasitación el 15 y 31 de dicho mes respectivamente.

Durante el periodo experimental, se realizó aplicación de spray con el fin de curar animales infectados con queratoconjuntivitis el 15 de agosto. En medio de la etapa experimental se realizó una aplicación antiparasitaria el día 31 de agosto.

### 3.9 ANÁLISIS QUÍMICO

La composición química de los suplementos energéticos-proteicos ofrecidos fue analizada sobre dos muestras de DDGS cada una correspondiente a diferentes partidas que se llevaron al establecimiento y dos muestras de bloques tomadas al azar.

En el caso de la pastura se analizaron muestras del forraje disponible para cada parcela de los diferentes tratamientos en la semana 1, 4, 8 y 12. Las muestras fueron compuestas a partir del forraje cortado en las diferentes escalas, donde la contribución de cada punto de la escala fue determinada a partir de la respectiva frecuencia de aparición en la parcela.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio Analítico Agro industrial (LAAI) donde se realizó análisis de MS (AOAC, 2016), fibra detergente ácido (FDA), FDN, PC, cenizas, aceites y grasas y NIDA.

Los contenidos de FDN y FDA fueron determinados con tecnología ANKOM®. Para obtener el valor de PC y NIDA se utilizaron las normas descriptas por AOAC (2012) y para determinar cenizas y grasa y aceites se siguieron los procedimientos AOCS (2017).

### 3.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento fue analizado mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar, considerando como unidad experimental a la parcela de pastoreo. El modelo estadístico incluyó al efecto del tratamiento y el peso inicial como variable.

Los registros de PV, consumo de materia seca (CMS) de suplemento, y cambios en la condición de la pastura, fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo, utilizando el procedimiento Mixed de SAS (2008).

El efecto de los tratamientos sobre la evolución de peso vivo fue estudiado mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del peso vivo en función del tiempo, utilizando el procedimiento Mixed de SAS (2008). Las pendientes de los tratamientos, representados a las ganancias diarias de peso vivo, fueron comparadas mediante contrastes simples.

Modelo general:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + \beta_1 dk + \beta_1 i \zeta_i dk + \beta_2 PV_{ij} + \sigma_{ijkl}$$

Dónde,

$Y_{ijkl}$ : peso vivo

$\beta_0$ : intercepto

$\zeta_i$ : efecto del  $j$ -ésimo tratamiento ( $j$ = Testigo, DDGS, bloques)

$\varepsilon_{ij}$ : error experimental

$\beta_1 dk$ : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días

$\beta_1 i \zeta_i dk$ : es la pendiente del PV en función de los días para cada tratamiento

$\beta_2 PV_{ij}$ : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento

$\sigma_{ijkl}$ : es el error de la medida repetida en el tiempo (dentro de animales).

Cambios en la GMD durante los diferentes sub-periodos del periodo experimental, fueron comparados mediante la estimación del intervalo de confianza de las medias (95%).

Para el análisis de las variables de comportamiento ingestivo de los animales fue realizada transformación LOGIT de los datos originales, la cual asume que la variable “número de registros/ registros totales” tiene distribución binomial. Transformación LOGIT:  $[\text{LN}(P/1-P)]$ , siendo  $P$  la proporción de observaciones de consumo, rumia o descanso. Los datos transformados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado usando el macro GLIMMIX del paquete estadístico SAS (SAS, 2008).

$$\ln(P/(1 - P)) = \beta_0 + \zeta_i + P_j + (\zeta P)_{ij} + D_k(P)_j$$

Dónde,

P: es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo

$\beta_0$ : es el intercepto  $\zeta_i$ : es el efecto de los tratamientos

$P_j$ : es el efecto de la semana

$(\zeta P)_{ij}$ : es la interacción entre tratamiento y semana

$D_k(P)_j$ : es el efecto de los días dentro de cada semana

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

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

## 4 RESULTADOS

### 4.1 REGISTROS METEOROLÓGICOS

Durante los meses de julio, agosto y setiembre, las precipitaciones estuvieron levemente por debajo del promedio histórico, el cual es de  $302 \pm 108$  mm para el período mencionado, registrándose un total de 276 mm. Cabe destacar, que para los meses previos al inicio del experimento (enero-abril), los registros de lluvias caídas fueron extremadamente deficitarios, equivalentes a la mitad de lo esperado en comparación con el promedio histórico, logrando llegar a capacidad de campo nuevamente en mayo, donde las lluvias superaron ampliamente el promedio histórico (Gráfico No. 9)

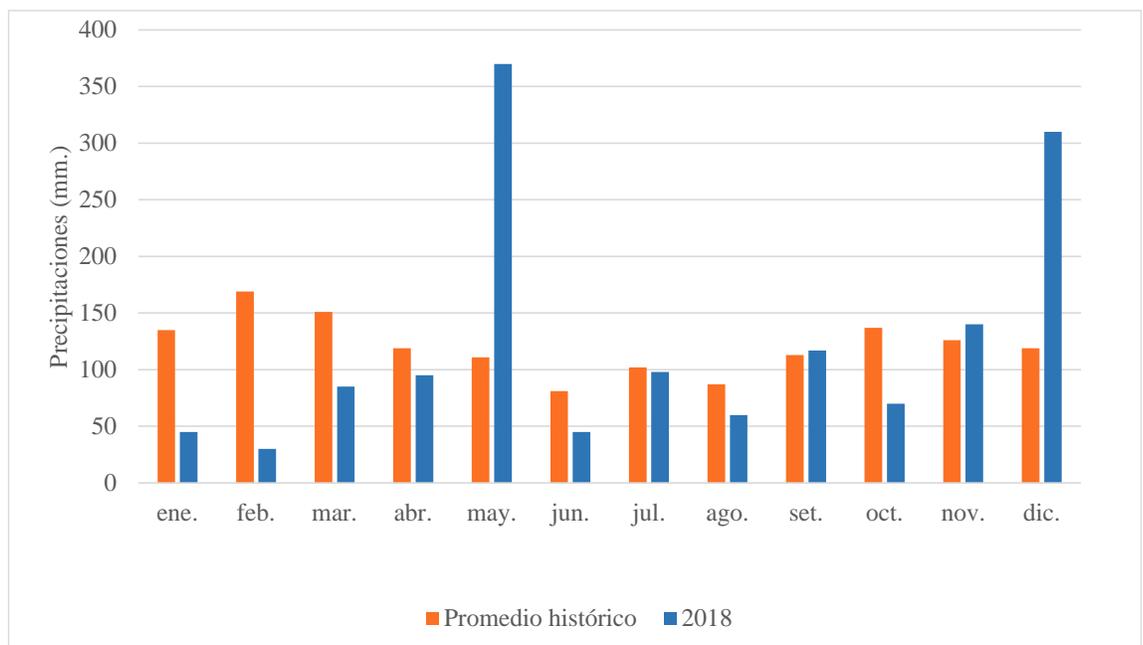


Gráfico No. 9. Contraste de precipitaciones mensuales del año 2018 con promedio histórico (1961-1990)

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

#### 4.2.1 Disponibilidad y composición química

La disponibilidad forrajera promedio del período experimental fue de  $511,94 \pm 22,15$  kg MS/ha y la altura de la pastura promedio para igual periodo fue de  $7,86 \pm 0,23$  cm.

En el Cuadro No. 11 se presentan las medias ajustadas de disponibilidad y altura de forraje promedio comprendidas en el período en estudio para los tres tratamientos y la significancia de los contrastes entre medidas, para el efecto tratamiento, semana y la interacción entre ambos.

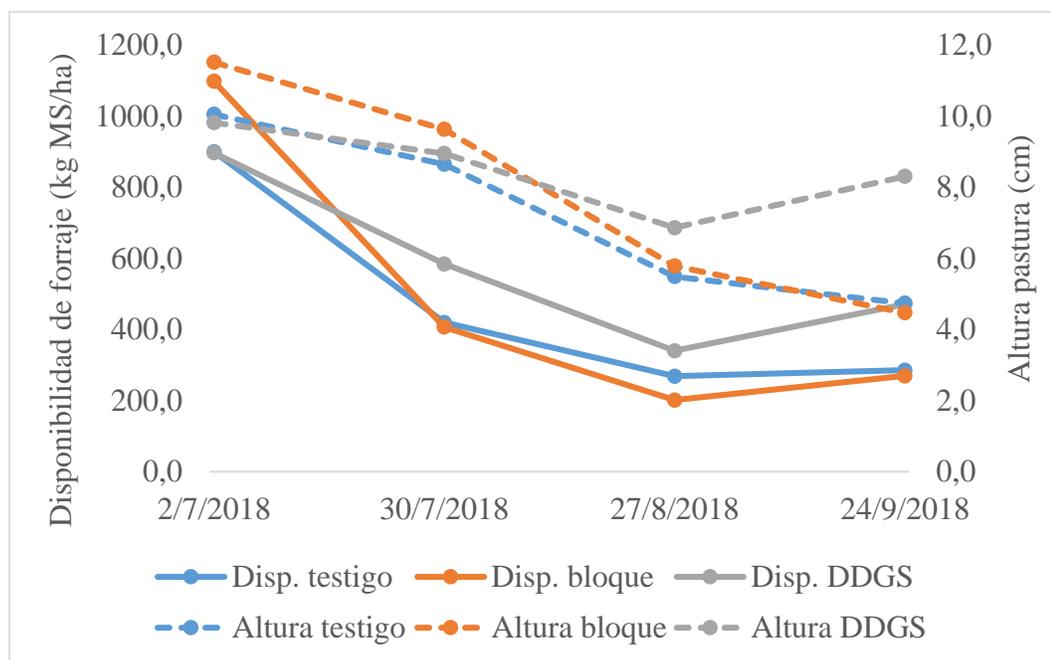
Cuadro No. 11. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento a terneros pastoreando campo natural de basalto sobre la condición de la pastura y su composición química

	Tratamientos (T)*			EE	Prob.		
	Testigo	Bloque	DDGS		T	S	T×S
Biomasa aérea (kg MS/ha)	468,6	494,0	573,3	22,15	0,09	<.0001	0,001
Altura (cm)	8,49	7,85	7,23	0,23	0,07	<.0001	<.0001
Composición química (% base seca)							
Proteína	16,0	15,5	15,3	0,768	0,82	0,08	0,53
FDN	52,1	55,4	55,8	4,009	0,78	0,05	0,36
FDA	19,1	17,5	20,4	2,013	0,61	0,19	0,94
Cenizas	17,4	16,4	15,3	1,616	0,68	0,01	0,91
DMS	77,3	78,6	76,3	1,610	0,61	0,19	0,94

\* Terneros destetados en pastoreo continuo, sin suplementación (Testigo) o suplementados *ad libitum* con bloques energético-proteicos (bloque) o granos secos de destilería en autoconsumo *ad libitum* (DDGS); EE= error estándar; Prob. = probabilidad; T= tratamiento; S= semana; T×S= interacción tratamiento × semana; FDN= fibra detergente neutro; FDA= fibra detergente ácido; DMS= digestibilidad de la materia seca (tomada como referencia la fórmula de Montossi et al., 2000, %DMS-88,9-(%FDA\*0,779)).

La disponibilidad media de forraje y altura no variaron significativamente entre tratamientos, observándose una interacción tratamiento × semana significativa como puede observarse en el Gráfico No 10. Tanto la disponibilidad como la altura de forraje fueron disminuyendo desde el inicio hasta el 27 de agosto, para luego mantenerse sin diferencias significativas hacia finales del experimento (Anexos No. 3 y No. 4). Esta caída fue más pronunciada en el tratamiento bloque, ya que a inicio del experimento dicho tratamiento constaba con la mayor disponibilidad promedio, por el contrario, la disponibilidad promedio al 27 de agosto para el tratamiento bloque fue inferior a la de los demás tratamientos.

La altura del forraje, fue mayor para el tratamiento suplementado con DDGS en la última semana de medición en comparación a los restantes tratamientos (Anexo No. 7). El tratamiento suplementado con DDGS disminuyó gradualmente con el transcurso del experimento excepto en la última semana donde tendió a revertir la disminución en altura de forraje. Por otro lado, en los tratamientos testigo y suplementado con bloques la altura fue disminuyendo en forma más pronunciada respecto a DDGS durante el (Anexo No. 8).



Disp.= disponibilidad de forraje; Altura= altura de la pastura medido al punto más alto de contacto de hoja viva con la regla

Gráfico No. 10. Evolución de disponibilidad y altura de la pastura por tratamiento para el transcurso del experimento

En cuanto a la composición química de la pastura, como se observó en el Cuadro No. 11, no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguno de los componentes analizados. Por lo tanto, se descarta efectos de los diferentes tipos de suplemento ofrecidos evaluados en el experimento, sobre las características químicas de la pastura. Sí se observó un efecto de la semana sobre dos componentes de la composición química de la biomasa (FDN y cenizas), donde la FDN disminuyó desde la primer hasta la octava semana las cuales difirieron significativamente entre sí, mientras que, con la fracción cenizas ocurrió lo opuesto aumentando desde la primer hacia la octava semana.

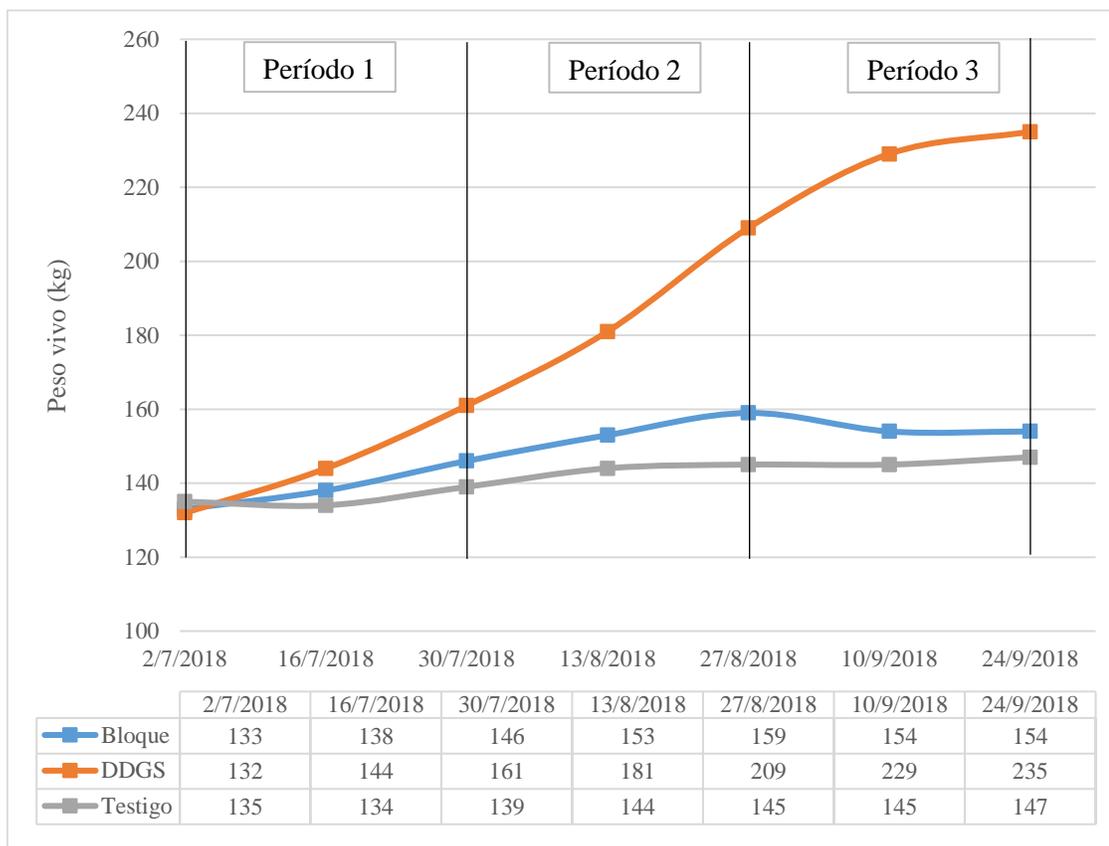
### 4.3 PERFORMANCE ANIMAL

#### 4.3.1 Ganancia media diaria

En el Gráfico No. 11 se presenta la evolución de peso vivo de los animales con manejos alimenticios diferentes durante el invierno. En la misma se aprecian diferentes performances de los animales, donde para el tratamiento suplementado con DDGS los pesos vivos para las diferentes semanas fueron superiores a los registrados por los otros

tratamientos partes del experimento, los que no presentaron diferencias significativas entre sí para la característica en cuestión.

La evolución de peso vivo de los tratamientos presentó tres períodos, definidos en la pendiente de las curvas de los tres tratamientos (P1: Período desde el 2 al 30 de julio; P2: Período desde el 30 de julio al 27 de agosto; P3: Período desde el 27 de agosto al 24 de setiembre): En el tratamiento suplementado con DDGS se registró durante P2 una GMD superior (1,639 kg/animal/día, [IC 1,094 – 2,185  $\alpha=0,05$ ]) a la observada en P1 (0,966 kg/animal/día, [IC: 0,842 – 1,090  $\alpha=0,05$ ]) y P3 (0,930 kg/animal/día, [IC: 0,861 – 1,000  $\alpha=0,05$ ]), las cuales no difirieron entre sí. Sin embargo, en el tratamiento testigo las ganancias no variaron significativamente entre periodos, mientras que, para el suplementado con bloques únicamente variaron estadísticamente entre el P1 y P3 (0,452 kg/animal/día, [IC 0,328 – 0,576  $\alpha=0,05$ ] vs. -0,164 kg/animal/día, [IC -0,234 – -0,095  $\alpha=0,05$ ]).



Estimado en base a ecuaciones de regresión ajustadas para cada período.

Gráfico No. 11. Evolución de peso vivo de los diferentes tratamientos durante el período en estudio

En el Cuadro No. 12 se presenta el peso vivo al inicio y fin del experimento, y la ganancia media diaria (GMD) de invierno para los tres tratamientos, estimada a partir de la pendiente de las rectas de regresión generadas.

La suplementación invernal con DDGS incrementó muy significativamente la GMD invernal con respecto a los tratamientos restantes (T vs. DDGS  $P < 0,0001$ , bloque vs. DDGS  $P < 0,0001$ ).

En cuanto a la GMD de la totalidad del período experimental, el tratamiento suplementado con bloques vs. el tratamiento testigo, no registraron diferencias significativas ( $P = 0,822$ ), pero si presentaron diferencias significativas en el P1 y P3, donde los suplementados con bloques en el P1 registraron una GMD 0,452 kg/animal/día, mientras que el para el tratamiento testigo la misma fue de 0,248 kg/animal/día (P1 bloque vs. testigo,  $P = 0,033$ ). Para el P3, las GMD fueron de -0,164 y 0,080 kg/animal/día para el tratamiento de bloques y testigo respectivamente ( $P = 0,004$ ). No siendo significativas las diferencias entre estos tratamientos durante el P2 ( $P = 0,712$ ).

Cuadro No. 12. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento suministrado (DDGS o bloque) sobre la ganancia media diaria de peso vivo y el peso vivo al final del invierno en terneros pastoreando campo natural

	Tratamientos*			Prob.
	Testigo	Bloque	DDGS	
PV inicial (kg)	135 a	133 a	132 a	0,4180
PV final (kg)	147 b	154 b	235 a	<.0001
Ganancia de peso vivo (kg/a/día)				
Promedio	0,215 b	0,239 b	1,213 a	<.0001
P1	0,248 c	0,452 b	0,966 a	<.0001
P2	0,302 b	0,409 b	1,639 a	0,0027
P3	0,080 b	-0,164 c	0,930 a	0,0002

Media en la misma línea seguida de letra diferente significa que difieren estadísticamente ( $P < 0,05$ ).

\*Terneros destetados en pastoreo continuo, sin suplementación (Testigo) o suplementados *ad libitum* con bloques energético-proteicos (bloque) o granos secos de destilería en autoconsumo *ad libitum* (DDGS); PV= peso vivo; P1= período 1 del día 1 al 28; P2= período 2 del día 28 al 56; P3= período 3 del día 56 al 84; Prob. = probabilidad.

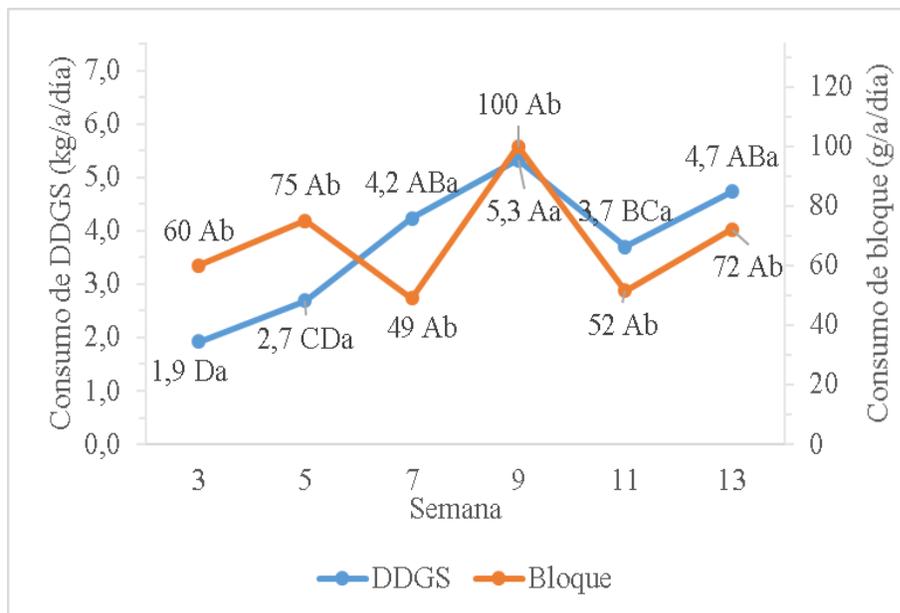
La mayor GMD de los animales suplementados con DDGS durante la totalidad del experimento, determinó que el peso promedio final de los mismos fuera significativamente superior ( $P < 0,05$ ) al de los animales testigo o suplementados con bloque, que no presentaron diferencias significativas entre sí ( $P = 0,830$ ).

#### 4.3.2 Consumo de suplemento y eficiencia de conversión

El consumo diario de suplemento (expresado tanto en porcentaje del peso vivo como en kg/animal) se vio afectado por el tipo de suplemento ( $P<0,0001$ ), siendo mayor en los animales suplementados con DDGS (Cuadro No. 13).

Los consumos diarios de suplemento variaron durante el experimento entre las diferentes semanas, tanto en porcentaje del peso vivo ( $P=0,0014$ ) como en kg/animal/día ( $P<0,0001$ ), siendo esta respuesta dependiente del tipo de suplemento ( $T\times S$ ,  $P=0,0016$ ).

El consumo de suplemento varió con la semana experimental ( $P<0,0001$ ) y esta variación fue diferente dependiendo del tipo de suplemento ( $P<0,0001$ , Gráfico No. 12). Se puede observar que el consumo fue aumentando gradualmente, hasta la semana 9 inclusive, donde se alcanza el máximo consumo de suplemento para ambos tratamientos en el período experimental. En la semana 7, se constata una caída en el consumo de bloques, mientras que, en la semana 11 una disminución de consumo de ambos suplementos.



Valores medios de consumo seguidos por letras mayúsculas diferentes corresponde a diferencias estadísticas entre semanas para el mismo tratamiento y letras minúsculas corresponde a diferencias estadísticas entre tratamientos en la misma semana de medición.

Gráfico No. 12. Evolución del consumo medio diario de suplemento a lo largo del período experimental en terneros pastoreando campo natural y suplementados con DDGS de sorgo *ad libitum* o bloques energético-proteicos

El consumo diario de suplemento promedio para la suplementación *ad libitum* con DDGS de sorgo fue de 3,95 kg/animal/día equivalente a 2,15 % del PV, mientras

que para el tratamiento suplementado *ad libitum* con bloques energéticos-proteicos los mismos fueron 0,07 kg/animal/día lo que equivale a 0,05 % del PV (Cuadro No. 13).

Cuadro No. 13. Efecto del tipo de suplemento sobre el consumo y la eficiencia de conversión de los mismos

	Tratamientos*	
	Bloque	DDGS
EC del suplemento		
General (Día 1 a 84)	-	3,62
Período 1 (Día 1 a 28)	0,47	3,11
Consumo de materia seca de suplemento (Día 1 a 84)		
Kg/animal/día	0,07	3,95
% PV	0,05	2,15
Respuesta a la suplementación (Día 1 a 84)	0,024 (ns.)	0,998(*)

\*Terneros destetados en pastoreo continuo, suplementados *ad libitum* con bloques energético-proteicos (bloque) o granos secos de destilería en autoconsumo *ad libitum* (DDGS); EC= eficiencia de conversión (kg de suplemento/ respuesta a la suplementación); ns= no significativo \*= significativo (0,05).

La eficiencia de conversión del suplemento para el promedio del período experimental para DDGS fue de 3,62:1, mientras que, para el bloque no fue posible estimarla, debido a que no hubo diferencia estadísticamente significativa en el aumento de peso vivo en comparación con el tratamiento testigo.

El análisis por período, muestra que la EC registrada en el período 1 tendió a ser mejor para los bloques que para el DDGS (0,47 vs. 3,11 kg MS suplemento/kg PV adicional, respectivamente. P=0,073), mientras que en los períodos 2 y 3 no fue posible realizar un cálculo, ya que no presentó diferencias significativas en la ganancia de peso en comparación con el testigo, o la misma fue negativa.

La variación de consumo de suplemento entre días de una misma semana se presenta en los Gráficos No. 13 y No. 14, para el tratamiento suplementado con DDGS Y bloques, respectivamente. Donde se observa que la evolución de consumo de suplemento durante los diferentes días de las semanas, para ambos tipos de suplementos (Anexos No. 11, No. 12 y No. 13).

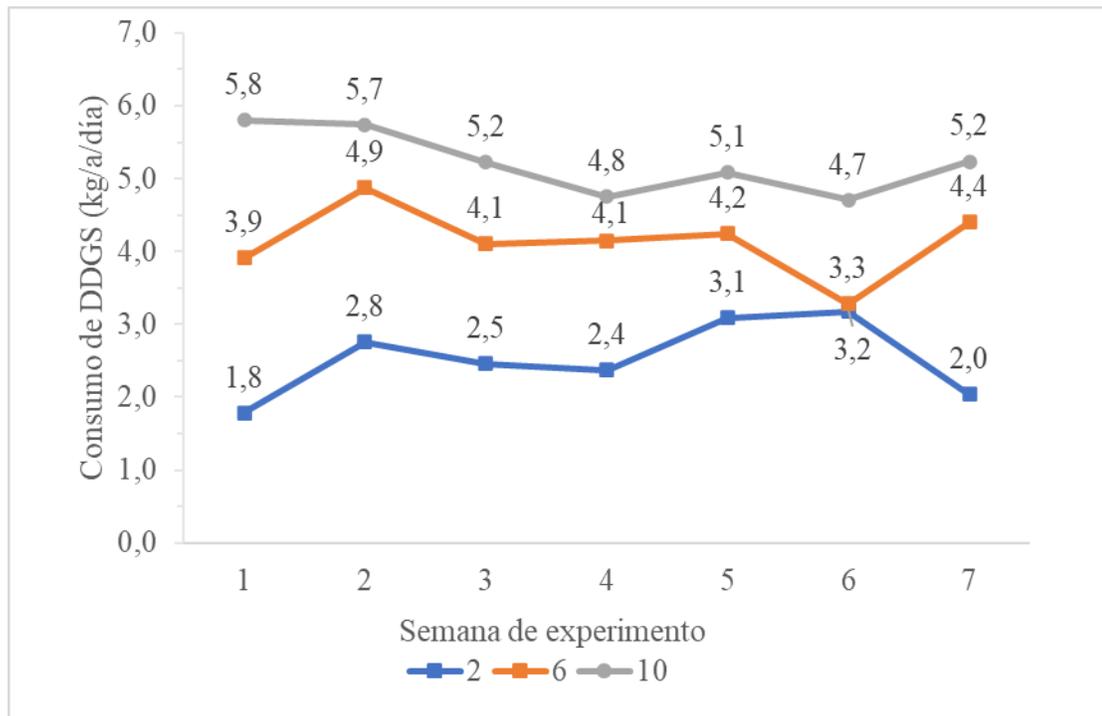


Gráfico No. 13. Evolución del consumo diario de suplemento durante las semanas 2, 6 y 10 del experimento, para el tratamiento suplementado con DDGS de sorgo en comederos de autoconsumo

En el Gráfico No. 13 se observa el consumo de suplemento del tratamiento suplementado con DDGS de sorgo, contrastando el aumento de consumo con el transcurso de las semanas. Por otra parte, el coeficiente de variación semanal del consumo entre los diferentes días dentro de la semana tuvo como valor máximo 0,21 para la semana 2 y luego disminuyó la variación, siendo de 0,12 y 0,08 para las semanas 6 y 10 respectivamente.

Mientras que, en el Gráfico No. 14 se presenta el consumo de bloques para los diferentes días dentro de las semanas 2, 6 y 10. Donde se observa un consumo errático sin una tendencia marcada, ni entre los diferentes días de la semana ni entre las diferentes semanas. El coeficiente de variación promedio dentro de las semanas, fue siempre superior en comparación al tratamiento suplementado con DDGS de sorgo, siendo de 0,38; 0,35 y 0,45 para las semanas 2, 6 y 10 respectivamente.

Las diferencias entre día dentro de la semana ( $P=0,3794$ ), tratamiento  $\times$  día dentro de la semana ( $P=0,3275$ ), semana  $\times$  día dentro de la semana ( $P=0,1917$ ) y tratamiento  $\times$  semana  $\times$  día dentro de la semana ( $P=0,2266$ ), no fueron significativas en ninguno de los casos.

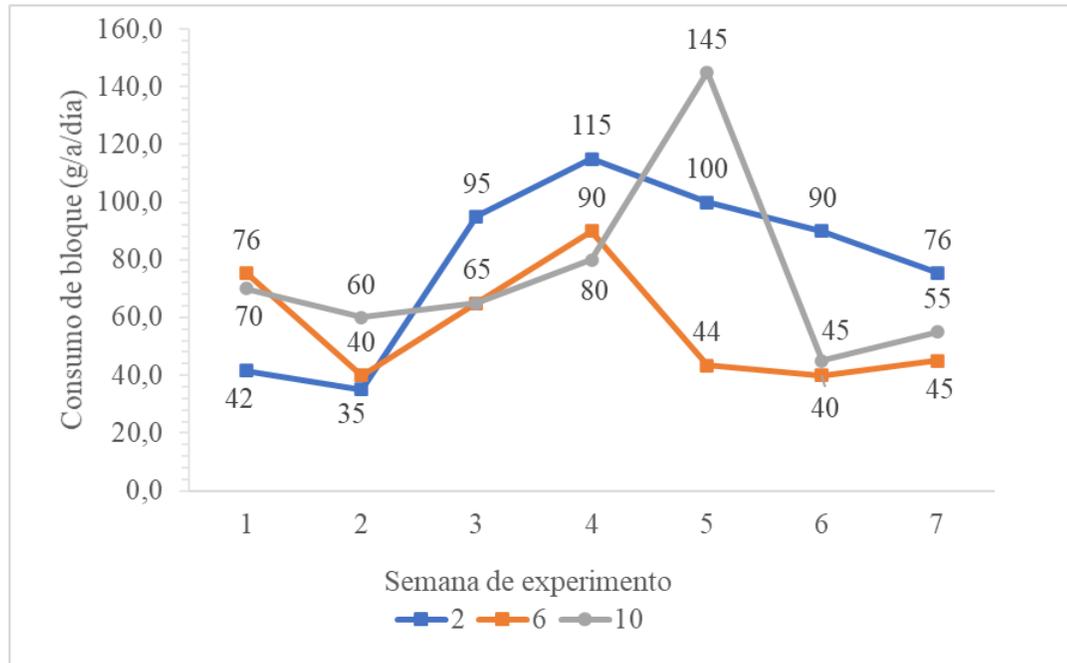
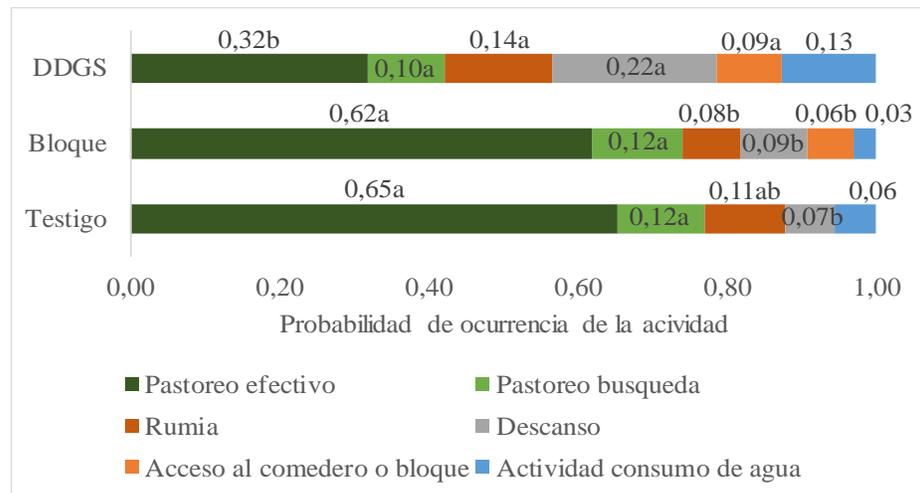


Gráfico No. 14. Evolución del consumo diario de suplemento durante las semanas 2, 6 y 10 del experimento, para el tratamiento suplementado con bloques

#### 4.4 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

La distribución de las distintas actividades que componen el comportamiento ingestivo en los distintos tratamientos, durante el período de horas luz y para el promedio del período experimental, está representada en el Gráfico No. 15.



Letras distintas entre tratamientos corresponden a diferencias estadísticas para los valores de probabilidad de una actividad.

Gráfico No. 15. Probabilidad de ocurrencia de las diferentes actividades de comportamiento durante el período de horas luz según tratamiento

Cuadro No. 14. Significancia estadística de los efectos analizados para las variables de comportamiento ingestivo

	T	S	DS	TxS	TxDS
Pastoreo efectivo	**	**	ns	ns	+
Pastoreo búsqueda	ns	*	*	*	+
Rumia	*	*	**	*	ns
Descanso	**	*	*	*	*
Acceso al comedero o bloque	*	ns	ns	*	*

\*\* Muy significativo ( $P < 0,0001$ ); \* Significativo ( $0,05 \geq P > 0,0001$ ); + Tendencia ( $0,10 \geq P > 0,05$ ). T= tratamiento; S= semana; DS= día dentro de semana; TxS= interacción tratamiento x semana; TxDS= interacción de tratamiento x día dentro de semana.

La actividad de pastoreo efectivo registró mayor probabilidad de ocurrencia en todos los tratamientos, pero se registraron diferencias significativas, siendo mayor para los tratamientos suplementados con bloques y testigo, respecto al suplementado con DDGS. Se registró un efecto de la semana ( $P < 0,0001$ ), observándose un incremento en la probabilidad de ocurrencia de encontrar animales efectivamente pastoreando hacia fines del experimento (Anexo No. 14).

El efecto de tratamiento sobre la actividad pastoreo búsqueda dependió de la semana de registrándose mayor ocurrencia de animales en pastoreo búsqueda en la última semana de monitoreo solamente en aquellos suplementados con DDGS.

Como se observa en el Cuadro No. 14 la actividad de rumia tuvo un efecto relacionado a los tratamientos ( $P=0,0110$ ), donde el tratamiento suplementado con DDGS se diferenci6 con una mayor probabilidad de ocurrencia de la actividad frente al suplementado con bloques, el tratamiento utilizado como testigo no presento diferencia ante los anteriormente mencionados. Tambi6n hubo un efecto de la semana ( $P=0,0082$ ), donde en las dos primeras semanas fue mayor.

Refiri6ndose al descanso, el tratamiento suplementado con DDGS (Anexo No. 16), fue el que present6 mayor tiempo de descanso frente a los otros tratamientos. Por otra parte, se hizo presente el efecto semana ( $P=0,0006$ ), siendo la primera semana la que obtuvo mayor probabilidad de encontrar animales en descanso. Referido a la interacci6n tratamiento por semana, los tratamientos testigo y suplementados con DDGS presentaron una disminuci6n significativa en la semana 10 en comparaci6n con la semana 2, de igual manera los animales suplementados con DDGS siempre presentaron una probabilidad mayor en dicha actividad frente a los dem6s tratamientos, durante las semanas de evaluaci6n.

En el caso del consumo de agua, no se analiz6 estadisticamente, pero como se puede observar para el caso del tratamiento suplementado con DDGS fue mayor el tiempo que los animales visitaron la fuente de agua en comparaci6n con los tratamientos restantes.

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

La disponibilidad promedio de forraje inicial fue de 965 kg MS/ha, la cual podría considerarse baja si se toma en cuenta que el área experimental fue reservada (sin acceso de animales) durante los 6 meses previos. Esta baja acumulación de materia seca, se relaciona con el déficit hídrico en los primeros 4 meses del año (Gráfico No. 9), cuando probablemente el crecimiento de forraje haya sido cercano a cero, de forma que la disponibilidad de la pastura inicial correspondería al crecimiento logrado a partir de las abundantes lluvias registradas a finales del mes de abril y durante el mes de mayo. Según Berretta (1998b) los registros de crecimientos diarios de pastura, para suelos profundos de Basalto durante el otoño (marzo, abril, mayo) promedian los 12,74 kg MS/ha/día, mientras que para los meses de invierno (junio, julio, agosto) la tasa de crecimiento es de 6,36 kg MS/ha/día.

En cuanto a la calidad de la pastura, la DMS promedio del experimento fue de 77,8% y 15% de proteína bruta. Este último se considera alto en comparación con datos relevados por Montossi et al. (1998), San Julián et al. (1998), Marquisá y Urrutia (2001) quienes observaron también en campos naturales sobre basalto valores de proteína cruda de 10,6; 8,9 y 10,2% respectivamente. Este valor, puede estar relacionado directamente con la escasez de lluvias previa y las altas temperaturas, que favorecerían mayores tasas de mineralización de nitrógeno en el suelo junto con una baja pérdida por lixiviación del mismo, lo cual en una pastura en estado vegetativo debido a su reciente crecimiento pudo haber promovido un porcentaje de proteína mayor en el forraje.

Sobre el crecimiento de la pastura durante el periodo experimental no se pueden realizar apreciaciones exactas, debido a que no se excluyó parte del área sin pastoreo con el fin de cuantificar el crecimiento de la pastura. No obstante, se puede inferir un mayor crecimiento de la pastura durante el P3, entre el 27 de agosto y el 24 de setiembre (último período de medición), cuando se registró un aumento de la disponibilidad de forraje en todos los tratamientos, aunque en diferente magnitud, a pesar de que la carga (kg/ha) de cada parcela experimental fuera similar o aun superior a los períodos de medición anteriores. Esto concuerda con información presentada por Berretta (1998b), quien se afirma que las menores tasas de crecimiento diarias para la unidad Itapebí – Tres Árboles son a fin del invierno en los meses de julio y agosto, mientras que en la estación primaveral se da un aumento pronunciado de la tasa de crecimiento de la pastura.

## 5.2 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

La probabilidad de encontrar un animal correspondiente al grupo testigo en la actividad pastoreo fue de 0,77, valor dentro del rango 0,84 y 0,72 reportado Blasina et al. (2010), Esteves et al. (2013), respectivamente trabajando con terneros en invierno sobre campo natural. Estos resultados ratifican la observación de que los terneros pastoreando campo natural en invierno sin suplementación, destinan gran parte del tiempo, en el entorno del 70 u 80%, de las horas luz a la actividad de pastoreo.

El tiempo de pastoreo efectivo -calculado a partir de la probabilidad de ocurrencia de dicha actividad durante 11 horas de observación- fue mayor en el tratamiento testigo, fueron los que destinaron mayor tiempo a dicha actividad (429 minutos) seguidos por los animales suplementados con bloques, aunque no se diferenciaron estadísticamente de los testigos (409 minutos). Ambos tratamientos superaron significativamente el tiempo destinado por los animales suplementados con DDGS a la actividad de pastoreo efectivo (211 minutos). Los animales suplementados con DDGS presentaron un consumo (2,15 % PV) que suplió los requerimientos de los animales, por lo tanto, restringieron el tiempo dedicado al pastoreo. Mientras que los consumos observados en los animales suplementados con bloques fueron muy inferiores (0,049 % PV), característicos del propio suplemento, pero no fueron suficientes para que los animales disminuyeran el tiempo destinado a dicha actividad.

Por otro parte, en comparación con los animales suplementados con DDGS, Blasina et al. (2010), con animales suplementados de forma diaria y en autoconsumo con ración comercial, con consumos de suplemento de 1 y 1,36 % PV respectivamente, registraron probabilidades de encontrar animales en pastoreo de 0,67 para la suplementación diaria y 0,55 para los suplementados con autoconsumo. Tiene cierto sentido la menor probabilidad de los animales suplementados con DDGS (0,42), debido a que estos presentaron un consumo superior de suplemento.

El tiempo destinado a la actividad de pastoreo aumentó en todos los tratamientos con el transcurso del experimento, aunque solo el tratamiento testigo presentó diferencias significativas (+37%) de la probabilidad de encontrar un animal en actividad de pastoreo efectivo entre el comienzo y el final del trabajo. Esta respuesta estaría explicada por la disminución de la asignación de pastura (Anexo No. 17), dado tanto por el aumento de peso vivo de los animales como por la menor disponibilidad y altura de la pastura, que se podría asociar a una menor accesibilidad del forraje. Mediante experimentos realizados, Allden y McDWhittaker (1970) aseguran que a menor altura de la pastura mayor tiempo dedicaban los animales a la cosecha de la misma, debido a una menor eficiencia de prehensión del bocado.

Otro aspecto a tener en cuenta en el comportamiento ingestivo, es el gasto energético asociado a la actividad de cosecha del forraje, esperándose mayor gasto de

energía en aquellos animales que dedican más tiempo a la actividad de pastoreo efectivo y búsqueda. Al encontrarse pastoreando y en caminata destina mayor energía a mantenimiento. Según Di Marco y Aello (2003) los costos energéticos de mantenimientos del animal, que dispone 2 horas más al pastoreo y recorre 3 km en dicha actividad sobre planicie, pueden incrementarse hasta un 20% en comparación con el resto de los animales. Aquí se puede adjudicar parte de la diferencia del aumento de peso vivo observado en los animales testigo y suplementados con bloques en comparación con los animales suplementados con DDGS. Estos últimos, que pastorearon menos tiempo, habrían destinado menos energía a mantenimiento resultando en una partición de la energía consumida más favorable a la retención de tejidos y aumento de la ganancia de peso vivo.

El tiempo empleado por los animales en la actividad de rumia, fue de 71; 51 y 95 minutos de las horas diurnas del día por los tratamientos testigo, suplementados con DDGS y con bloques respectivamente. Diferiendo de forma significativa únicamente entre ambos tratamientos con suplementación. Los resultados de los animales suplementados con DDGS tienen lógica ya que los animales que destinaron menor tiempo al pastoreo (consumo de forraje) es probable que dediquen un menor tiempo a la actividad rumia. Por otra parte, no así los resultados obtenidos en los animales suplementados con bloques (los cuales no presentaron diferencia significativa con el testigo), ya que, si se lo relaciona con el principio referido a la forma de acción del suplemento, del cual se espera una mejora en el ambiente ruminal promoviendo una mayor eficiencia en la fermentación y disminuyendo la necesidad de rumia del alimento pre ingerido.

Los tratamientos testigo y suplementados con bloques que no difirieron entre sí, presentaron 59 y 44 minutos de las horas luz destinados al descanso, respectivamente. Datos similares fueron divulgados por Campos et al. (2002), quienes para los animales pastoreando campo natural sin suplementación, registró un tiempo promedio por animal dedicado al descanso de 65 minutos de las horas diurnas del día. La relación entre ambos trabajos puede encontrarse en la disponibilidad de forraje y la accesibilidad al mismo, ya que en el trabajo citado los autores mencionan haber tenido problemas de baja disponibilidad de forraje y una altura insuficiente del mismo que dificultó el acceso de los animales al forraje. Por lo tanto, esto puede explicar en parte el escaso tiempo dedicado a la actividad de descanso en ambos experimentos.

Por otro lado, en cuanto a los animales suplementados con DDGS, dedicaron a las actividades de descanso, rumia y consumo de agua 323 minutos durante las horas diurnas, muy superior a los observados por Rovira et al. (2007), quienes observaron 26 % de las horas luz dedicada a estas actividades (equivalente a 172 minutos), también en terneros durante invierno sobre campo natural con escasa disponibilidad inicial de forraje (800 kg MS/ha) y suplementación de ración comercial en autoconsumo restringido con sal, por lo que registraron un consumo de suplemento de 1,65 % PV

diario. Esto podría estar relacionando un menor consumo de suplemento con el mayor tiempo dedicado a pastoreo y por tanto la diferencia en tiempo destinado a descanso, rumia y consumo de agua por parte de estos animales.

Los animales suplementados con DDGS dedicaron un 8,7% de las horas diurnas al consumo de suplemento. Este dato es menor al reportado por Rovira et al. (2007, 16%), lo cual podría estar explicado a que en dicho experimento la ración contenía sal, con el fin de limitar el consumo, lo que podría producir más visitas de los animales al comedero, pero con menores ingestas, además de una gran variabilidad entre días expresada por los propios autores. Por otro lado, los animales suplementados con bloques destinaron 6,3% del tiempo evaluado al consumo de los mismos, la diferencia entre ambos tratamientos puede estar relacionada al tipo de suministro del suplemento, donde uno se ofrece de forma peleteada (DDGS), y el otro como bloques para lamido, además de los mayores consumos para el caso de animales suplementados con DDGS (2,35% PV) en comparación con los suplementados con bloque (0,046% PV).

Respecto al consumo de agua, no se realizaron estudios estadísticos para dicha actividad, pero si es relevante destacar que los animales suplementados con DDGS destinaron un mayor tiempo dedicado a dicha actividad (12,5%) en comparación con los tratamientos restantes (2,9 y 5,5 %). Según Beretta y Bruni (1998) existe una relación directa entre el consumo de materia seca y los requerimientos de agua, además un aumento en la concentración de materia seca en la dieta, así como un alto tenor de proteína cruda, fibra o sal, incrementan marcadamente los requerimientos de agua. Por lo tanto, los animales suplementados con DDGS consumieron una cantidad mayor de alimento, que a su vez tenía un mayor porcentaje de materia seca, lo que implicó que destinaran más tiempo al consumo de agua.

### 5.3 CONSUMO DE ALIMENTO

#### 5.3.1 Consumo de forraje

No es posible calcular con exactitud el consumo de forraje, debido a que no se realizó una medición de crecimiento de la pastura en el periodo experimental, pero si se puede realizar una estimación mediante los datos a posteriori de performance animal, requerimientos necesarios para concretar dicha performance y aportes realizado por los suplementos, cuyos consumos sí son conocidos. La variable calidad de pastura fue independiente para cada tratamiento en cada uno de los períodos y estuvo representada en la ecuación por la EM de la pastura calculada a partir del contenido de FDA del forraje analizado. No fueron tomados en cuenta para el cálculo efectos de selección de la pastura por parte de los animales, ni efectos asociativos a nivel ruminal que pudieran afectar la utilización del forraje.

Para los cálculos se utilizaron las ecuaciones para la estimación de requerimientos nutricionales de bovinos de carne (AFRC, 1993) y para el costo energético del gasto de cosecha (CSIRO, 1990).

Dicha estimación arrojó los datos presentados en el Cuadro No. 15, donde se observan los consumos de MS de forraje calculado para cada tratamiento en los diferentes períodos y expresado en porcentaje del peso vivo animal.

Cuadro No. 15. Consumo de MS de forraje estimado (kg MS/100 kg peso vivo)

	Testigo	Bloque	DDGS
Promedio	1,71	1,57	0,38
P1 (Día 1 a 28)	1,79	1,88	0,82
P2 (Día 28 a 56)	1,73	1,60	0,14
P3 (Día 56 a 84)	1,61	1,22	0,20

Los consumos de forraje están expresados en términos porcentuales en relación al peso vivo de los tratamientos.

Por parte de los terneros correspondientes al lote testigo, tendría relación el menor consumo de forraje durante el transcurso del experimento, asociado a la disminución del forraje disponible en dichas parcelas y también el deterioro en la performance animal dada por una menor ingesta de alimento. estuvo en el entorno de 2,42 % del PV por animal por día para el promedio del experimento.

Los animales suplementados con bloques energéticos-proteicos, presentaron consumos estimados de forraje muy marcados por los diferentes períodos y con una disminución en el transcurso del experimento. Donde en el primer período, se estimó un el mayor consumo de 1.88 % del PV de MS de forraje, un 5 % superior al lote testigo, esta diferencia en consumo de forraje al ser animales de igual PV, podría ser atribuido a un efecto de estímulo en el consumo de pastura por parte de los bloques. Esto posiblemente sea generado por el modo de acción de los bloques, Mejia et al. (2011) mencionan que, mediante un aporte de nitrógeno fermentable, los bloques aumentan el nivel de amoniaco ruminal permitiendo así incrementar la población de microorganismos, los cuales mejoran la degradabilidad de la fibra y se logra un aumento en la tasa de pasaje que estimula la ingesta de forraje.

Mientras que, a medida que avanzó el experimento la disminución constante de la disponibilidad de forraje pudo llevar a un menor consumo de los terneros y pudo haber impedido expresar el efecto de estímulo de consumo buscado con los bloques. El consumo de MS forraje de los animales suplementados con bloques llego al punto de ser 1,22 % del PV, 15% menor en comparación al lote testigo, en el período donde la disponibilidad de la pastura fue la menor de todo el experimento (236 kg MS/ha).

En cuanto al consumo de MS de forraje por parte de los terneros suplementados con DDGS, el mismo se encontró entre 0,20 y 0,82 % del PV, muy por debajo del consumo de los terneros control, aun cuando la disponibilidad de forraje fue sensiblemente superior durante todo el período. Esto puede reflejar una sustitución de consumo de pastura por suplemento de parte de los animales, mencionado por Hodgson (1977), el cual afirma que siempre que los animales reciben una suplementación el consumo de pastura se ve reducido, Cangiano (1997) concuerda y agrega que esta sustitución es producto de una disminución del esfuerzo de pastoreo de los animales e incluso se refleja en casos donde la disponibilidad de forraje es escasa y limitante.

También es de esperar que la disponibilidad de la pastura haya afectado el consumo de forraje de los animales principalmente en el segundo y tercer período del experimento, ya que con disponibilidades promedio de forraje por debajo de 1000 kg MS/ha, los animales comienzan a tener problemas para lograr un consumo adecuado de forraje (Pigurina et al., 1997).

### 5.3.2 Consumo de suplemento

El CMS de suplemento, tanto en kg/animal/día o cómo % del peso vivo, difirió mucho entre DDGS y bloque, debido a las propias características de los suplementos utilizados para el experimento.

#### 5.3.2.1 DDGS

Para el tratamiento suplementado con DDGS, el CMS de suplemento fue en promedio 3,95 kg MS/animal/día lo que significa el 2,15 % del PV. El consumo se incrementó de manera significativa desde el inicio del experimento donde se registró el mínimo consumo (1,35% del PV), hasta la semana 9 donde se ubicó el registro máximo de consumo (2,6 % del PV), observándose una caída drástica del mismo a la siguiente observación (1,64 % del PV, semana 11), dicha caída del consumo está asociada a consecutivos días con precipitaciones (comprendido entre el 29 de agosto y el 3 de septiembre) donde el suplemento en las bandejas del comedero se humedeció y se observó rechazo al mismo por parte de los animales, transcurrido el período de precipitaciones se retiró el suplemento en mal estado y el consumo aumento nuevamente (Gráfico No. 12).

Es escasa la experiencia sobre suplementación de recría durante el período invernal sin limitar el consumo sobre pasturas naturales, que permita realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos sobre consumo promedio. Sí se observó que se superó ampliamente el límite práctico de suplementación con DDGS recomendado como conveniente por Gustad et al. (2006), quienes trabajando con suplementaciones de entre 0,29 y 1,27 % del PV, estipularon que valores mayores a 1,1 % del PV, generan cierto

rechazo de los animales al suplemento y las ganancias de peso no significativamente mayores. En cuanto a esto no se realizaron mediciones individuales, pero a pesar de los altos consumos registrados, no se observaron rechazos cuando el suplemento estaba en buen estado.

El CMS de suplemento medido en los días dentro de las semanas 2, 6 y 10, mostró una variación entre días que disminuyó y tendió a estabilizarse con el transcurso de las semanas (Coeficiente de variación: 0,21; 0,12 y 0,08 para cada semana respectivamente). La variación no tiene una respuesta acertada de dicho patrón, pero se descarta la alteración de consumo asociada a una disfunción ruminal.

Klopfenstein (1996), argumenta que los subproductos como los granos de las destilerías, sufren una disminución en el contenido de almidón y por el contrario un aumento del contenido de fibra, ambos en comparación con el grano de origen. Esto conceptúa al DDGS como un alimento seguro para ser incorporado en porcentajes altos de la dieta, y esto se afirma bajo suplementación de forrajes naturales, por su aporte de fibra.

Sin embargo, el consumo de suplemento puede acarrear una disminución del consumo de forraje, lo que es llamado tasa de sustitución. Klein (2003) define la tasa de sustitución como la cantidad de pastura que deja de ingerir un animal por unidad de suplemento adicional que consume.

Tomando en cuenta el experimento realizado por Morris et al. (2005), donde trabajando con terneras (286 kg PV inicial) consumiendo forraje de baja o alta calidad se suplementó DDGS a diferentes niveles de entre 0,23 y 0,84 % del PV. Concluyeron que la ingesta de forraje por parte de los animales en dicho experimento, disminuyó de forma lineal mientras el nivel de consumo de DDGS aumentaba. Y aclaran que la tasa de sustitución fue mayor en animales consumiendo forraje de buena calidad (0,53 kg forraje/kg de suplemento) en comparación con los animales que consumían forraje de baja calidad (0,33 kg de forraje/ kg de suplemento).

Para el presente trabajo se realizó el cálculo de la tasa de sustitución de pastura, la cual se calculó a partir de la estimación de consumo de forraje de los terneros control y los suplementados con DDGS y el consumo medido de suplemento. El dato de tasa de sustitución del trabajo obtenido fue de 0,61 kg de forraje/ kg de suplemento, es una tasa de sustitución alta en comparación con los trabajos citados, sin embargo, consistente con la alta calidad reportada.

### 5.3.2.2 Bloque

El consumo de bloques promedio del período de suplementación fue 70 g MS/animal/día, equivalente a 0,048 % del peso vivo. Registrando un consumo individual máximo de 100 g y mínimo de 49 g, en las semanas 9 y 7 respectivamente, aunque no se registraron diferencias significativas en las variaciones de consumo semanales. Mientras que las pérdidas por efecto clima (esencialmente precipitaciones) resultado del registro del bloque que se mantuvo fuera del acceso de los animales, fueron de 39,3 g/día. Es mayor a los 17,4 g/día registrado por Legorburu y Victorica (2019), aunque en los bloques que permanecieron en las parcelas nunca se tuvo que quitar el excedente de agua, ya que los animales lo consumían con avidez sin generar ningún tipo de rechazo.

El consumo promedio general, así como los registros promedios cada dos semanas se mantuvieron siempre por debajo del intervalo de consumo recomendado por la etiqueta del envase para esta categoría animal, el cual indica entre 100 y 150 g por animal por día. No está clara la causa de este menor consumo, ya que la evolución del mismo no tiene un patrón determinado, la cantidad de bloques ofrecidos (2 bloques cada 10 animales) fue superior a la recomendada por el fabricante (1 bloque cada 10 animales) y no se observaron dificultades de animales en el acceso a los bloques por dominancia.

En cuanto al CMS de bloque medido de forma diaria dentro de las semanas, en 3 de los 21 días de observación (2 días de la semana 2 y 1 día en la semana 10), se registraron consumos dentro del rango anteriormente mencionado como recomendado por el fabricante. Durante las 3 semanas de registro diarios, el consumo mostró menor estabilidad entre días en comparación con el consumo de DDGS, no se asociaría a disturbios digestivos, en este caso por la composición química del suplemento y su bajo consumo.

Legorburu y Victorica (2019), trabajando con el mismo tipo de bloques sobre campo natural diferido con mayor disponibilidad promedio (1834 vs. 494 kg MS/ha) y terneras de destete (159,7 kg PV, promedio inicio del experimento), registraron CMS del suplemento superiores, que promediaron 131 g/animal/día (0,069 % del PV). No se puede establecer una explicación clara del mayor consumo en el trabajo citado, podría deberse a particularidades propias del experimento.

## 5.4 RESPUESTA ANIMAL

### 5.4.1 Performance de terneros sin acceso a suplemento

Durante el período de suplementación los animales en el tratamiento testigo presentaron una ganancia media diaria de 0,215 kg/animal/día. Lo que se encuentra dentro de lo relevado en la bibliografía, donde las variaciones de peso de terneros (con pesos iniciales entre 135 y 211 kg de PV), en invierno pastoreando campo natural sobre basalto sin acceso a suplemento, estuvieron entre -0,237 y 0,278 kg/día. Pero siendo superior a la media de estos trabajos, la cual da un valor de 0,067 kg/animal/día.

En cuanto a factores relacionados con el animal, los mismos en la etapa previa al período experimental, sufrieron condiciones restrictivas alimenticias, causadas por una grave sequía lo que llevó a que dichos animales llegaran al momento de inicio del experimento en mal estado. Haciendo referencia a la pastura, como se comentó anteriormente al inicio del experimento presentaba una buena calidad (14,4% de proteína cruda y 77% de digestibilidad) y una disponibilidad media a baja (900 kgMS/ha). Por lo tanto, ante este escenario, es posible que haya ocurrido cierto crecimiento compensatorio Olazabal y San Martín (2009). Según estos autores, después de un período de desarrollo restringido de los animales, debido a la reducción de consumo de alimento, se da un proceso fisiológico por el cual un organismo acelera su tasa de crecimiento, registrando mayores ganancias diarias de peso vivo que animales que no sufrieron dicha restricción.

Para que se exprese el crecimiento compensatorio es necesario buena cantidad y calidad de alimento. Ya que en el primer período obtuvieron buenas ganancias diarias por el estado de la pastura. En el segundo período si bien la disponibilidad fue menor, los animales habrían compensado un menor peso de bocado, aumentando el tiempo de pastoreo el cual paso de 359 a 431 minutos/día. Mientras que, en el tercer periodo, la disponibilidad continuó cayendo determinando un nuevo aumento del tiempo de pastoreo, pero que probablemente no fue suficiente para compensar la caída en la tasa de consumo, y las GMD que venían logrando se vieron afectadas.

Por lo tanto, se infiere que la performance de los animales que no recibieron ningún tipo de suplemento, al promediar el experimento fue afectada directamente por la insuficiente disponibilidad de forraje de la pastura, que permita un consumo mínimo de alimento para cubrir los requerimientos de los animales. En particular los requerimientos de EM, debido a que, mediante los cálculos de requerimientos, aporte de la pastura y consumo de la misma se deduce que la PM no fue limitante de la performance expresada por los animales.

#### 5.4.2 Respuesta a la suplementación

Los animales suplementados con DDGS registraron GMD de 1,213 kg/animal/día. Esta respuesta a la suplementación, se explicaría por un mayor consumo nutrientes totales y menor gasto de energía por actividad, dado por la reducción en la actividad de pastoreo.

Este valor de GMD es superior a los datos reportados por la bibliografía, donde para suplementaciones con DDGS en forrajes de baja calidad, con niveles entorno al 1,2% del PV se registraron ganancias de 0,82 y 0,77 kg/animal/día (Gustad et al. 2006, Gadberry et al. 2010, respectivamente). Claramente estas superioridades sobre los datos citados en la bibliografía se asocian a un mayor consumo diario de suplemento, el cual permitió una mayor ingesta de nutrientes por los animales, que repercutió favorablemente en su crecimiento.

El trabajo realizado por Rovira y Echeverría (2014b), con suministro en autoconsumo de ración comercial (2,8 Mcal/kg, 16% PC) con agregado de sal para regular el consumo (10% NaCl), registró altos niveles de consumo, pero igualmente inferior al presente trabajo (1,9 vs. 2,35 % del PV), dicho experimento dispuso entorno del doble de disponibilidad de forraje inicial (1888 kg MS/ha). El mencionado trabajo observó GMD en torno a 1 kg/animal/día. Los autores mencionados, realizaron un tratamiento bajo suplementación de la misma ración en autoconsumo sin agregado de sal como limitante, pero con agregado de cascara de arroz como fuente de fibra entorno entre el 4 a 6%. Registrando un consumo promedio de 2,9% del PV y GMD de 1,467 kg/animal/día, los autores remarcan que pudieron ocurrir casos de trastornos digestivos en este caso. Ambos tratamientos del trabajo, tienen cierta correlación entre el consumo y la GMD registrada, con el trabajo aquí presentado.

Por otra parte, los animales suplementados con bloques, presentaron una ganancia de peso promedio de 0,239 kg/animal/día, la cual no difirió significativamente de la observada en los testigos. Sin embargo, esta respuesta fue variable conforme avanzó el invierno. En el primer período, las ganancias diarias de los animales suplementados con bloques fueron superiores a la registradas en el testigo, 0,452 vs. 0,248 kg/animal/día ( $P=0,0332$ ), respectivamente. Durante el segundo período, no se constataron diferencias significativas, rondando en una ganancia de peso vivo de 0,350 kg/animal/día, mientras que, en el tercer período, las ganancias diarias volvieron a tener significancia entre ellas, pero en este caso los animales suplementados con bloque registraron pérdidas de peso, siendo -0,164 vs. 0,08 kg/animal/día.

Estas diferencias entre tratamientos en los diferentes períodos, podría estar explicada por la respuesta al suplemento. Araujo Febres (2001), menciona una mejora en la tasa de digestión del forraje por parte de los microorganismos ruminales, llevando a una mayor tasa de pasaje que a su vez produce un incentivo en el consumo de forraje.

Mejia et al. (2011) al igual que Preston y Leng, citados por Bracho (2017), concuerdan con el mayor consumo de forraje producto del suplemento con bloques multinutricionales y afirman que beneficia el estado energético de los animales.

La performance en el último período, podría ser producto de una menor asignación de forraje en el tratamiento suplementado con BM en comparación con el testigo (0,7 vs. 1,0 kg MS/kg PV), además de una baja disponibilidad y accesibilidad de la pastura (235 kg MS/ha de disponibilidad y 5,1 cm de altura máxima de hoja), lo cual limitó el consumo y posiblemente impidió el incentivo en consumo de materia seca que la bibliografía menciona como el principal beneficio de los bloques multinutricionales.

La respuesta de GMD del tratamiento suplementado con bloques concuerda con los datos obtenidos por Sampedro (2017), quien suplementado con bloques multinutricionales (melaza, 35 % PB, 6% sodio, 2,5% fósforo entre otros minerales), pastoreando pasturas naturales del Sur Corrientes (dominadas por *Paspalum notatum* y *Sporobolus indicus*) con una disponibilidad inicial de 1500 kg MS/ha y con consumo de suplemento en torno a 0,053 % del PV, registro una GMD de 0,266 kg/animal/día.

## 5.5 EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL SUPLEMENTO

### 5.5.1 Eficiencia de conversión del DDGS de sorgo

La EC del suplemento, cuando se suplementó *ad libitum* con DDGS fue de 3,62 kg de suplemento/ kg de PV adicional con relación al tratamiento testigo.

Jenking et al. (2009), realizaron un experimento donde también suplementando con DDGS, novillos (225 kg PV) sobre campo nativo (8,8% PC, 67,4% FDN, 48,9% digestibilidad), observaron una eficiencia de conversión de 2,96 kg de suplemento/ kg de PV adicional, con una suplementación de 0,75 % del PV. Las diferencias podrían estar asociadas a diferentes tasas de sustitución del suplemento entre los experimentos.

Por otra parte, Morris et al. (2005) obtuvieron datos similares trabajando con terneras de 286 kg de PV y consumiendo heno de baja calidad suplementados con diferentes niveles de DDGS, observaron que las EC del suplemento fue de 3,79 kg de DDGS por kg de PV adicional. Cuando el nivel de suplementación estuvo en el entorno del 1% del PV, la EC del suplemento se mantuvo entre 3 y 4. Los mismos autores dentro del mismo experimento cuando se cambió el forraje por uno de mayor calidad (heno de alfalfa y silo de sorgo), se aumentó la GMD de los animales, pero la EC del suplemento empeoró a rangos de 5:1.

A nivel nacional, sobre suplementación con DDGS de sorgo sobre campo natural, Legorburu y Victorica (2019) realizaron un experimento con terneras de 160 kg

PV inicial sobre campo natural de basalto diferido (12% PB, 36% FDN y 1800 kg disponibilidad de forraje promedio), la AF fue de 6,56 y 6,32 kg MS/kg PV para el tratamiento control y suplementado respectivamente. Mientras que, la suplementación en autoconsumo limitado mediante el uso de sal (NaCl) a razón del 13% de MS, registraron una GMD para el tratamiento suplementado de 1,113 kg/animal/día y una EC del suplemento de 5,21 kg suplemento/kg PV en relación al tratamiento control, con un consumo de 1,2% del PV. La EC observada por los autores no fue mejor a la del presente trabajo, posiblemente la explicación a la diferencia aritmética se encuentre en la muy buena performance que tuvo el tratamiento control en comparación con este trabajo (0,519 vs. 0,215 kg/a/d, respectivamente), acotando la respuesta a la suplementación en el experimento de los autores mencionados.

### 5.5.2 Eficiencia de conversión del bloque

Como ya se mencionó anteriormente, la EC del bloque para el promedio del experimento no fue posible calcular debido a que no presentó diferencias en la GMD en comparación con el lote testigo.

Por otro lado, si fue posible calcular la EC para el primer período del trabajo, debido que hubo diferencia estadísticamente significativa y positiva en la GMD con el tratamiento testigo. Donde la EC del bloque fue 0,47 kg de suplemento por kg de PV adicional. Esta alta eficiencia de conversión del suplemento, está asociado al mencionado modo de acción de los BM, que no está relacionada a un aumento del balance energético por consumo del suplemento, sino un efecto relacionado a la mayor ingesta de forraje y aumento de la digestibilidad del alimento.

Un trabajo realizado por Fernández Mayer (2012), en el Sur de la Provincia de Buenos Aires, en el período comprendido entre el 27 de abril y el 26 de julio. Donde utilizó vaquillonas de 274 kg de peso vivo inicial, sobre pasturas naturales, constando de tratamiento control y tratamiento suplementado con BM (78,6% MS, 41,4% PB, 81,02% digestibilidad y 33,4% de azúcares solubles) sin restricción de consumo. Registró consumo del suplemento de 1kg/animal/día y un aumento diferencial de peso de 0,356 kg/animal/día de los animales con suplementación en comparación a los testigos. Lo que arrojó una EC de los BM de 2,81 kg de suplemento por kg de aumento de peso vivo adicional.

A propósito, Fariñas et al. (2009), recabaron diversos experimentos en países tropicales de suplementaciones con BM, tanto en época seca como de lluvias, suplementando novillos de entre 180 a 250 kg de PV. Durante la época seca los consumos de bloques estuvieron entre 110 y 210 g/animal/día, y las GMD de los animales suplementados estuvieron 150 g por encima de los testigos, por lo tanto, la EC del suplemento fue en el entorno de 1 kg de suplemento/kg de PV. Mientras que, para el

periodo de lluvias las GMD diferencial entre animales suplementados y testigos fue entre 260 y 300 g/animal/día y los consumos de BM estuvieron entre 246 g y 1 kg, lo que llevo a EC del suplemento de entre 0,8 y 3,8 kg de suplemento/kg de PV adicional.

En los trabajos mencionados anteriormente, tanto para el Sur de la Provincia de Buenos Aires como para los realizados en países tropicales, la EC de los bloques obtenida en los experimentos fue menor que la evaluada en el presente ensayo. Esto podría deberse a los mayores consumos individuales registrados del suplemento en dichos trabajos (0,110-1 vs. 0,07 kg de BM/animal/día) en comparación con el actual trabajo.

## 5.6 IMPLICANCIAS PRÁCTICAS DE LAS DIFERENTES ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN

La utilización de métodos de autoconsumo de suplemento como forma de resolver diferentes impedimentos para la puesta en práctica de la suplementación, como lo pueden ser la falta de maquinaria necesaria, mano de obra, tiempo de trabajo o buena accesibilidad a la zona de comederos. Dicho esto, no escapa a tener sus propios requisitos para garantizar un consumo estable y seguro a la totalidad del lote suplementado, además de evaluar su conveniencia economía, para así comprender una tecnología viable.

### 5.6.1 Aspectos prácticos relacionados al régimen de autoconsumo

Se observó de forma práctica que, la estratégica ubicación tanto de los comederos de autoconsumo como los bloques es crucial, debido a que los animales principalmente del tratamiento suplementados con DDGS gran parte del día se encuentran en las cercanías de los comederos, tanto alimentándose como en descanso o rumia. Esto implica que los mismos sean ubicados en zonas bien drenadas y secas para evitar la problemática de acceso tanto de los animales para el consumo como de operarios para la recarga de suplemento.

En el caso particular de los BM, Beames, citado por Birbe et al. (2006), menciona que, observando la conducta de los bovinos, hubo una marcada preferencia de lamer los BM, después de consumir heno. Este comportamiento le sugirió que era preferible colocar los BM en la zona de alimentación que cerca de los abrevaderos. Por parte de Sampedro (2017), se remarca la importancia de la ubicación de los BM, ya que afirma que la respuesta a los mismos no solo depende de la fluctuación en el consumo individual, sino también en la frecuencia de consumo, es decir la cantidad de veces que los animales se acercan a lamer la batea. Esto se debe a la importancia de una concentración constante de amoniaco en el rumen, para mejorar el aprovechamiento del forraje y así mejorar la respuesta al suplemento.

En ocurrencia de periodos de lluvia, el DDGS que permanecía sobre los frentes de ataque expuesto a la intemperie se humedecía en exceso y generaba rechazo por parte de los animales, por lo tanto, sería recomendable que posterior a episodios de lluvias o días con demasiada humedad, se realice recorridas periódicas para observar el correcto estado del suplemento y evitar variaciones en el consumo que puede llevar a problemas nutricionales. En los bloques energético-proteicos no se registró este problema ya que los terneros demostraron una gran apetecibilidad por el caldo que se formaba sobre el contenido del bloque luego de un episodio de lluvia.

Los comederos de autoconsumo, cuyo material de construcción era madera, fueron forrados con nylon de forma interna para disminuir el paso de humedad hacia la tolva de almacenaje y también facilitar el deslizamiento del suplemento hacia los frentes de ataque. Igualmente es conveniente dentro de lo posible observar con cierta recurrencia los comederos y animales, para constatar que cuentan con alimento en los frentes de ataque en buen estado y descartar problemas nutricionales en animales, especialmente cuando están en regímenes de consumo *ad libitum*.

#### 5.6.2 Evaluación de la conveniencia económica de la suplementación *ad libitum* con DDGS de sorgo sobre terneros pastoreando campo natural en invierno

En función del precio coyuntural, tanto del kg de ternero como de la tonelada de DDGS, es posible estimar si la eficiencia de conversión estuvo dentro del rango económico viable.

A continuación, en el cuadro No. 16 se presenta un detalle económico que contiene el costo del kg de peso vivo producido, el precio del ternero a fin de invierno y la ganancia a fin de invierno (en U\$\$/ha) obtenida por los kg adicionales que fueron logrados gracias a la suplementación.

Cuadro No. 16. Resultado económico de la suplementación invernal de terneros

Precio del DDGS (U\$\$/kg)	0,280
EC del suplemento (kg de DDGS/kg adicional de PV)	3,62
Costo kg adicional (U\$\$/kg)	1,01
Precio del ternero (U\$\$/kg en pie)	1,97
Margen por kg producido (U\$\$/kg)	0,96
Ganancia adicional (kg adicionales/ternero)	103
Carga (terneros/ha)	1,82
Ganancia adicional/ha (kg adicionales/ha)	187
<b>Ganancia adicional/ha (U\$\$/ha)</b>	<b>180</b>

EC: eficiencia de conversión.

El precio del DDGS es el que presentaba en el momento del inicio del experimento incluyendo el flete del mismo hasta el predio. Para el precio del kg de ternero en pie, se tomó como referencia el remate No. 198 de Plazarural, efectuado el 6 de setiembre de 2018. No se tienen en cuenta costos de sanidad, mano de obra y estructura, ya que se consideran costos que igualmente estarían presentes si no se efectuara la suplementación de los terneros.

Ante un bajo valor aritmético de eficiencia de conversión del suplemento el cual permite plausibles márgenes por cada kg de peso vivo producido, sumado a buenas tasas de aumento de peso vivo adicional y cargas considerablemente altas para la estación y la disponibilidad, son los pilares principales para el buen margen económico por hectárea que se obtuvo por resultado, teniendo en cuenta que es un proceso el cual requirió 3 meses únicamente.

Por otra parte, aunque no es el caso, el resultado económico podría haber estado influenciado por valores coyunturales tanto del suplemento como del ternero que favorecieran dicha práctica. Por lo tanto, parece pertinente enfrentar dichos resultados técnicos de la actividad a diferentes escenarios de variación de precios tanto del insumo principal (suplemento) como también de su producto (ternero) a un análisis de sensibilidad.

Cuadro No. 17. Margen en U\$S por hectárea en distintos escenarios de precios del ternero y suplemento

Precio DDGS (U\$S/kg)	Precio ternero (U\$S/kg en pie)						
	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10	2,20
0,200	164	183	202	220	239	258	277
0,225	147	166	185	203	222	241	260
0,250	130	149	168	187	205	224	243
0,275	113	132	151	170	188	207	226
0,300	96	115	134	153	171	190	209
0,325	79	98	117	136	154	173	192
0,350	62	81	100	119	137	156	175
0,375	45	64	83	102	120	139	158

Como se puede observar en el análisis de sensibilidad presentado en el Cuadro No. 17, ante variaciones del precio del suplemento del entorno del 40% y del ternero entorno al 15%, no se observan escenarios donde el margen económico sea negativo, por lo contrario, bajo escenarios de altos precios del suplemento y bajos precios del kg de terneros aún se observan márgenes interesantes para la actividad.

## 6 CONCLUSIONES

La suplementación energético proteica a voluntad mejora la performance de terneros pastoreando campo natural, pero la magnitud de dicha respuesta varía dependiendo del tipo de suplemento.

La suplementación invernal con granos de destilería secos de sorgo (DDGS) en régimen *ad libitum* en comederos autoconsumo a terneros de destete manejados en campo natural sobre basalto profundo, mejora la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementar; la respuesta a la suplementación fue de 0,998 kg/animal/día en relación al testigo y la eficiencia de conversión del suplemento fue de 3,62:1, para un consumo de suplemento que fue de 2,15 % del PV.

Por otra parte, la respuesta a la suplementación invernal con bloques multinutricionales, depende de la evolución de la condición de la pastura durante invierno, mostrando una respuesta positiva en la GMD durante solamente los primeros 28 días de pastoreo (+204 g/día) respecto al testigo, mientras la disponibilidad de forraje fue del entorno de los 752 kg MS/ha. Durante este período el consumo y la EC del bloque fue de 70 g y 0,47:1 respectivamente. Cuando la disponibilidad de forraje se torna limitante (292 kg MS/ha de disponibilidad promedio en los 56 días finales) la suplementación con bloques no modifica la respuesta animal con relación al testigo.

## 7 RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en un predio comercial ubicado en la zona de Baltasar Brum, Departamento de Artigas (30°43'55" S, 57°22'17" O). Se utilizaron 33 hectáreas de campo natural diferido sobre suelos de basalto profundo, las cuales se dividieron en 6 parcelas iguales (2 repeticiones por tratamiento), se contó con sesenta terneros de destete ( $133,27 \pm 10,7$  kg), que fueron asignados al azar a los siguientes tratamientos: 1) Testigo (T) pastoreo continuo de campo natural sin acceso a suplemento. 2) Suplementación con granos secos de destilería de sorgo (DDGS) pastoreo continuo de campo natural + suplementación con DDGS de sorgo sin ningún tipo de restricción de consumo. 3) Suplementación con bloques (B) pastoreo continuo de campo natural + suplementación con bloques Cattle Hi Pro (Crystalx). Ambos suplementos fueron ofrecidos en régimen de autoconsumo. Los terneros fueron gradualmente introducidos al consumo de suplementos, para luego ser suplementados durante 84 días, comenzando el 2 de julio de 2018, con una carga inicial de 0,6 UG/ha. Se evaluó el efecto de la suplementación invernal con concentrados energético-proteicos ofrecidos en régimen de autoconsumo sobre la performance animal respecto a un testigo sin suplementar. De igual modo, se estudió si la fuente de energía y proteína utilizada (granos secos de destilería vs. bloques multinutricionales) pudo haber tenido efecto sobre la respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento. El peso vivo animal fue registrado cada 14 días durante el período de suplementación. También se registró la disponibilidad y altura de forraje, el consumo de suplemento y comportamiento en pastoreo de los animales. El forraje disponible promedio para el período experimental fue de  $511,9 \pm 296,2$  kg MS/ha, con una altura promedio de  $7,9 \pm 2,3$ cm, sin diferencia entre tratamientos ( $P=0,0881$ ;  $P=0,0714$  respectivamente). Aunque el forraje fue diferido de producción otoñal hacia el invierno, no se vio afectada la calidad del mismo (15,75% PC; 53,5% FDN; 19,0% FDA; 77,4% digestibilidad MS) y dentro de la característica calidad no hubo efecto tratamiento, semana, ni tratamiento x semana. La GMD si presento efecto entre tratamientos ( $P<0.001$ ), la GMD del tratamiento suplementado con DDGS fue significativamente superior a los otros tratamientos (1,213 vs. 0,239 y 0,215 kg/animal/día, bloque y testigo respectivamente), los que no se diferenciaron entre sí. Producto de las diferencias en las GMD, hubo diferencias estadísticas en los pesos vivos finales, donde los animales suplementados con DDGS fue superior a los suplementados con bloque y testigo. El consumo de suplemento también difirió entre tratamientos, el que fue de 3,15 y 0,07 kg/animal/día para el tratamiento suplementado con DDGS y bloque respectivamente. Mientras que, la EC del suplemento para el tratamiento DDGS fue de 3,62:1, para el tratamiento suplementado con bloque en el primer período (0-28 días) la EC del suplemento fue de 0,47:1, ya que para el total del período no fue posible calcular por no existir diferencias estadísticas en la GMD con el control. Por su parte el comportamiento en pastoreo de los animales también presento diferencias significativas entre tratamientos para las actividades de pastoreo efectivo, rumia, descanso y acceso al suplemento ( $P<0.05$ ). Donde los animales suplementados con DDGS destinaron menor tiempo al pastoreo y mayor tiempo al descanso, en comparación con los otros dos

tratamientos los que no se diferenciaron en dichas actividades. Mientras que para la probabilidad de encontrar un animal accediendo al suplemento, los animales suplementados con DDGS presentaron mayor probabilidad en relación a lo que fueron suplementados con bloques (0,09 vs. 0,06).

Palabras clave: Terneros de destete; Campo natural; Invierno; Suplementación; Bloques energético-proteicos; Granos secos de destilería de sorgo; DDGS; Sistema autoconsumo.

## 8 SUMMARY

The present work was conducted in a commercial farm located in the area of Baltasar Brum, Department of Artigas (30°43'55" S, 57°22'17" W). Thirty-three hectares of stock piled native grass *son deepbasalt solis* were use, which were divided into 6 equal padocks (2 repetitions per treatment). Sixty weaning calves ( $133.27 \pm 10.7$  kg) randomly assigned to the following treatments: 1) Control (T) permanent grazing of native grass without access to supplement. 2) Supplementation with Dry Distillers Grains plus Solubles of sorghum (DDGS) permanent grazing of native grass + supplementation with DDGS of sorghum without any consumption restriction. 3. Block supplementation (B) permanent grazing of native grass + supplementation with Cattle Hi Pro (Crystalyx) blocks.) Both supplements were offered for self-feeder. Calves were gradually introduced to supplement intake and then supplemented for 84 days, starting July 2<sup>nd</sup>, 2018, with an initial stocking rate of 0.6 stock units per hectares. The effect of winter supplementation with energy-protein concentrates offered for self-consumption on animal performance was evaluated with respect to an unsupplemented control. Similarly, it was studied if the source of energy and protein used (Dry Distillers Grains vs. multinutritional blocks) could have had an effect on the response and conversion efficiency of the supplement. The animal weight was recorded every 14 days during the supplementation period. Forage availability and height, consumption of supplement, and grazing behavior of the animals were also recorded. The average available fodder for the experimental period was  $511.9 \pm 296.2$  kg DM/hectare, with an average height of  $7.9 \pm 2.3$  cm, with out difference between treatments ( $P=0.0881$ ;  $P=0.0714$  respectively). Although the forage was deferred from autumn to winter production, its quality was not affected (15.75% PC; 53.5% NDF; 19.0% ADF; 77.4% MS digestibility) and within the characteristic quality there was no treatment effect, week, or treatment x week. The average daily gain(ADG) present effect between treatments ( $P<0.001$ ), the ADG of the treatment supplemented with DDGS was significantly superior to the other treatments (1.213 vs. 0.239 and 0.215 kg/animal/day, block and control respectively), which were not differentiated between them. As a result of the differences in the ADG, there were statistical differences in the final live weights, where the animals supplemented with DDGS were superior to those supplemented with block and control. Supplement consumption also differed between treatments, it was 3.15 and 0.07 kg/animal/day for the DDGS and block supplemented treatment respectively. While the conversion efficiency of the supplement for the DDGS treatment was 3.62:1, for the block-supplemented treatment in the first period (0-28 days) the conversion efficiency of the supplement was 0.47:1, since for the total period it was not possible to calculate because there was no statistical difference in the ADG with the control. The grazing behavior of the animals also showed significant differences between treatments for effective grazing activities, rumination, rest and access to the supplement ( $P<0.05$ ). Animals supplemented with DDGS spent less time grazing and more time resting, compared to the other two treatments, which did not differ in these activities. While for the probability of finding an animal accessing the supplement, the animals supplemented

with DDGS presented greater probability in relation to what they were supplemented with blocks (0.09 vs. 0.06).

Keywords: Calves; Natural grass; Winter; Supplementation; Energy-protein blocks; Dry Distillers Grains plus Solubles of sorghum; DDGS; Self-feeding system.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

1. Allden, W. G.; Whittaker, I. A. 1970. The determinants of herbage intake by grazing sheep; the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. (en línea). Australian Journal of Agricultural Research. 21(5):755-766. Consultado 15 feb. 2020. Disponible en <https://www.publish.csiro.au/cp/AR9700755>
2. Andregnette Karlen, D. 1997. Verificación de un manejo para la recría de vaquillonas Holando sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 102 p.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 2012. Official methods of analysis. 19<sup>th</sup>. ed. Maryland, USA. p. irr.
4. \_\_\_\_\_. 2016. Official methods of analysis. 20<sup>th</sup>. ed. Maryland, USA. p. irr.
5. Araujo Febres, O. 1997. Experiencias con bloques multinutricionales en el Estado de Zulia. (en línea). Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). no. 14:377-384. Consultado 22 ene. 2020. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion\\_proteica\\_y\\_con\\_nitrogeno\\_no\\_proteico/09-bloques.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion_proteica_y_con_nitrogeno_no_proteico/09-bloques.pdf)
6. \_\_\_\_\_.; Vargas López, J.; Ortega, A. E.; Lachmann, M. 2001. Influencia del tiempo de almacenamiento de los bloques multinutricionales sobre el consumo y la digestibilidad del heno en corderos. (en línea). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 9:104-107. Consultado 23 ene. 2020. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Omar\\_Araujo\\_Febres/publication/230823346\\_Effect\\_of\\_storage\\_time\\_of\\_multiple-nutrient\\_blocks\\_on\\_intake\\_and\\_digestibility\\_of\\_prairie\\_hay\\_by\\_sheeps/inks/0912f5050d171d3376000000/Effect-of-storage-time-of-multiple-nutrient-blocks-on-intake-and-digestibility-of-prairie-hay-by-sheeps.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Omar_Araujo_Febres/publication/230823346_Effect_of_storage_time_of_multiple-nutrient_blocks_on_intake_and_digestibility_of_prairie_hay_by_sheeps/inks/0912f5050d171d3376000000/Effect-of-storage-time-of-multiple-nutrient-blocks-on-intake-and-digestibility-of-prairie-hay-by-sheeps.pdf)
7. \_\_\_\_\_. 2005. Los bloques multinutricionales: una estrategia para la época seca. (en línea). In: González-Stagnaro, C.; Soto-Belloso, E. eds. Manual de ganadería doble propósito. Maracaibo, Venezuela, Astro Data. pp. 240-245. Consultado 22 ene. 2020. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/los-bloques-multinutricionales-estrategia-t26106.htm>
8. Arias, R. A.; Mader, T. L.; Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. (en línea).

Archivo Médico Veterinario. 40(1):7-22. Consultado 7 may. 2019.  
Disponble en  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2008000100002](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2008000100002)

9. Bargo, F. 2002. Suplementación en pastoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. (en línea). In: Jornada Abierta de Lechería sobre Alimentación y Tipo de Vaca en Sistemas de Base Pastoril (2ª., 2002, Buenos Aires). Memorias. Buenos Aires, UBA. Facultad de Agronomía. pp. 1-21. Consultado 10 may. 2019. Disponible en <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/bargo.pdf>
10. Bavera, G.; Bocco, O.; Beguet, H.; Petryna, A. 2005. Crecimiento y desarrollo compensatorios. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, UNRC. FAV. s.p. Consultado 20 oct. 2019. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/externo/11crecimiento\\_y\\_desarrollo\\_compensatorios.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/externo/11crecimiento_y_desarrollo_compensatorios.pdf)
11. Beretta, V.; Bruni, M. 1998. Manejo del agua de bebida: en sistemas lecheros y ganaderos. (en línea). Unidad Experimental y Demostrativa de Young. Cartilla no. 12. s.p. Consultado 13 jun. 2019. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart12/Cart12.htm>
12. \_\_\_\_\_; Simeone, A. 2008. Autoconsumo en la alimentación de terneros. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía EEMAC. pp. 32-34.
13. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2013. Consumo en el autoconsumo. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (15ª., 2013, Paysandú, Uruguay). Simplificando la intensificación ganadera: el autoconsumo. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 48-51.
14. Berretta, E. J. 1994. Principales características de las vegetaciones de los campos de Basalto. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupos Campos (14ª., 1994, Salto, Uruguay). Anales. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Serie Técnica no. 94).
15. \_\_\_\_\_. 1998a. Principales características climáticas y edáficas de la región de basalto en Uruguay. In: Seminario de Actualización en Tecnología para

Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-10 (Serie Técnica no. 102).

16. \_\_\_\_\_. 1998b. Producción de comunidades nativas sobre suelos de Basalto de la unidad Itapebí-Tres árboles con diferente frecuencia de corte. In: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 21-31 (Serie Técnica no. 102).
17. Birbe, B.; Herrera, P.; Colmenares, O.; Martínez, N. 2006. El consumo como variable en el uso de bloques multinutricionales. In: Seminario de Pastos y Forrajes (10º., 2006, Maracaibo, Venezuela). Trabajos presentados. Maracaibo, FCV-LUZ. pp. 43-61.
18. Black, J. L.; Kenney, P. A. 1984. Factors affecting diet selection by sheep. Height and density of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 35(4):565-578.
19. Blasina, M.; Piñeyría, A.; Renau, M. 2010. Evaluación del sistema de autoconsumo para la suplementación invernal de terneras sobre pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 105 p.
20. Bracho, H. 2017. Elaboración de bloques multinutricionales para alimentación de bovinos, usando contenido ruminal e ingredientes minerales. (en línea). Ergomix. com. s.p. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/elaboracion-bloques-multinutricionales-alimentacion-t41152.htm>
21. Brito, G. 2006. Manejo de la recría vacuna en areniscas. (en línea). In: Bemhaja, M.; Pittaluga, O. eds. 30 años de investigación en suelos de areniscas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 121-133 (Serie Técnica no. 159). Consultado 20 jun. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429250309101451.pdf>
22. \_\_\_\_\_.; Luzardo, S.; Montossi, F.; La Manna, A.; Piñeiro, J.; Barreto, J.; Bottero, D.; Arce, F.; Zamit, W.; Bentancur, M.; Costales, J.; Rodríguez, A.; Carracelas, B. 2009. Efecto de la suplementación invernal infrecuente de afrechillo de arroz sobre campo natural de basalto en el crecimiento de novillos sobreaño. In: Día de Campo sobre Producción Animal y Pasturas (2009, Paysandú). Medidas de manejo y alimentación frente a eventos

climáticos adversos. Lecciones aprendidas y propuestas a futuro. Montevideo, INIA. pp. 21-23 (Actividades de Difusión no. 589).

23. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Lagomarsino, X.; Montossi, F.; La Manna, A.; Frugoni, J.; Levratto, J.; Hernández, S.; Bottero, D.; Zamit, W.; Bentancur, M.; Costales, J.; Mederos, A.; Carracelas, B. 2011. Frecuencia de suplementación invernal en campo natural: su aplicación en la recría de novillos sobreño. In: Día de Campo en la Unidad Experimental GLENCOE (2011, Paysandú). Propuestas tecnológicas para el incremento de la productividad, la valorización y el ingreso económico para sistemas ganaderos de basalto. Montevideo, INIA. pp. 39-40 (Actividades de Difusión no. 657).
24. Bruni, M.; Trujillo, A. I.; Facchin, L.; Saragó, L.; Chilibroste, P. 2014. Evaluación nutricional para rumiantes de la burlanda de sorgo húmeda obtenida de la producción de etanol de ALUR Paysandú. Cangüé. no. 35:28-38.
25. Campos, F.; Terra, G.; Santamarina, I.; Pigurina, G. 2002. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplemento para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. In: Jornada Anual de Producción Animal (2002, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 42-56 (Actividades de Difusión no. 294).
26. Cangiano, C. A. 1997. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C. A. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Argentina, INTA. pp. 41-63.
27. Carámbula, M. 1991. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
28. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
29. \_\_\_\_\_. 2002. Manejo del Lotus Maku para producción de forraje. In: Risso, D.; Albicette, M. eds. Lotus Maku: manejo, utilización y producción de semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 11-21.
30. \_\_\_\_\_. 2007. Verdeos de invierno. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 178 p.

31. Church, D. C.; Pond, W. G.; Pond, K. R. 2010. Nutrición animal aplicada. Fundamentos de nutrición y alimentación. 2ª. ed. México, Limusa. 636 p.
32. Cibils, R.; Vaz Martins, D.; Risso, D. 1997a. ¿Qué es suplementar? In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Serie Técnica no. 83).
33. \_\_\_\_\_.; Fernández, E. 1997b. Suplementación estratégica de la recria vacuna. Instituto Plan Agropecuario. Cartilla no. 4. 4 p.
34. Conrad, J. H. 1985. Feeding of farm animals in hot and cold environments. In: Yousef, M. K. ed. Strees Physiology in Livestock. Boca Raton, FL, CRC. pp. 205-226.
35. \_\_\_\_\_. 2019. Crystalyx Cattle Hi Pro: descripción y utilización. (en línea). Montevideo, s.e. s.p. Consultado 25 ene. 2020. Disponible en <https://www.crystalyx.com.uy/product/crystalyx-cattle-hi-pro/>
36. Dalley, D. E.; Roche, J. R.; Moate, P. J.; Grainger, C. 2001. More frequent allocation of herbage does not improve the milk production of dairy cows in early lactation. Australian Journal of Experimental Agriculture. 41(5):593-599.
37. De León, M. 2004. Suplementación estratégica. In: De León, M. ed. Invernada sobre pasturas subtropicales. Córdoba, INTA. pp. 7-10 (Informe Técnico no. 4).
38. Del Campo, M.; Soares de Lima, J. M.; Brito, G. 2005. Suplementación de terneras en el primer y segundo invierno: efecto en el crecimiento de tejidos y en el comportamiento reproductivo. In: Día de Campo sobre Cría Vacuna en Suelos Arenosos (2005, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 24-28 (Actividades de Difusión no. 403).
39. Delaby, L.; Peyraud, J. L.; Delagarde, R. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. Animal Science. 73(1):171-181.
40. Di Costanzo, A.; Wright, C. L. 2011. Distillers Grains for Beef Cattle. In: Liu, K.; Rosentrater, A. eds. Distillers Grains: production, Properties and Utilization. London, AOCS. pp. 237-257.

41. Di Marco, O. N.; Aello, M. 2003. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). Balcarce, Unidad Integrada INTA. Balcarce/Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 6 p. Consultado 9 dic. 2019. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/01-costo\\_energetico\\_de\\_actividad\\_en\\_pastoreo\\_efecto.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/01-costo_energetico_de_actividad_en_pastoreo_efecto.pdf)
42. Distel, R. A.; Laca, E. A.; Gringgs, T. C.; Demment, M. W. 1995. Patch selection by cattle: maximization of intake rate in horizontally heterogeneous pastures. *Applied Animal Behaviour Science*. 45(1-2):11-21.
43. Echeverría, J.; Rovira, P. J.; Montossi, F. 2014. Manejo de la alimentación invernal de la recría bovina sobre campo natural. *Revista INIA*. no. 37:14-18.
44. Esteves, M.; Laxalde, S.; Nario, M. 2013. Utilización de nitrógeno no proteico en programas de suplementación invernal basados en autoconsumo para terneros pastoreando campo nativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 120 p.
45. Fariñas, T.; Mendieta, B.; Reyes, N.; Mena, M.; Cardona, J.; Pezo, D. 2009. ¿Cómo preparar y suministrar bloques multinutricionales al ganado? (en línea). Managua, Nicaragua, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 54 p. (Serie Técnica. Manual técnico no. 92). Consultado 5 abr. 2020. Disponible en [https://www.academia.edu/11584872/Serie\\_t%C3%A9cnica\\_Manual\\_t%C3%A9cnico\\_No\\_92](https://www.academia.edu/11584872/Serie_t%C3%A9cnica_Manual_t%C3%A9cnico_No_92)
46. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, ES). 2018. Tablas FEDNA 2010-2018. (en línea). Madrid. p. irr. Consultado sep. 2019. Disponible en [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/granos-y-solubles-de-sorgo-ddgs-actualizado-nov-2011](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/granos-y-solubles-de-sorgo-ddgs-actualizado-nov-2011)
47. Fernández Mayer, A. 1998. Fisiología de la producción de carne. (en línea). INTA Bordenave. Material Didáctico. no. 3:6-34. Consultado 10 jun. 2019. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/32-fisiologia\\_de\\_la\\_produccion\\_de-carne.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/32-fisiologia_de_la_produccion_de-carne.pdf)

48. \_\_\_\_\_. 2012. Bloques multinutricionales (BMN) y suplemento activador ruminal (SAR). (en línea). s.l., Ergomix.com. s.p. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <http://www.aapresid.org.ar/rem/wp-content/uploads/2018/01/Bloques-Multinutricionales-BMN-y-Suplemento-activador-ruminal-SAR.pdf>
49. Formoso, F. A. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad de forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS.). (en línea). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188). Consultado 12 jul. 2019. Disponible en <http://inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429120411183504.pdf>
50. \_\_\_\_\_. 2012. Mezclas forrajeras raigrás más leguminosas: ventajas y limitantes. (en línea). Revista INIA. no. 28:34-40. Consultado 12 jul. 2019. Disponible en <http://inia.uy/Publicaciones/Paginas/publicacionAINFO-7452.aspx>
51. Fox, D. G.; Tylutki, T. P. 1998. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 82(11):3085-3095.
52. Gadberry, M. S.; Beck, P. A.; Morgan, M.; Hubbell, D.; Butterbaugh, J.; Rudolph, B. 2010. Effect of dried distillers grains supplementation on calves grazing bermudagrass pasture or fed low-quality hay. *The Professional Animal Scientist*. 26(4):347-355.
53. Gali, J. R.; Cangiano, C. A.; Fernández, H. H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16(2):119-142.
54. Ganskopp, D.; Cruz, R. 1999. Selective differences between naive and experienced cattle foraging among eight grasses. (en línea). *Applied Animal Behaviour Science*. 62(4):293-303. Consultado may. 2019. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159198002330>
55. Gayo Ortiz, J. 2007. Los subproductos de arroz en la alimentación del ganado. (en línea). *Revista Plan Agropecuario*. no. 123:30-31. Consultado 15 jul. 2019. Disponible en <https://www.planagropecuario.org.uy/web/magazine/view/id/132.html>

56. Gustad, K. H.; Klopfenstein, T. J.; Erickson, G. E.; Vander Pol, K. J.; MacDonald, J. C.; Greenquist, M. A. 2006. Dried distillers grains supplementation of calves grazing corn residue. Lincoln, Nebraska, University of Nebraska. 114 p.
57. Gutiérrez, F.; Morixe, J. P. 1995. Efecto de diferentes niveles de suplementación con subproductos agroindustriales en el crecimiento post-destete de terneras cruza cebú-Hereford sobre pasturas de baja calidad en areniscas de Tacuarembó. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 98 p.
58. Hahn, G. L.; Mader, T. L.; Eigenberg, R. A. 2003. Perspective on development of thermal indices for animal studies and management. Interactions between climate and animal production. EAAP Technical series no. 7:31-44.
59. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture. 15(76): 663-670.
60. Henderson, A.; Iribarne, R.; Silveira, M. B. 2015. Evaluación del sistema de autoconsumo para suplementación de terneros de destete precoz pastoreando praderas durante el verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
61. Herrera-Saldana, R.; Gomez-Alarcon, R.; Torabi, M.; Huber, J. T. 1990. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. Journal of Dairy Science. 73(1):142-148.
62. Hess, B. W.; Moss, G. E.; Rule, D. C. 2008. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. Journal of Animal Science. 86:E188-E204.
63. Hodgson, H. J. 1977. Gaps in knowledge and technology for finishing cattle on forages. (en línea). Journal of Animal Science. 44(5):896-900. Consultado 2 oct. 2019. Disponible en <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/44/5/896/4697523>
64. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). 2018. Estadísticas climatológicas 1961-1990. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado sep. 2019. Disponible en

<https://www.inumet.gub.uy/index.php/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>

65. Jenkins, K. H.; MacDonald, J. C.; McCollum, F. T.; Amosson, S. H. 2009. Effects of level of dried distillers grain supplementation on native pasture and subsequent effects on wheat pasture gains. *The Professional Animal Scientist*. 25(5):596-604.
66. Jhonson, H. D. 1987. Bioclimates and livestock. *In*: Jhonson, H. D. ed. *Bioclimatology and the adaptation of Livestock*. Amsterdam, The Netherland, Elsevier. pp. 3-16 (World Animal Science).
67. Klopfenstein, T. 1996. Distillers grains as an energy source and effect of drying on protein availability. *Animal Feed Science Technology*. 60:201-207.
68. Lagomarsino, X.; Luzardo, S.; Montossi, F. 2014. ¿Cómo producir terneros con más de 300 kg con edades menores a los 15 meses en sistemas ganaderos de basalto? Efecto de la suplementación infrecuente en la recría de terneros Hereford en basalto. *In*: Seminario de Actualización Técnica (2014, Treinta y Tres). Estrategia de intensificación ganadera. Montevideo, INIA. pp. 33-38 (Actividades de Difusión no. 734).
69. Langlands, J. P. 1969. The feed intake of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pastures differing in herbage availability. (en línea). *Australian Journal of Agricultural Research*. 20:5-23. Consultado 1 oct. 2019. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/248895197>  
[The feed intake of sheep supplemented with varying quantities of wheat while grazing pastures differing in herbage availability](https://www.researchgate.net/publication/248895197)
70. Legorburu, G.; Victorica, M. 2019. Efecto de la suplementación con bloques energético-proteicos y granos de destilería sobre la performance de terneras crucea pastoreando campo natural en invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 152 p.
71. Loneragan, G. H.; Wagner, J. J.; Gould, D. H.; Garry, F. B.; Thoren, M. A. 2001. Effects of water sulfate concentration on performance, wáter intake, and carcass characteristics of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. 79(12):2941-2948.

72. Luzardo, S.; Cuadro, R.; Montossi, F.; Silveira, C.; Risso, D.; Brito, G.; Pittaluga, O.; De Barbieri, I.; Rodriguez, A.; Bottero, D.; Liendo, F.; Zamit, W.; Piñeiro, J. 2007. Uso estratégico de pasturas cultivadas y suplementación en la recría de terneros Hereford y Braford pastoreando campo natural de Basalto. In: Día de Campo (2007, Paysandú). Alternativas de intensificación, especialización, diversificación y valorización de la ganadería ovina y bovina en el Basalto. Montevideo, INIA. pp. 17-22 (Actividades de Difusión no. 518).
73. \_\_\_\_\_.; Brito, G.; Montossi, F.; Bottero, D.; Arce, J.; Piñeiro, J.; Barreto, J.; Rodriguez, A.; Carracelas, B; Zamit, W.; Bentancurt, M.; Costales, J.; La Manna, A. 2009a. Efecto de la suplementación infrecuente en la recría invernal de terneros Hereford pastoreando campo natural de basalto. In: Día de Campo sobre Producción Animal y Pasturas (2009, Paysandú). Medidas de manejo y alimentación frente a eventos climáticos adversos. Lecciones aprendidas y propuestas a futuro. Montevideo, INIA. pp. 17-19 (Actividades de Difusión no. 589).
74. \_\_\_\_\_.; Montossi, F.; Rodríguez, A.; Cuadro, R.; Bottero, D.; Barreto, J. 2009b. Uso estratégico de pasturas cultivadas y suplementación en la recría de terneros pastoreando campo natural de basalto. In: Día de Campo sobre Efectos de la Sequía (2009, Tacuarembó). Acciones realizadas y propuestas otoño- invernales. Montevideo, INIA. pp. 12-15.
75. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Brito, G. 2010a. La necesidad de la suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina. Revista INIA. no. 22:11-15.
76. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Bottero, D.; Arce, J.; Liendo, F.; Barreto, J.; Zamit, W.; Bentancurt, M.; Costales, J.; Berretta, E. J.; La Manna, A. 2010b. Suplementación invernal en la recría de terneros machos en el basalto: recientes experiencias del INIA Tacuarembó. In: Jornada Después de las Lluvias (2010, Tacuarembó). Desafíos de producción animal y forraje para los próximos meses. Montevideo, INIA. pp. 13-15 (Actividades de Difusión no. 601).
77. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; Lagomarsino, X. 2012. Uso de la suplementación en recrías sobre campo natural. Revista INIA. no. 28:8-12.
78. \_\_\_\_\_.; Cuadro, R.; Lagomarsino, X.; Montossi, F.; Brito, G.; La Manna, A. 2014. Tecnologías para la intensificación de la recría bovina en el basalto: suplementación infrecuente sobre campo natural y pasturas mejoradas en basalto. In: Berretta, E.; Montossi, F.; Brito, G. eds. Alternativas

tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto. Montevideo, INIA. pp. 93-125 (Serie Técnica no. 217).

79. McDonald, P.; Edwards, R. A.; Greenhalg, J. F. D.; Morgan, C. A. 1969. Nutrición animal. 5<sup>a</sup>. ed. Zaragoza, Acribia. 576 p.
80. Mac Loughlin, R. J. 2005a. Requerimientos de proteína y formulación de raciones en bovinos para carne. (en línea). Buenos Aires, s.e. 6 p. Consultado 11 may. 2019. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_en\\_general/42-formulacion\\_proteina.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_en_general/42-formulacion_proteina.pdf)
81. \_\_\_\_\_. 2005b. Suplementación en bovinos: variación en los consumos individuales. (en línea). Buenos Aires, s.e. 13 p. Consultado 5 feb. 2019. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/41-suplementacion\\_variacion\\_consumos.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/41-suplementacion_variacion_consumos.pdf)
82. MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, UK). 2000. Climate change and agricultura in the United Kingdom. London. 65 p.
83. Makkar, H. P. 2007. Feed supplementation block technology-past, present and future. (en línea). In: Makkar, H. P.; Sánchez, M.; Speedy, A. W. eds. Feed supplementation blocks. Rome, FAO. pp. 1-12 (FAO. Animal Production and Health no. 164). Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <http://www.fao.org/3/a0242e/a0242e01.pdf>
84. Marquisa, C.; Urrutia, J. M. 2001. Efecto de la suplementación invernal y el uso de capas protectoras en la ganancia de peso de terneras pastoreando campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 105 p.
85. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). s.f. Estación meteorológica Artigas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar 2019. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
86. Meijs, J. A. C; Hoekstra, J. A. 1984. Effect of concentrate intake and herbage allowance on herbage intake. (en línea). Grass and Forage Science. 39(1):59-66. Consultado 1 oct. 2019. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2494.11984.tb01665.x>

87. Mejía, J.; Mejía, I. 2007. Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo. (en línea). Acta Universitaria. 17(2):45-54. Consultado feb. 2019. Disponible en <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/180/158>
88. \_\_\_\_\_.; Delgado, J. L.; Mejía, I.; Guajardo, I.; Valencia, M. 2011. Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. (en línea). Acta Universitaria. 21(1):11-16. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41618395003>
89. Minson, D. J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. s.l., Academic Press. 502 p.
90. Montossi, F.; San Julián, R.; De Mattos, D.; Berretta, E. J.; Rios, M.; Zamit, W.; Levratto, J. 1998. Alimentación y manejo de la oveja de cría durante el último tercio de gestación en la región de basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 20-26 (Serie Técnica no. 102).
91. \_\_\_\_\_.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. J. 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).
92. Morris, S. E.; Klopfenstein, T. J.; Adams, D. C.; Erickson, G. E.; Vander Pol, K. J. 2005. The effects of dried distillers grains on heifers consuming low or high quality forage. Lincoln, Nebraska, University of Nebraska. pp. 18-20.
93. NCR (National Research Council, US). 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7<sup>th</sup>. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 248 p.
94. Olazabal, J.; San Martín, F.; Ara, M.; Franco, F. 2009. Crecimiento compensatorio: efecto de diferentes niveles de restricción energética. (en línea). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú. 20(2):1-12. Consultado 21 jun. 2019. Disponible en <http://www.prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/NUTRICION/MATERIAL%202012/Crecimiento%20Compensatorio.pdf>
95. Orskov, E. R. 1988. Protein nutrition in ruminants. 2<sup>nd</sup>. ed. London, UK, Academic Press. 175 p.

96. Osacar, G.; Berra, G.; Mate, A. 2008. Bienestar de los terneros de la crianza: medio ambiente crítico. (en línea). Buenos Aires, s.e. s.p. Consultado ene. 2020. Disponible en [http://www.sochipa.cl/uploads/media/temuco\\_2005.pdf#page=43](http://www.sochipa.cl/uploads/media/temuco_2005.pdf#page=43)
97. Parodi, A.; Pigamba, S.; Riera, S. 2004. Efecto de la oferta de campo natural mejorado con *Lotus pedunculatus* cv Grassland Makú sobre la producción de forraje y performance de vacunos en crecimiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
98. Pigurina, G. 1993. Aspectos nutricionales de suplementación de terneros en condiciones de pastoreo. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Vaz Martins, D.; Quintans, G.; Bonilla, O.; Saravia, H. eds. Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 29-34 (Actividades de Difusión no. 49).
99. \_\_\_\_\_. 1994. Suplementación invernal de terneras de destete con pastoreo de avena por horas. In: Día de Campo sobre Alimentación Invernal (1994, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 2-9 (Actividades de Difusión no. 32).
100. \_\_\_\_\_.; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D.; Berretta, E. J. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. In: Jornada sobre Suplementación Estratégica de la Cría y Recría Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. cap. 4, pp. 1-6 (Actividades de Difusión no. 129).
101. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1998. Alimentación de la recría en vacunos. *El País Agropecuario*. 4(40):23-26.
102. Pittaluga, O.; Brito, G.; Cuadro, P.; Díaz, S.; San Julián, R.; Silveira, C. 2007. Incidencia de diferentes períodos de suplementación invernal de terneros y novillos sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. In: Día de Campo (2007, Paysandú). Alternativas de intensificación, especialización, diversificación y valorización de la ganadería ovina y bovina en el Basalto. Montevideo, INIA. pp. 12-16 (Actividades de Difusión no. 518).
103. Plazarural. 2020. Historial de remates. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en <https://plazarural.com.uy/datos>

104. Pordomingo, A. J. 2005. Feedlot: alimentación, diseño y manejo. Buenos Aires, UNLPam. 224 p.
105. Quintans, G.; Vaz Martins, D.; Carriquiry, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Vaz Martins, D.; Quintans, G.; Bonilla, O.; Saravia, H. eds. Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 35-53 (Actividades de Difusión no. 49).
106. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 1994. Efecto de diferentes fuentes de suplementos sobre el comportamiento de terneras. In: Quintans, G.; Pigurina, G.; Saravia, H. eds. Bovinos para carne: avances en la suplementación de la recría e internada intensiva. Montevideo, INIA. cap. 2, pp. 8-12 (Actividades de Difusión no. 34).
107. \_\_\_\_\_. 2002. Manejo de la recría vacuna en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica sobre Cría y Recría Ovina y Vacuna (2002, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Actividades de Difusión no. 288).
108. Richards, S. A. 1973. Temperature regulation. London, UK, Wykeham. 212 p.
109. Risso, D. F. 1997. Producción de carne sobre pastura. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Serie Técnica no. 83)
110. Rodríguez, C. F. 2014. El uso de bloques nutricionales en ovinos. Tesis Dr. en Ciencias Veterinarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. 48 p.
111. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 288 p.
112. \_\_\_\_\_.; Velazco, J. I.; Quintans, G. 2007. Comportamiento productivo y conducta de terneros suplementados en comederos de autoconsumo sobre campo natural. In: Jornada de Divulgación de la Unidad Experimental Palo a Pique (2007, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 5-14 (Actividades de Difusión no. 511).
113. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en la suplementación de terneros sobre campo natural. In: Jornada de Divulgación de

Producción Animal-Pasturas (2009, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 69-77 (Actividades de Difusión no. 591).

114. \_\_\_\_\_.; Echeverría, J. 2014a. Efecto del nivel de suplementación en una mezcla de grano húmedo de sorgo y núcleo proteico en el desempeño productivo de terneros sobre campo natural. (en línea). In: Rovira, J. ed. Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Montevideo, INIA. pp. 69-79 (Serie Técnica no. 212). Consultado sep. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3108/1/st-212-2014.pdf>
115. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2014b. Efecto del tipo de ración en el consumo, desempeño productivo y conducta de terneros suplementados en autoconsumo. In: Seminario de Actualización Técnica (2014, Treinta y Tres). Estrategias de intensificación ganadera. Montevideo, INIA. pp. 17-23 (Actividades de Difusión no. 734).
116. \_\_\_\_\_.; Velazco, J. I. 2014c. Inclusión de fuentes proteicas al grano húmedo de sorgo en esquemas de suplementación de bovinos sobre campo natural. (en línea). In: Rovira, J. ed. Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Montevideo, INIA. pp. 17-27 (Serie Técnica no. 212). Consultado sep. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3108/1/st-212-2014.pdf>
117. Rovira, P. 2003. Estrategias de alimentación para mejorar el crecimiento inicial de terneros en sistemas invernadores de lomadas del Este: efecto de oferta invernal de forraje en el crecimiento de terneros sobre un mejoramiento de campo. In: Seminario de Actualización Técnica sobre Producción de Carne Vacuna y Ovina de Calidad (2003, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 51-61 (Actividades de Difusión no. 317).
118. \_\_\_\_\_. 2012. Desempeño productivo de novillos sobre pasturas templadas con suplementación energética en autoconsumo. *Revista Veterinaria*. 23:3-7.
119. Sampredo, D.; Barrera, P.; Hug, M. G.; Bendersky, D. 2017. Alternativas de suplementación para corregir las deficiencias nutricionales del campo natural en el centro Sur de corrientes. (en línea). *Noticias y Comentarios*. no. 503:1-3. Consultado 23 ene. 2020. Disponible en

<https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta alternativas tnicas para corregir deficiencias .pdf>

120. San Julián, R.; Montossi, F.; Berretta, E. J.; Levratto, J.; Zamit, W.; Rios, M. 1998. Alternativas de alimentación y manejo invernal de la recria ovina en la región de basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 209-227 (Serie Técnica no. 102).
121. Santini, F. J. 2014. Conceptos básicos de la nutrición de rumiantes. (en línea). In: Curso de Nutrición Animal Aplicada (2014, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, Unidad Integrada Balcarce. INTA Balcarce/UNMDP. Facultad de Ciencias Agrariras. pp. 4-23. Consultado 15 oct. 2019. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_curso\\_nutricin\\_animal\\_aplicada\\_2014.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_curso_nutricin_animal_aplicada_2014.pdf)
122. SAS INSTITUTE. 2008. SAS/STAT®: 9.2 user's guide. (en línea). Cary, NC. s.p. Consultado 2019. Disponible en <https://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugmixed/61807/%20PD%20F/default/statugmixed.pdf>
123. Scheneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. (en línea). In: Jornada de Actualización Técnica de Pasturas Implantadas (19ª., 2005, Pergamino). Generación y evaluación de cultivares de especies forrajeras. s.l., INTA Pergamino. pp. 1-5 Consultado 13 may. 2019. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/33-mezclas\\_forrajeras\\_perennes\\_templadas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/33-mezclas_forrajeras_perennes_templadas.pdf)
124. Schingoethe, D. J. 2007. Strategies, benefits, and challenges of feeding ethanol byproducts to dairy and beef cattle. (en línea). Brookings, South Dakota State University. 15 p. Consultado 30 nov. 2019. Disponible en <http://www.dairyweb.ca/Resources/FRNS2007/Schingoethe.pdf>
125. Simeone, A.; Beretta, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar al ganado? (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 10-17. Consultado ago. 2019. Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2004.pdf>
126. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. (en línea). In: Jornada Anual de

la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2005, Paysandú, Uruguay). Manejo nutricional en ganado de carne. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 9-23. Consultado ago. 2019 Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2005.pdf>

127. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2006. Intensificando la producción de carne en invernada: “de la teoría a la práctica”. (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2006, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 3-31. Consultado oct. 2019. Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2006.pdf>
128. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2009. Reformulando la ganadería en Uruguay: ¿Cómo se va a criar y engordar el ganado en los tiempos venideros? (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (11<sup>a</sup>, 2009, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 16-54. Consultado set. 2019. Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2009.pdf>
129. Soca, P. 2001. Utilización de mejoramientos de campo con lotus El Rincón y lotus Maku para la cría vacuna en la zona Este del país. In: Jornada de Utilización de Mejoramientos de Campo en la Zona Este del País (2001, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 7-22.
130. Tobía, C.; Bustillos, A.; Bravo, H.; Urdaneta, D. 2003. Evaluación de la dureza y el consumo de bloques nutricionales en ovinos. Gaceta de Ciencias Veterinarias. 9(1):26-31.
131. Trujillo, A. I.; Uriarte, G. 1990. Valor nutritivo de las pasturas. (en línea). s.n.t. 19 p. Consultado sep. 2019. Disponible en [http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo\\_Uriarte.VALOR\\_NUTRITIVO\\_PASTURAS.pdf](http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/Trujillo_Uriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf)
132. USGC (United States Grains Council, US). 2012. A guide to distiller’s dried grains with solubles. 3<sup>rd</sup>. ed. Washington, D. C. 406 p.
133. Van Lier, E.; Regueiro, M. 2008. Digestión en retículo-rumen. (en línea). Montevideo, Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 28 p. Consultado 9 may. 2019. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf>

134. Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. (en línea). 2<sup>nd</sup>. ed. Ithaca, NY, Cornell University. 476 p. Consultado may. 2019. Disponible en <https://books.google.com.uy/books?hl=es&lr=&id=TlluDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Van+Soest,+P.+J.1994.+Nutritional+Ecology+of+the+Ruminant.+Second+Ed.+Cornell+University+Press.+Ithaca,+N.+Y.&ots=lnCeBlkXID&sig=PAY9zoqlzunSHAWTbJAxc1wL5g4#v=onepage&q&f=false>
135. Yousef, M. K. 1985. Stress physiology in livestock. Boca Raton, FL, CRC. 271 p.
136. Zavala, R. 2002. Elaboración rústica y uso de bloques de proteína en ganado caprino. (en línea) Tesis Ing. Agr. Zoot. Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencias Agrarias. 62 p. Consultado 20 ene. 2020. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5800/T13192%20ZAVALA%20%20ELIZARRARAZ,%20RAFAEL%20%20TRABAJO%20DE%20OB.pdf?sequence=1>
137. Zoby, J. L. F.; Holmes, W. 1983. The influence of size of animal and stocking rate on the herbage intake and grazing behaviour of cattle. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 100:139-148.

## 10 ANEXOS

Anexo No. 1. Composición promedio del DDGS de maíz, para ciertas industrias en Estados Unidos

Company co-product	Dry matter, %	Crude protein, %	Crude fat, %	Crude fiber, %
Typical corn DDGS	89.3	30.9	10.7	7.2
Poet Dakota Gold HP	91.6	44.8	3.9	7.3
Poet Dakota Bran	ND <sup>1</sup>	14.6	9.8	3.8
Poet Dehydrated Corn Germ	93.2	16.9	18.9	5.5
Maize Processing Innovators Quick Germ/Quick Fiber DDGS	ND	49.3	3.9	6.8
Maize Processing Innovators E-Mill DDGS	ND	58.5	4.5	2.0
Cereal Process Technologies Hi-Protein DDGS	ND	35.0-37.0	4.0-6.0	4.0-6.0
Renessen Enhanced DDGS	ND	40.0-50.0	2.5-4.0	7.0-11.0
Solaris NeutraGerm	97.0	17.5	45.0	6.0
Solaris Probran	90.0	9.5	2.0	16.6
Solaris Glutenol	90.0	45.0	3.3	3.8
Solaris Energia	90.0	30.0	2.5	8.2
FWS Technologies Enhanced DDGS	ND	35.0-37.0	6.5	ND
De-Oiled DDGS	89.9	31.3	2.3	ND
J. Jireh Products Dried Condensed Solubles	93.4	21.6	4.7	3.1

Fuente: USGC (2012).

Anexo No. 2. Grupos de suelos sobre donde se realizó el experimento



### Anexo No. 3. Efecto semana sobre la disponibilidad de forraje

----- Efecto=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
4		1	965.32	23.3768	0.05	914.31	1016.32	A
5		5	470.18	23.3768	0.05	419.18	521.19	B
6		13	342.20	23.3768	0.05	291.19	393.20	C
7		9	270.08	23.3768	0.05	219.07	321.08	C

### Anexo No. 4. Efecto semana sobre la altura de forraje

----- Efecto=Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
4		1	10.4650	0.1934	0.05	10.0294	10.9006	A
5		5	9.0800	0.1934	0.05	8.6444	9.5156	B
6		9	6.0467	0.1934	0.05	5.6110	6.4823	C
7		13	5.8400	0.1934	0.05	5.4044	6.2756	C

### Anexo No. 5. Efecto tratamiento x semana sobre la disponibilidad de forraje comparando los tratamientos en cada semana

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
8	BLOQUE	1	1098.40	40.4897	0.05	1010.05	1186.75	A
9	TESTIGO	1	900.40	40.4897	0.05	812.05	988.75	A
10	AC	1	897.15	40.4897	0.05	808.80	985.50	A

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
11	AC	5	584.25	40.4897	0.05	495.90	672.60	A
12	TESTIGO	5	419.65	40.4897	0.05	331.30	508.00	A
13	BLOQUE	5	406.65	40.4897	0.05	318.30	495.00	A

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
14	AC	9	340.22	40.4897	0.05	251.87	428.57	A
15	TESTIGO	9	268.70	40.4897	0.05	180.35	357.05	A
16	BLOQUE	9	201.31	40.4897	0.05	112.96	289.65	A

Sistema SAS  
Diponibilidad MS de Forraje  
-----

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
17	AC	13	471.45	40.4897	0.05	383.10	559.80	A
18	TESTIGO	13	285.59	40.4897	0.05	197.24	373.93	A
19	BLOQUE	13	269.55	40.4897	0.05	181.20	357.90	A

Anexo No. 6. Efecto tratamiento x semana sobre la disponibilidad de forraje comparando las semanas para cada tratamiento

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
8	AC	1	897.15	40.4897	0.05	808.80	985.50	A
9	AC	5	584.25	40.4897	0.05	495.90	672.60	B
10	AC	13	471.45	40.4897	0.05	383.10	559.80	BC
11	AC	9	340.22	40.4897	0.05	251.87	428.57	C

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
12	BLOQUE	1	1098.40	40.4897	0.05	1010.05	1186.75	A
13	BLOQUE	5	406.65	40.4897	0.05	318.30	495.00	B
14	BLOQUE	13	269.55	40.4897	0.05	181.20	357.90	B
15	BLOQUE	9	201.31	40.4897	0.05	112.96	289.65	B

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
16	TESTIGO	1	900.40	40.4897	0.05	812.05	988.75	A
17	TESTIGO	5	419.65	40.4897	0.05	331.30	508.00	B
18	TESTIGO	13	285.59	40.4897	0.05	197.24	373.93	B
19	TESTIGO	9	268.70	40.4897	0.05	180.35	357.05	B

Anexo No. 7. Efecto tratamiento x semana sobre la altura del forraje, comparando los tratamientos en cada semana

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
8	BLOQUE	1	11.5200	0.3350	0.05	10.7654	12.2746	A
9	TESTIGO	1	10.0550	0.3350	0.05	9.3004	10.8096	A
10	AC	1	9.8200	0.3350	0.05	9.0654	10.5746	A

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
11	BLOQUE	5	9.6350	0.3350	0.05	8.8804	10.3896	A
12	AC	5	8.9550	0.3350	0.05	8.2004	9.7096	A
13	TESTIGO	5	8.6500	0.3350	0.05	7.8954	9.4046	A

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
14	AC	9	6.8650	0.3350	0.05	6.1104	7.6196	A
15	BLOQUE	9	5.7850	0.3350	0.05	5.0304	6.5396	A
16	TESTIGO	9	5.4900	0.3350	0.05	4.7354	6.2446	A

Sistema SAS  
Altura pastura (hoja mas alta)

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=6 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
17	AC	13	8.3100	0.3350	0.05	7.5554	9.0646	A
18	TESTIGO	13	4.7400	0.3350	0.05	3.9854	5.4946	B
19	BLOQUE	13	4.4700	0.3350	0.05	3.7154	5.2246	B

Anexo No. 8. Efecto tratamiento x semana sobre la altura del forraje, comparando cada tratamiento entre las diferentes semanas

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
8	AC	1	9.8200	0.3350	0.05	9.0654	10.5746	A
9	AC	5	8.9550	0.3350	0.05	8.2004	9.7096	A
10	AC	13	8.3100	0.3350	0.05	7.5554	9.0646	AB
11	AC	9	6.8650	0.3350	0.05	6.1104	7.6196	B

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
12	BLOQUE	1	11.5200	0.3350	0.05	10.7654	12.2746	A
13	BLOQUE	5	9.6350	0.3350	0.05	8.8804	10.3896	B
14	BLOQUE	9	5.7850	0.3350	0.05	5.0304	6.5396	C
15	BLOQUE	13	4.4700	0.3350	0.05	3.7154	5.2246	C

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=5 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
16	TESTIGO	1	10.0550	0.3350	0.05	9.3004	10.8096	A
17	TESTIGO	5	8.6500	0.3350	0.05	7.8954	9.4046	A
18	TESTIGO	9	5.4900	0.3350	0.05	4.7354	6.2446	B
19	TESTIGO	13	4.7400	0.3350	0.05	3.9854	5.4946	B

Anexo No. 9. Efecto tratamiento x semana sobre el consumo de suplemento en kg/animal/día, comparando cada tratamiento entre las diferentes semanas

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey(P<0.05) Set=3 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
9	AC	9	5.3325	0.2293	0.05	4.8329	5.8321	A
10	AC	13	4.7340	0.2293	0.05	4.2344	5.2336	AB
11	AC	7	4.2390	0.2293	0.05	3.7394	4.7386	AB
12	AC	11	3.7035	0.2293	0.05	3.2039	4.2031	BC
13	AC	5	2.6955	0.2293	0.05	2.1959	3.1951	CD
14	AC	3	1.9260	0.2293	0.05	1.4264	2.4256	D

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey(P<0.05) Set=4 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
15	BLOQUE	9	0.1000	0.2293	0.05	-0.3996	0.5996	A
16	BLOQUE	5	0.07500	0.2293	0.05	-0.4246	0.5746	A
17	BLOQUE	13	0.07200	0.2293	0.05	-0.4276	0.5716	A
18	BLOQUE	3	0.06000	0.2293	0.05	-0.4396	0.5596	A
19	BLOQUE	11	0.05150	0.2293	0.05	-0.4481	0.5511	A
20	BLOQUE	7	0.04900	0.2293	0.05	-0.4506	0.5486	A

Anexo No. 10. Efecto tratamiento x semana sobre el consumo de suplemento en porcentaje del peso vivo, comparando cada tratamiento entre las diferentes semanas

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=3 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
9	AC	9	2.5950	0.1107	0.05	2.3537	2.8363	A
10	AC	7	2.3700	0.1107	0.05	2.1287	2.6113	A
11	AC	13	2.0600	0.1107	0.05	1.8187	2.3013	AB
12	AC	5	1.6950	0.1107	0.05	1.4537	1.9363	BC
13	AC	11	1.6400	0.1107	0.05	1.3987	1.8813	BC
14	AC	3	1.3500	0.1107	0.05	1.1087	1.5913	C

----- Efecto=Trat\*Semana Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=4 -----

Obs	Trat	Semana	Estimador	Error estándar	Alpha	Inferior	Superior	Letter Group
15	BLOQUE	9	0.06500	0.1107	0.05	-0.1763	0.3063	A
16	BLOQUE	13	0.05000	0.1107	0.05	-0.1913	0.2913	A
17	BLOQUE	5	0.05000	0.1107	0.05	-0.1913	0.2913	A
18	BLOQUE	3	0.04400	0.1107	0.05	-0.1973	0.2853	A
19	BLOQUE	11	0.03500	0.1107	0.05	-0.2063	0.2763	A
20	BLOQUE	7	0.03000	0.1107	0.05	-0.2113	0.2713	A

Anexo No. 11. Efecto días dentro de la semana sobre el consumo de suplementos en kg/animal/día para la semana 2

----- Efecto=Trat\*Semana\*día\_dent Method=Tukey(P<0.05) Set=11 -----

Obs	Trat	Semana	día_dentrosem	Estimador	Error estándar	Letter Group
54	AC	2	6	3.1770	0.2994	A
55	AC	2	5	3.0915	0.2994	A
56	AC	2	2	2.7585	0.2994	A
57	AC	2	4	2.3670	0.2994	A
58	AC	2	3	2.2455	0.2994	A
59	AC	2	7	2.0340	0.2994	A
60	AC	2	1	1.7820	0.2994	AB
61	BLOQUE	2	4	0.1150	0.2994	B
62	BLOQUE	2	5	0.1000	0.2994	B
63	BLOQUE	2	3	0.09500	0.2994	B
64	BLOQUE	2	6	0.09000	0.2994	B
65	BLOQUE	2	7	0.07550	0.2994	B
66	BLOQUE	2	1	0.04150	0.2994	B
67	BLOQUE	2	2	0.03500	0.2994	B

Anexo No. 12. Efecto días dentro de la semana sobre el consumo de suplementos en kg/animal/día para la semana 6

----- Efecto=Trat\*Semana\*dia\_dent Method=Tukey(P<0.05) Set=12 -----

Obs	Trat	Semana	dia_dentrosem	Estimador	Error estándar	Letter Group
68	AC	6	2	4.8735	0.2994	A
69	AC	6	7	4.4010	0.2994	A
70	AC	6	5	4.2480	0.2994	A
71	AC	6	4	4.1490	0.2994	A
72	AC	6	3	4.1040	0.2994	A
73	AC	6	1	3.9105	0.2994	A
74	AC	6	6	3.2805	0.2994	A
75	BLOQUE	6	4	0.09000	0.2994	B
76	BLOQUE	6	1	0.07550	0.2994	B
77	BLOQUE	6	3	0.06500	0.2994	B
78	BLOQUE	6	7	0.04500	0.2994	B
79	BLOQUE	6	5	0.04350	0.2994	B
80	BLOQUE	6	2	0.04000	0.2994	B
81	BLOQUE	6	6	0.04000	0.2994	B

Anexo No. 13. Efecto días dentro de la semana sobre el consumo de suplementos en kg/animal/día para la semana 10

----- Efecto=Trat\*Semana\*dia\_dent Method=Tukey(P<0.05) Set=13 -----

Obs	Trat	Semana	dia_dentrosem	Estimador	Error estándar	Letter Group
82	AC	10	1	5.8050	0.2994	A
83	AC	10	2	5.7375	0.2994	A
84	AC	10	7	5.2335	0.2994	A
85	AC	10	3	5.2245	0.2994	A
86	AC	10	5	5.0850	0.2994	A
87	AC	10	4	4.7520	0.2994	A
88	AC	10	6	4.7070	0.2994	A
89	BLOQUE	10	5	0.1450	0.2994	B
90	BLOQUE	10	4	0.08000	0.2994	B
91	BLOQUE	10	1	0.07000	0.2994	B
92	BLOQUE	10	3	0.06500	0.2994	B
93	BLOQUE	10	2	0.06000	0.2994	B
94	BLOQUE	10	7	0.05500	0.2994	B
95	BLOQUE	10	6	0.04500	0.2994	B

Anexo No. 14. Efecto semana sobre la probabilidad de ocurrencia de animales pastoreando

----- Efecto=SEMANA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	SEMANA	Dia_dentrosem	Estimador	Error estándar	Letter Group
4		10	—	0.6058	0.5172	A
5		6	—	0.5202	0.5168	B
6		2	—	0.4614	0.5168	C

Anexo No. 15. Efecto semana sobre la probabilidad de ocurrencia de animales en actividad pastoreo búsqueda

----- Efecto=SEMANA Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=2 -----

Obs	TRAT	SEMANA	Dia_ dentrose	Estimador	Error estándar	Letter Group
4		10	-	0.1484	0.5216	A
5		6	-	0.1127	0.5248	B
6		2	-	0.1029	0.5252	B

Anexo No. 16. Efecto semana sobre la probabilidad de ocurrencia de encontrar animales descansando

----- Efecto=TRAT Method=Tukey-Kramer(P<0.05) Set=1 -----

Obs	TRAT	SEMANA	Dia_ dentrose	Estimador	Error estándar	Letter Group
1	DDGS	-	-	0.2219	0.5140	A
2	CONTROL	-	-	0.08938	0.5203	B
3	BLOQUE	-	-	0.06680	0.5243	B

Anexo No. 17. Asignación de forraje por tratamientos del experimento (kg MS/kg PV)

	Testigo	Bloque	DDGS
P1	3,7	4,5	3,7
P2	1,6	1,5	2,0
P3	1,0	0,7	0,9
Promedio	2,1	2,3	2,2