

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON BLOQUES ENERGÉTICO-
PROTEICOS Y GRANOS DE DESTILERÍA SOBRE LA PERFORMANCE DE
TERNERAS CRUZA PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO

por

Gonzalo LEGORBURU CUEVASANTA
Macarena VICTORICA ZORRILLA DE SAN MARTÍN

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director:

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

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

Med. Vet. (MSc.) Juan Franco

Fecha: 30 de agosto de 2019

Autores:

Gonzalo Legorburu Cuevasanta

Macarena Victorica Zorrilla de San Martín

AGRADECIMIENTOS

Quisiéramos agradecer a todas las personas que de alguna forma estuvieron involucradas en este trabajo, especialmente...

- A nuestras familias por su continuo e invaluable apoyo y esfuerzo, su permanente aliento y motivación para alcanzar nuestros objetivos y permitirnos concretar esta etapa en el proceso de formación.

A Conra por su apoyo incondicional desde el primer día.

A nuestros amigos y compañeros de carrera por acompañarnos durante estos años.

- A nuestros tutores de tesis, Ing. Agr. Álvaro Simeone e Ing. Agr. Virginia Beretta, por habernos dado la oportunidad de trabajar juntos con la dedicación y seriedad que los caracteriza. Por la confianza puesta en nosotros durante este trabajo en donde su constante disposición y compromiso hicieron posible que todas las etapas del trabajo se pudieran llevar a cabo de la mejor manera. GRACIAS!

También a Juan Franco, Javier Caorsi, Natalia Zabalveytia, Victoria Burjel que de una u otra manera estuvieron presentes.

- A la familia Victorica-García por habernos permitido llevar adelante nuestro trabajo final en su establecimiento, por brindarnos las terneras y muchos de los materiales utilizados que sin ellos hubiese sido imposible efectuar el ensayo.

- Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), en particular a Martin Jaurena, Saulo Díaz, Laura Núñez, Marcelo Alfonso, Juan Carlos Levratto y personal de la Unidad Experimental "Glencoe", por la ayuda brindada en el entrenamiento y realización de los muestreos en la pastura.

- Al Ing. Agr. Patricio Cortabarría y a la empresa Crystalyx por el apoyo financiero en la realización del ensayo, sumado a el seguimiento en forma conjunta que se hizo en el mismo.

- Al capataz del establecimiento- Nepo Rodríguez- y a todo su equipo de trabajo que siempre dispuestos colaboraron en nuestras tareas diarias, en el cuidado previo y las pesadas de las terneras, como también en el armado y acondicionamiento del potrero.

- Al Ing. Agr. Marcelo Pereira por el aporte de datos del seguimiento forrajero vía satelital que se lleva a cabo en el marco de un convenio del Plan Agropecuario.

- A la Lic. Carol Guillemintot y Patricia Choca por su ayuda en el asesoramiento sobre literatura citada, Lic. Sully Toledo por su colaboración en la elaboración del informe final y a Oscar Bentancur por su ayuda en el análisis estadístico.

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. CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CAMPO NATURAL DE BASALTO	3
2.1.1. <u>Características de los suelos basálticos</u>	3
2.1.2. <u>Principales características de la vegetación</u>	5
2.1.3. <u>Descripción de la producción de forraje</u>	6
2.2. PERFORMANCE INVERNAL DE BOVINOS DE CARNE PASTOREANDO CAMPO NATURAL.....	7
2.2.1. <u>Invierno</u>	7
2.2.1.1. Diferimiento de forraje.....	11
2.2.2. <u>Crecimiento compensatorio</u>	12
2.3. PRINCIPALES LIMITANTES DE LA PERFORMANCE DE ANIMALES PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO.....	15
2.3.1. <u>Consumo de forraje en pastoreo</u>	16
2.3.1.1. Factores vinculados a la pastura.....	17
2.3.1.2. Comportamiento ingestivo.....	17
2.3.1.3. Factores de manejo.....	18
2.3.1.4. Factores del ambiente.....	19
2.3.2. <u>Incremento en los requerimientos de mantenimiento</u>	19
2.3.2.1. Efectos del clima.....	20
2.3.2.2. Costos de cosecha.....	20
2.4. LA SUPLEMENTACIÓN COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DE CATEGORÍAS DE RECRÍA DURANTE EL INVIERNO.....	21
2.4.1. <u>Suplementación</u>	21
2.4.1.1. Respuesta a la suplementación.....	24
2.5. BLOQUES MULTINUTRICIONALES.....	28
2.5.1. <u>Ingredientes</u>	29
2.5.2. <u>Factores que afectan el consumo de bloques multinutricionales</u>	30
2.5.3. <u>Efectos de los bloques multinutricionales</u>	31

2.5.4. <u>Respuesta a suplementación con bloques multinutriciones</u>	32
2.6. GRANOS DE DESTILERÍA.....	34
2.6.1. <u>Composición química, aporte nutricional y fuentes de variación de los granos de destilería</u>	35
2.6.1.1. Granos de destilería como fuente de energía.....	38
2.6.1.2. Granos de destilería como fuente de proteína.....	40
2.6.1.3. Contenido de minerales y compuestos anti-nutricionales.....	42
2.6.2. <u>Suplementación con GD y su efecto sobre la performance animal</u>	43
2.6.2.1. Suplementación con GD a animales que pastorean forrajes de mediana-baja calidad.....	44
2.6.2.2. Suplementación con GD a animales que pastorean forrajes de alta calidad.....	46
2.7. HIPÓTESIS.....	49
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	50
3.1. PERIODO Y ÁREA EXPERIMENTAL.....	50
3.2. INFRAESTRUCTURA.....	52
3.3. PASTURAS Y SUPLEMENTOS.....	52
3.4. ANIMALES Y TRATAMIENTOS.....	54
3.5. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	55
3.5.1. <u>Periodo pre-experimental</u>	55
3.5.2. <u>Periodo experimental</u>	56
3.6. REGISTROS Y MEDICIONES.....	57
3.6.1. <u>Pasturas</u>	57
3.6.1.1. Disponibilidad y altura de forraje.....	57
3.6.1.2. Composición botanal.....	57
3.6.1.3. Suelo.....	58
3.6.2. <u>Animales</u>	58
3.6.2.1. Peso vivo.....	58
3.6.2.2. Consumo de suplemento.....	58
3.6.2.3. Comportamiento ingestivo.....	59
3.7. MANEJO SANITARIO.....	59
3.8. ANÁLISIS QUÍMICO.....	59
3.9. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	60
4. <u>RESULTADOS</u>	63
4.1. REGISTROS METEOROLÓGICOS.....	63
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA.....	64
4.2.1. <u>Forraje disponible</u>	64
4.2.2. <u>Composición química</u>	65

4.3. PERFORMANCE ANIMAL EN EL PERIODO INVERNAL.....	66
4.3.1. <u>Ganancia media diaria</u>	66
4.3.2. <u>Consumo de suplemento y eficiencia de conversión</u>	68
4.4. COMPORTAMIENTO INGESTIVO DURANTE EL PERIODO DE SUPLEMENTACIÓN INVERNAL.....	71
4.5. EFECTO RESIDUAL DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL EN LA PRIMAVERA.....	74
5. <u>DISCUSIÓN</u>	76
5.1. AMBIENTE PRODUCTIVO.....	76
5.2. PERFORMANCE ANIMAL.....	80
5.2.1. <u>Performance de las terneras del tratamiento testigo</u>	80
5.2.2. <u>Performance de las terneras suplementadas</u>	81
5.2.2.1. Respuesta a la suplementación con bloques.....	81
5.2.2.2. Respuesta a la suplementación con DDGS.....	83
5.2.3. <u>Consumo de suplementos y eficiencia de conversión</u>	84
5.2.3.1. Bloques.....	84
5.2.3.2. DDGS.....	85
5.3. COMPORTAMIENTO INGESTIVO.....	88
5.4. PERFORMANCE ANIMAL DURANTE EL PERIODO RESIDUAL.....	92
5.5. IMPLICANCIAS PRÁCTICAS DEL USO DE SISTEMAS DE AUTOCONSUMO.....	93
6. <u>CONCLUSIONES</u>	96
7. <u>RESUMEN</u>	98
8. <u>SUMMARY</u>	100
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	102
10. <u>ANEXOS</u>	127

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Unidades de suelos de la región basáltica.....	4
2. Producción de forraje anual y descripción de la misma según tipo de suelo de la Unidad Queguay Chico.....	6
3. Resumen de trabajos nacionales realizados entre 1993-2014, evaluando performance invernal de terneras/os y categorías de sobreaño pastoreando campo natural en distintas zonas de Uruguay.....	9
4. Resumen de trabajos nacionales evaluando performance primaveral en terneras/os, con manejo en forma conjunta luego de un periodo de experimentación invernal donde se sometieron a distintos tratamientos alimenticios.....	14
5. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en terneras/os pastoreando CN, realizados entre los años 1993 y 2014 en dos regiones del país..	25
6. Diferentes ingredientes y proporciones en que pueden integrar la composición de los BM.....	29
7. Ganancia de peso en novillos que tuvieron acceso a la suplementación con bloques multinutricionales.....	33
8. Características químicas y nutricionales de los GD de maíz.....	36
9. Composición nutricional de DDG de maíz y sorgo y sus respectivos granos de origen.....	37
10. Variables de degradación de la PC de DDG de maíz, según nivel de inclusión de condensados solubles.....	41
11. Consumo, ganancia de peso vivo y eficiencia alimenticia (EC) en vaquillonas suplementadas con grano de maíz partido o DDGS de maíz.....	45
12. Resultados del análisis de suelo según grupo de suelo CONEAT.....	50
13. Registros pluviométricos anuales del establecimiento para los años 2012-2018.....	52
14. Clasificación de especies presentes en el potrero en dominantes, asociadas y malezas y su caracterización.....	53

15. Composición química de los bloques Cattle Hi Pro y DDGS de sorgo (base seca).....	54
16. Registros climáticos mensuales (desde junio a diciembre) para el año 2018 y para la serie histórica 61-90.....	63
17. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento a terneras pastoreando campo natural sobre la condición de la pastura durante el periodo invernal (medias ajustadas).....	64
18. Medias ajustadas y error estándar para los parámetros de composición química de la pastura según tratamiento y significancia de los contrastes entre medias.....	66
19. Efecto de la suplementación invernal y del tipo de suplemento sobre la GMD y el PV final de terneras pastoreando CN.....	68
20. Efecto del tipo de suplemento sobre el CMSS (expresado en kg/a/d y en % de PV) y la eficiencia de conversión.....	68
21. Nivel de significancia de los efectos analizados para las variables de comportamiento ingestivo.....	72
22. Efecto residual de los tratamientos invernales sobre la GMD y el peso vivo final de primavera.....	75
23. Variación porcentual entre la media mensual histórica de precipitaciones para Paysandú (serie 61-90) y la media mensual de precipitaciones para el año 2018 registrada en el establecimiento.....	76
24. Comparación de la composición química de la pastura experimental con otros antecedentes en basalto.....	80
25. Resultado económico de la suplementación invernal con DDGS en terneras de destete pastoreando campo natural diferido.....	94
26. Margen en U\$S por hectárea según varía el precio del DDGS y la ternera.....	95

Figura No.

1. Evolución de peso de terneras desde el destete hasta la salida del segundo invierno, manejadas sobre campo natural en la zona Este (Unidad Alférez).....	8
2. Diagrama simplificado de la relación planta/animal.....	16
3. Cinética de degradación de la fibra de GS y de la BSH.....	39

4.	Temperaturas máximas, mínimas y promedio mensual para la serie histórica 1961-1990 en Paysandú.....	51
5.	Precipitaciones promedio mensuales para la serie histórica 1961-1990 en Paysandú.....	51
6.	Croquis del área experimental con identificación de parcelas y su correspondiente número, bebederos, bloques Crystalyx y comederos de autoconsumo.....	55
7.	Evolución de la altura y restos secos de la pastura según la semana de medición.....	65
8.	Evolución de peso vivo en terneras pastoreado campo natural durante el periodo invernal sin suplemento (testigo) o suplementados con bloques energético-proteicos o DDGS a razón del 1% del peso vivo.....	67
9.	Variación en el consumo de MS de suplemento según tratamiento y semana de medición.....	69
10.	Variación del consumo de DDGS y de bloque (g/a/d) entre días dentro de la semana para la semana 2 (arriba), 7 (centro) y 11 (abajo).....	70
11.	Probabilidad de ocurrencia de las distintas actividades durante el periodo de horas luz, según tratamiento.....	72
12.	Tasa de bocado promedio según semana de medición.....	74

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la recría de terneros se realiza en la mayoría de los casos sobre campo natural (CN). Una gran cantidad de trabajos a nivel nacional demuestran que animales de esta categoría pastoreando CN durante el invierno registran pérdidas de peso entorno a los 0,150-0,200 kg/animal/día. Esta situación, que se repite año tras año, impacta en el potencial de crecimiento de los animales y lleva a que la edad de las terneras al primer servicio y la edad de faena en machos, sean mayores a lo deseado. Esto trae como consecuencia una mala performance animal que lleva a una baja eficiencia del sistema de producción y que a su vez repercute en el resultado económico.

Por otro lado, existe información experimental que evidencia que la suplementación invernal de la recría con concentrados energético-proteico sobre CN es una herramienta eficaz para lograr minimizar pérdidas de peso. Dicha información sostiene que animales suplementados con niveles entre 0,5 a 1% del peso vivo (PV) exhiben una respuesta del orden de 0,400 kg/a/d que se traduce en una eficiencia de conversión del suplemento que se ubica entre 3 y 4 kg de concentrado por cada kg de PV adicional con respecto a animales sin suplemento.

La respuesta antes mencionada se alcanza efectuando suplementaciones utilizando distintos alimentos o subproductos de la industria (afrechillo de arroz, grano de maíz o sorgo solos o en mezclas con suplementos proteicos, raciones comerciales, expeller de girasol, entre otros), los cuales presentan diferentes composiciones químicas. En general estos se han caracterizado por aportar 14% de proteína cruda (PC) y presentar una digestibilidad de 70%, pero niveles más elevados de PC podrían resultar en un mayor aporte diario de proteína a animales en pastoreo.

El tipo de suplemento en categorías jóvenes, debe ser un concentrado energético-proteico que satisfaga los requerimientos del animal y contemple las restricciones de la base forrajera en invierno. El invierno es la estación más crítica en lo que a disponibilidad y crecimiento de pasturas se refiere (Quintans et al., 1993), sumado a que hay situaciones donde la calidad, principalmente los bajos contenidos de proteína y altos contenidos de fibra, limitan el consumo de materia seca (MS). Un ejemplo concreto de esta situación, es cuando se utilizan forrajes diferidos del otoño que si bien existe una alta disponibilidad de forraje, la relación forraje verde/seco es muy baja, llevando a una disminución del valor nutritivo del forraje ofrecido.

Hoy en día, se encuentran disponibles en el mercado los granos de destilería (GD) que se caracterizan por su alto contenido de proteína y energía, esta última derivada del aporte de fibra de alta digestibilidad y del extracto etéreo (grasas y aceites). Presentan una alta proporción de proteína no degradable en

rumen (PNDR) en relación a proteína degradable en rumen (PDR) y alto contenido de fósforo.

Por otro lado, la suplementación con bloques multinutricionales (BM) generalmente se realiza cuando se quiere mejorar la utilización y consumo de la base forrajera cuando esta es de baja calidad, ya que, con el suministro de energía, proteína, minerales estimula la fermentación ruminal y mejora la tasa de digestión de la materia seca.

En sistemas ganaderos extensivos en donde las dimensiones de los potreros son muy grandes, de difícil acceso, el tema operativo en cuanto al suministro diario del suplemento puede resultar una limitante para la adopción de la práctica, lo que ha llevado a proponer formas alternativas como los comederos de autoconsumo o los bloques energético-proteicos. Esto posibilita el suministro del concentrado en intervalos de tiempo mayores (una o dos semanas) dependiendo de la capacidad del comedero y el tamaño del bloque.

La respuesta animal a la suplementación está medida por los cambios que se dan en la relación planta-animal; es decir que variaciones en las características del forraje (cantidad y/o calidad), el tipo de suplemento y su forma de presentación, el biotipo animal (edad, sexo) podrían modificar el consumo animal; ya que este se ve influido por comportamiento ingestivo y la regulación tanto física como metabólica.

Son escaso los antecedentes nacionales evaluando la respuesta al uso de GD y bloques en terneras de destete pastoreando campo natural de basalto en invierno. Disponer de coeficientes técnicos cuantificando la respuesta a la suplementación con estos dos concentrados, puede contribuir a la toma de decisión *a priori* en cuanto a la viabilidad bio-económica de la tecnología.

En virtud de los antecedentes, este trabajo tiene como objetivo evaluar el potencial de uso de dos tipos de suplementos energético-proteicos (granos de destilería o bloque multinutricionales) a partir de su efecto sobre el crecimiento de terneras cruce pastoreando campo natural en invierno y eficiencia de conversión de los mismos.

Adicionalmente, se propone estudiar el comportamiento animal asociado al suministro en autoconsumo de ambos tipos de suplemento, como variable explicativa de las respuestas observadas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL CAMPO NATURAL DE BASALTO

2.1.1 Características de los suelos basálticos

El basalto ocupa una superficie próxima a los cuatro millones de hectáreas (21% del territorio) que se extiende desde el Río Cuareim al Río Negro. El relieve desciende de la Cuchilla de Haedo hasta las proximidades del Río Uruguay, con un paisaje de sierras en el contacto con Areniscas de Tacuarembó y pendientes de 10 a 12%, seguido de una zona de colinas y lomadas fuertes con pendiente del 6 al 12% (Milot et al., 1987). Además según este autor, la superficialidad de los suelos así como la rocosidad y/o pedregosidad sigue un orden decreciente en las principales unidades de suelos- Cuchilla de Haedo, Paso de los Toros, Queguay Chico, Curtinas, Cuaró e Itapebí/Tres Arboles- variando de 75 a 85% del área en la primera, hasta 25-30% en la última.

Según el grado de desarrollo, los suelos se pueden agrupar en superficiales y profundos; estos diferentes tipos de suelos se asocian en distintas proporciones, dentro de una misma Unidad, dando lugar a un intrincado mosaico, con cambios notables en cortas distancias (Berretta, 1998a)

Las unidades de suelo se agrupa según la proporción de suelos superficiales, medios y profundos. En el cuadro No. 1 se presentan las distintas Unidades de la región basáltica, la superficie que abarcan y los suelos dominantes y asociados de cada una.

Cuadro No. 1. Unidades de suelos de la región basáltica.

Unidades de Suelos	Superficie (ha.)	% País	Suelos predominantes	Suelos asociados
Suelos Superficiales				
Cuch. Haedo-P. Toros (CH-PT)	1.011.523	5,74	Litoseles	Bruno-Vertisoles Afloramientos
Queguay Chico (Qch)	634.158	3,60	Litoseles	Lito- Bruno- Vertisoles Afloramientos
Subtotal	1.645.681	9,34		
Suelos Medios				
Curtina (Cu)	805.781	4,57	Lito-Verti- Brunosoles	Litoseles- Afloramientos- (Fluvisoles)
Masoller (Ma)	87.992	0,50	Lito-Verti- Brunosoles	Planosoles- Afloramientos- (Litoseles)
Subtotal	893.773	5,07		
Suelos Profundos				
Arapey (Ay)	115.698	0,67	Vertisoles	Fluvisoles
Baygorria	89.531	0,51	Brunosoles- Vertisoles	Litoseles
Cuaró (Cr)	87.992	0,50	Bruno-Verti- Planosoles	Lito- (Argisoles)
Itapebí-Tres Árboles (I-TA)	1.256.516	7,13	Brunosoles- Vertisoles	Lito-(Planosoles- Fluvisoles)
Subtotal	1.549.737	8,81		
Total	4.089.191	23,22		

Fuente: MAP, citado por Berretta (1998a).

Los suelos superficiales (Litoseles negros o rojos) presentan un perfil incompletamente desarrollado en los que en la mayoría de los casos el horizonte superficial, menor a 30 cm, se apoya sobre el horizonte C o sobre la roca; tienen baja capacidad de retención de agua y por lo tanto alto riesgo de sequía. De lo contrario, los suelos profundos (Brunosoles y Vertisoles) son de perfil desarrollado, de color pardo oscuro o negro, alta fertilidad natural y una profundidad que puede ser mayor a 1 m. Poseen una adecuada profundidad para el desarrollo radicular y una alta capacidad de retención de agua (Berretta, 1998a).

2.1.2 Principales características de la vegetación

Según Berretta (1998a) la vegetación dominante en la región basáltica es herbácea, siendo los arbustos y árboles muy poco frecuentes; la misma está compuesta por una mayoría de especies de gramíneas perennes, mientras que las leguminosas nativas son muy poco frecuentes.

Las pasturas de esta área en general muestran un alto potencial productivo en suelos medianamente profundos a profundos, dado el bajo nivel de degradación y el equilibrio de especies estivales/invernales observado (Millot et al., 1987).

En los suelos de basalto se destaca la variabilidad espacial, relacionada al mosaico intrincado formado por los distintos tipos de suelo. Esta variabilidad edáfica se ve reflejada en diferentes vegetaciones que por el tipo de especies que la componen requieren manejos diferentes. A esta variabilidad espacial hay que agregarle aquella relacionada a las condiciones climáticas, particularmente las precipitaciones (Berretta y Bemhaja, citados por Berretta, 2005).

A su vez Berretta (1994) afirma que se pueden distinguir cuatro tipos principales de vegetaciones directamente relacionadas con la profundidad del suelo, las cuales se describen a continuación:

-En suelos superficiales pardos rojizos la cubierta vegetal recubre aproximadamente un 70% siendo las piedras o rocas un 10% y el resto es suelo desnudo y mantillo. La vegetación muestra un predominio de especies estivales (58%) frente a las invernales (42%) y los pastos ordinarios son los tipos productivos más frecuentes. Son suelos muy sensibles a los déficits hídricos, disminuyendo rápidamente su producción; luego que se restablecen las condiciones adecuadas de humedad, se reanuda el crecimiento rápidamente. El forraje acumulado en periodos sin pastoreo se consume fácilmente.

-En suelos superficiales negros el recubrimiento de la vegetación es de un 80% siendo los restos secos y el suelo desnudo los otros componentes. Las especies estivales son predominantes, representando 2/3 de la vegetación. En estas comunidades los patos finos y tiernos tienen una mayor participación al recubrimiento del suelo que en los pardos rojizos, aunque predominan los pastos ordinarios y las hierbas enanas.

-En suelos medios (30 a 50 cm de profundidad) la vegetación cubre el 85% mientras que lo restante corresponde principalmente a restos secos (14%) y suelo desnudo (1%). Las especies estivales participan con un 60% al recubrimiento del suelo; los pastos finos y tiernos alcanzan al 53%, mientras que las hierbas enanas son el 16%.

-En tanto en suelos profundos (>50cm), los restos secos son el único componente de la superficie no recubierta por la vegetación. Estas son

comunidades más densas que la de los suelos antes citados y además están compuestas por especies más productivas, aunque algunos pastos acumulan hoja vieja con relativa facilidad, particularmente en otoño-invierno. Las especies estivales tienen una alta participación, alcanzando el 80%; además los pastos finos y tiernos es de 67%, mientras las hierbas enanas, en estos tapices vegetales de mayor altura y densidad, apenas alcanzan un 8%.

2.1.3 Descripción de la producción de forraje

Berretta y Bemhaja (1998b) afirman que la variabilidad en la producción de forraje y sus tasas de crecimiento, esta explicada principalmente por el régimen de lluvias que se presenta con alta variabilidad entre años y dentro de las estaciones.

A continuación en el cuadro No. 2 se presenta la producción anual, la tasas de crecimiento diaria (T.C.D.) y el coeficiente de variación (CV) de ese valor y la distribución de la misma por estación para la Unidad de suelo Queguay Chico.

Cuadro No. 2. Producción de forraje anual y descripción de la misma según tipo de suelo de la Unidad Queguay Chico.

Unidad Queguay Chico					
Suelo superficial pardo rojizo					
	V	O	I	P	
T.C.D. (kg MS/ha/d)	10,1	6,8	4,9	9,9	Producción
CV (%)	49	43	51	40	anual 2885
Distribución estacional (%)	31,4	21,1	15,7	31,7	kg MS/ha
Suelo superficial negro					
T.C.D. (kg MS/ha/d)	13,6	8,8	6,1	13	Producción
CV (%)	43	41	40	33	anual 3772
Distribución estacional (%)	32,1	21,0	14,9	32,0	kg MS/ha
Suelo profundo					
T.C.D. (kg MS/ha/d)	17,2	10,9	7,3	14,8	Producción
CV (%)	45	38	42	30	anual 4576
Distribución estacional (%)	33,3	21,5	15,1	30,1	kg MS/ha

Fuente: adaptado de Berretta y Bemhaja (1998b).

Se observa que en estos tres tipos de suelos considerados, la T.C.D. estacional presenta gran variabilidad, como se ve en los CV que son altos tanto entre y dentro de las estaciones (principalmente en verano e invierno).

En el invierno se registra la menor cantidad de forraje producido (entorno al 15% del total) y las tasas diarias de crecimiento no superan los 7,5 kg

MS/ha/día, mientras que verano y primavera son las estaciones de mayor crecimiento. Esto lleva a que éstas sean las estaciones de mayor importancia productiva, donde se aporta más del 60% del forraje anual en los tres casos. A su vez esto tiene concordancia con la alta frecuencia de especies estivales que dominan la región basáltica.

Ésta marcada estacionalidad no es cuestión solo del basalto, sino que Ayala et al. (1993) en trabajos realizados sobre Sierra de Polanco y en Unidad “Bañado de Oro” y Pérez Gomar y Bemhaja (1992) trabajando en la región noreste del Uruguay (Unidad Tacuarembó) revelan el mismo comportamiento de la pastura.

2.2 PERFORMANCE INVERNAL DE BOVINOS DE CARNE PASTOREANDO CAMPO NATURAL

Sin lugar a dudas, la alimentación es la limitante más importante de los animales bajo pastoreo y el invierno es la estación más crítica en lo que a disponibilidad y crecimiento de pasturas se refiere. Durante este periodo se producen pérdidas de peso de los animales y hasta pérdidas por mortandad, lo que trae como consecuencia una marcada ineficiencia productiva en todo el sistema (Quintans et al., 1993).

Esto puede agravarse por las condiciones ambientales y el descenso de la calidad de la pastura Pigurina et al. (1998a) que repercuten negativamente en el consumo del forraje cuando este no es limitado por la cantidad (Santini y Rearte, 1997).

De acuerdo a lo descrito, en el invierno, la baja producción de forraje en relación con las demás estaciones y su calidad, determinan en la mayoría de los sistemas productivos del país, la performance animal.

2.2.1 Invierno

A pesar de que la recría es la etapa de crecimiento en la vida del animal donde es más eficiente convertir alimento en músculo y hueso, generalmente en Uruguay debido a las condiciones en que se maneja a esta categoría no se le permite expresar el potencial productivo.

Son varios los autores que afirman que no se llegan a cumplir los objetivos de edad de entore (2 años) y el peso o edad de faena en macho y la principal causa que mencionan es la pérdida de peso que sufren los animales durante el invierno.

Por ejemplo Pigurina (1993) asevera que en condiciones normales de invierno, los terneros pierdan 5-10% de su peso, o a lo sumo mantiene peso pero desmejoren en estado corporal. Este manejo retrasa el crecimiento potencial de

los terneros afectando luego su recría y por lo tanto la posterior edad de faena en machos, de entore en hembras o las posibilidades de venta.

Quintans et al. (1993) sostienen que, como consecuencia de las características críticas del invierno, durante este periodo se producen importantes pérdidas de peso vivo (entre 10 y 15%), especialmente en categorías en crecimiento, registrándose pérdidas de hasta 0,100 kg/a/día en terneras y de hasta 0,200 kg/a/día en vaquillonas de sobreño.

A su vez Scaglia (1996) dice que terneras y vaquillonas de sobreño criadas en las condiciones de Uruguay tienen un crecimiento absolutamente irregular el cual se observa claramente en la figura No. 1. Esto no refleja su verdadero potencial genético y con la magnitud de pérdidas de peso que se observan probablemente se esté afectando hasta en un 10% el peso adulto potencial.

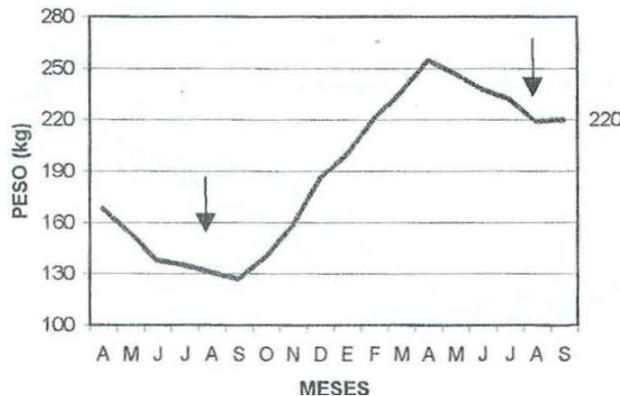


Figura No. 1. Evolución de peso de terneras desde el destete hasta la salida del segundo invierno, manejadas sobre campo natural en la zona Este (Unidad Alférez).

Fuente: Quintans y Vaz Martins, citados por Quintans (2002).

Como se puede ver en la figura No. 1 la ganancia de peso de las terneras acompaña muy bien la producción de las pasturas nativas del país. Este concepto se reafirma en el trabajo de Pigurina et al. (1998b) donde enuncian que la principal causa de variación de la ganancia diaria esta explicada por el efecto de la estación del año, en un 68,3%, mientras factores relacionados al animal un 26,4% y carga animal 3,7%. Además de que en el invierno se dan las condiciones menos favorables, se registran las mayores variaciones en ganancia de peso con un coeficiente de variación de 130% (Pigurina et al., 1998b); tal vez esto ha llevado a que en el país se realicen una infinidad de trabajo acerca de la problemática invernal los cuales modestamente, algunos de ellos, se presentan resumidamente en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3. Resumen de trabajos nacionales realizados entre 1993-2014, evaluando performance invernal de terneras/os y categorías de sobreño pastoreando campo natural en distintas zonas de Uruguay.

Época	Tipo de suelo	Disp. (kg MS/ha)	Dif. de forraje	Categoría	PVi (kg)	Carga (UG/ha)	GMD (kg/a/d)	Ref.
2/7 al 23/9/98	CN Basalto (Glencoe)	604-988		Terneras	135	0,60	0,278-0,353	1
22/6 al 28/9/00	CN Basalto (Glencoe)	578		Terneras	137,5	0,50	0,544	2
21/5 al 3/9/03	CN Basalto (Unidad I-TA)	2860	sí	Terneras	150	1	-0,032	3
1/6 al 1/10/07	CN Basalto (Glencoe)			Terneras	168	0,64	0,195	4
2/6 al 25/8/09	CN Basalto (Fm. Arapey)	922		Terneras	138,2	0,51	-0,237	5
jun-set 09	CN Basalto	1400	sí	Terneros	211	1,17	0,119	6
26/6 al 15/12/07	CN Basalto (Glencoe)	1700-2500	sí	Terneros	191,5	0,80	0,138	7
Invierno	CN Basalto (Glencoe)	1100 a 1250		Terneros	175	1,10	0,078	8
3/6 al 26/8/09	CN Basalto (Glencoe)	1398	sí	Terneros	209,7	1,14	-0,102	9
2/6 al 23/9	CN Basalto (Glencoe)	1768		Terneros	191,8	1,16	0,278	10
2/6 al 17/9/04	CN Basalto (Glencoe)	3900 (inicial)	sí	Vaqui. sobreño	258	0,81	0,305	11
1/7 al 17/9/04	CN Basalto (Glencoe)	3000	sí	Nov. sobreño	240	0,80	0,060	12
7/6 al 29/9/11	CN Basalto (Glencoe)	1242	sí	Nov. sobreño	319	0,87	0,140	13
2/6 al 22/9/09	CN Basalto (Glencoe)	710		Nov. sobreño	269	0,77	0,156	14
Invierno	CN Basalto (Glencoe)			Novillos		0,60	0,089	15
						0,80	-0,176	
						0,80	-0,086	
						0,90	0,075	
						1,06	-0,312	
						1,06	-0,397	
Invierno	CN Basalto (Glencoe)	747		Novillos	269	0,77	-0,190	16
Invierno	CN Basalto			Nov. 2-3 años		0,90	-0,171	17
6/6 al 11/9/03	CNm* (Unidad Alférez)	3080		Terneras	146		-0,116	18
1/7 al 28/9/93	CN Este (Unidad Alférez)	1600		Terneras	135	0,85	-0,100	19
14/7 al 23/8/00	CN Este (Unidad Alférez)	1364 (inicial)		Terneras	158,9	0,83	-0,255	20
1/7 al 29/9		1500				0,85	-0,100	21
21/7 al 21/10	CN Este (Unidad Alférez)	2800	sí	Terneras	167	1,30	-0,050	
18/6 al 16/9		2000	sí		137	0,70	-0,082	
4/6 al 23/9/02	CN Este (Unidad Alférez)	1575		Terneras	155		-0,220	22
17/7 al 9/10/12	CN Este (Unidad Alférez)	1885		Terneros	185	1,46	0,016	23
1/7 al 8/10/09	CN Este (Unidad Alférez)	3216	sí	Terneros	188	1,58	-0,082	24
23/6 al 4/10/11	CN Este (Unidad Alférez)	2235		Terneros	142	1,20	0,046	25
10/7 al 2/10/13	CN Este (Unidad Alférez)	1735		Terneros	190		-0,093	26
2/6 al 19/9		2900	sí			1,10	-0,230	21
18/6 al 16/9	CN Este (Unidad Alférez)	1800	sí	Vaqui. sobreño		0,80	-0,088	
Invierno	CN Este (Unidad Alférez)			Nov. sobreño		0,92	-0,316	17
10/4 al 2/8/12	CN Este (Unidad Alférez)	2477		Nov. sobreño	289		0,238	27
20/6 al 20/9/94	CN Areniscas Tbó.	754		Terneras	101	1,60	-0,025	28
14/6 al 29/9/04	CN Areniscas Tbó.	1850	sí	Terneras	163	0,65	0,006	29
14/6 al 29/9/04	CN Areniscas Tbó.	2000		Vaqui. sobreño	236	0,55	-0,008	30

Disp.= disponible; Dif. de forraje= diferimiento de forraje; PVi= peso vivo inicial; GMD= ganancia media diaria; Ref.= referencia; Nov.= novillos; Vaqui.= vaquillonas; CN= campo natural; CNm*= campo natural mejorado (10 años antigüedad); UG= Unidad Ganadera- tomada como un animal de 380 kg en mantenimiento (Leborgne, 2008).

1 Castells y Reyes (2000), 2 Marquisa y Urrutia (2001), 3 Ochoa y Vidal (2004), 4 Pittaluga et al. (2007), 5 Blasina et al. (2010), 6 Lagomarsino et al. (2014), 7 Luzardo et al. (2007), 8 Luzardo et al. (2010a), 9 Luzardo et al. (2009a), 10 Luzardo et al. (2014), 11 Equipo de Trabajo Unidad Experimental "Glencoe" (2004b), 12 Equipo de Trabajo Unidad Experimental "Glencoe" (2004a), 13 Brito et al. (2011), 14 Brito et al. (2014), 15 Pigurina et al. (1998b), 16 Brito et al. (2009), 17 Risso (1997), 18 Barreto y Negrín (2005), 19 Quintans et al. (1993), 20 Campos y Terra (2002b), 21 Quintans (2002), 22 Straumann (2006), 23 Rovira 2014d, 24 Rovira y Velazco citados por Rovira 2014d, 25 Rovira et al. citados por Rovira 2014d, 26 Rovira y Echeverría citados por Rovira 2014d, 27 Rovira citado por Rovira 2014d, 28 Pigurina (1994), 29 del Campo et al. (2005), 30 Soares de Lima et al. (2005).

En el cuadro No. 3 se presentan 32 trabajos de los cuales 17 fueron realizados sobre campos de basalto, 12 en la región este del país y 3 sobre las areniscas de Tacuarembó; el promedio de ganancia media diaria del cuadro es -0,017 kg/animal/día (variando desde -0,397 a 0,544), con una carga promedio de 0,92 UG/ha (variando entre 0,5 y 1,6) y una disponibilidad media de 1850 kg MS/ha (rango de variación de 578 a 3900). En terneras la GMD promedio es de -0,011 [-0,255; 0,544], en terneros 0,044 [-0,102; 0,278] y para categorías de sobreaño, en vaquillonas -0,005 y en novillos -0,068.

Hay 23 trabajos de todos los relevados, que indican que animales pastoreando campo natural durante invierno, en cualquier región del país, pierden peso; se calculó la ganancia media diaria promedio de estos trabajos arrojando un valor de -0,151 kg/a/día. Si se sigue analizando algo más en profundidad, considerando solo la categoría terneras este valor es de -0,122 kg/a/d, en vaquillonas de sobreaño -0,109 kg/a/d y para machos -0,092 y -0,235 kg/a/d para terneros y novillos respectivamente.

Del cuadro No. 3 también se desprende el dato que el promedio de ganancia diaria de peso para el basalto en todas las categorías es de 0,036 kg y específicamente para terneros/as 0,130 kg/a/d. Si se compara con CN del este del país estos valores son aún peores (-0,083 kg/a/d para el promedio de todas las categorías y -0,094 kg/a/d exclusivamente para terneros/as).

A pesar de que existe variabilidad en los datos de performance animal en invierno, en parte asociado a las condiciones en que se desarrolló cada experimento, hay una tendencia clara a que se pierda peso en esta estación en todas las categorías revisadas.

Por otra parte es importante indicar que hay ensayos en donde se reportan ganancias de peso en el invierno; Castells y Reyes (2000) asocian esto a que las condiciones del invierno fueron benignas con muy pocas heladas. Marquisa y Urrutia (2001) concluyen que uno de los factores que incidió en la ganancia de peso fue la calidad de la pastura bastante superior a valores reportados, además de la baja dotación y el clima.

Como se aprecia en el cuadro No. 3 varios autores afirman haber utilizado la medida de manejo del diferimiento de forraje (Quintans 2002, Equipo

de trabajo U.E. "Glencoe" 2004a, 2004b, Ochoa y Vidal 2004, del Campo et al. 2005, Luzardo et al. 2007, 2009, Brito et al. 2011, Lagomarsino et al. 2014, Rovira y Velazco, citados por Rovira 2014d); en este escenario con alta disponibilidad de forraje pero de baja calidad (Quintans, 2002) la suplementación con bloques multinutricionales podría llegar a tener una mayor respuesta.

2.2.1.1 Diferimiento de forraje

El diferimiento de forraje consiste en mantener "in situ" el forraje producido, cuando las condiciones ambientales son favorables para el crecimiento de las pasturas y su posterior aprovechamiento en épocas de penuria forrajera (Carámbula, 1977); el mismo se realiza con el propósito de acumular kilos de MS para lograr cumplir los requerimientos nutricionales de los terneros y obtener, al menos, performances animales aceptables (Luzardo et al., 2010b).

Luzardo et al. (2009a) afirman que el diferimiento de forraje en campo natural del otoño al invierno, constituye el primer paso a realizar para mejorar el proceso de recría en sistemas ganaderos extensivos. Sin embargo Quintans (2002), señala que se debe tener en cuenta que si bien aporta alta disponibilidad de forraje, la relación forraje verde/restos secos es muy baja, ya que estos últimos se acumulan desde el verano, no son consumidos y por ende pierden mucha calidad. Es así que el valor nutritivo del alimento es bajo debido que la digestibilidad de los restos secos es de 24-30% mientras que la de la fracción verde es de aproximadamente el 55% pero estos representan entre un 25-35% del total de la MS y se ven limitados en su disponibilidad.

Montossi et al. (2000) afirman que la acumulación de forraje en CN mayor a 2000 kg. MS/ha, lleva a una disminución del valor nutritivo del forraje ofrecido y de la dieta cosechada por los animales, ya que determina pasturas con altas proporciones de restos secos. Cuando las pasturas presentan más de un 70% de material muerto, la dificultad para cosechar los componentes verdes de la misma es uno de los principales factores que influyen en el menor consumo alcanzado y peores performances.

Es así que Luzardo et al. (2010b) aconsejan que el diferimiento del forraje se realice desde temprano en el otoño por un periodo de 60-80 días, dependiendo de las condiciones particulares de cada año. Ayala et al. (1993) consideran que la reserva desde febrero (verano) no se justifica si se tiene en cuenta los parámetros de calidad de la pastura; a medida que se adelanta la reserva (mayor número de días) la calidad del forraje hacia el invierno disminuye en términos de digestibilidad y proteína, por lo que cuando se trabaja con categorías exigentes en calidad (terneras, vaquillonas) no se justificaría promover más de 90 días de alivio.

De acuerdo a experimentos realizados en Glencoe en los años 1994-95-96 por Berretta et al. (1996) la reserva de forraje de CN en pie durante el otoño

permite obtener un comportamiento aceptable de la recría en el periodo invernal tanto en terneros como en novillos. Las ganancias promedio fueron cercanas a los 0,180 kg/animal/día para dotaciones medias y bajas (1,25 UG/ha. y 0,82 UG/ha respectivamente). Cabe destacar que en el trabajo aconsejan lograr un disponible al inicio del invierno superior a los 1200 kg MS/ha., lo que representa una altura aproximada de 6 cm.

En la misma línea Pigurina et al. (1998a) afirman que para suelos de basalto hay conclusiones muy claras: con la acumulación de 1300 kg MS/ha al inicio del invierno, el uso de cargas de 1,25 a 0,8 UG/ha (1,8 a 2,7 terneros/ha o 1,2 a 1,8 sobreaños/ha) y cierto grado de control del pastoreo se obtienen ganancias de 0,2 kg/día en años normales. Cuando el forraje disponible es inferior a los 1000 kg MS/ha (7cm de altura), los animales comienzan a tener problemas para lograr un consumo adecuado de forraje.

2.2.2 Crecimiento compensatorio

En los sistemas pastoriles extensivos, el fenómeno de crecimiento compensatorio siempre que sea utilizado en forma adecuada, puede constituirse en una herramienta capaz de disminuir los efectos ocasionados por penurias alimenticias ocurridas durante un determinado periodo de tiempo (Marquisa y Urrutia, 2001).

Verde (1974) definió a este fenómeno como la capacidad de recuperación manifestada por los tejidos y órganos de animales que salen de una restricción alimenticia. Un animal cuyo crecimiento ha sido retardado manifiesta, cuando es realimentado, un ritmo de crecimiento mayor al que sería normal en animales de la misma categoría.

Bavera et al. (2005) afirman que los resultados experimentales sobre el crecimiento compensatorio no son concordantes. En algunos, un periodo de subnutrición condujo a un efecto permanente en el peso y conformación final, mientras que en otros la capacidad de recuperación fue total. Esta discordancia entre trabajos ocurre porque el crecimiento compensatorio está sujeto a distintos factores.

Dentro de ellos se encuentra la naturaleza de la restricción (energía o proteína); una restricción de proteínas en animales jóvenes puede llevar a la degradación de tejidos activos, lo que causaría un daño irreparable. La restricción a emplear es de tipo energético.

Otro aspecto importante es la intensidad y duración de la restricción. Los aumentos de peso durante la realimentación son inversamente proporcionales a la severidad de la misma. Si bien se ha observado crecimiento compensatorio tanto en animales en mantenimiento como en animales con pérdidas de hasta 0,200 kg/día, se considera que el nivel de restricción más recomendado oscila

entre 0,100 y 0,200 kg de ganancia diaria. Se ha encontrado que a igual severidad de restricción, aquellos animales restringidos por un lapso más breve mostraron las mayores ganancias. En el caso del bovino se recomienda que la restricción sea de alrededor de 100 días, y a menor duración de la restricción el efecto compensador desaparece antes.

En cuanto al estado de desarrollo del animal al comienzo de la restricción, los efectos de una penuria nutricional son más severos cuanto más joven es el animal. La máxima susceptibilidad a la restricción se halla alrededor del nacimiento y la edad mínima de restricción está entre los 6-8 meses.

Es posible esperar ganancias entre 15 y 20% superiores a los animales que han ganado peso en forma continuada si se respeta un esquema de realimentación. No sólo la cantidad sino también la calidad del alimento disponible determinan la magnitud de la recuperación del animal, siendo necesaria una alta disponibilidad de forraje de alta calidad. La digestibilidad de la MS no deberá ser inferior a 70-75 % y con lo que respecta a energía equivaldría a 2,8 Mcal EM/kg MS.

Pigurina et al. (1998b) destacan las muy altas ganancias de peso en primavera (0,6 a 1,0 kg/día) con el más bajo coeficiente de variación (37%) de todas las estaciones. Esto estaría determinado por frecuentes efectos de crecimiento compensatorio a la salida del invierno, sumado a la alta tasa de crecimiento de la pastura y su calidad.

En el cuadro No. 4 se presentan trabajos experimentales que reportan performance animal en la primavera; en la mayoría de ellos hubo un periodo previo de evaluación durante el invierno con diferencias en aspectos nutricionales tanto en suplementación como asignación de forraje.

Cuadro No. 4. Resumen de trabajos nacionales evaluando performance primaveral en terneras/os, con manejo en forma conjunta luego de un periodo de experimentación invernal donde se sometieron a distintos tratamientos alimenticios.

Categoría	PVi inv. (kg)	GMD inv. (kg/a/d)	Supl. invernal	Alimentación primavera	Periodo	Carga (UG/ha)	GMD prim. (kg/a/d)	Ref.
Terneras	135	-0,100	No	CN Este (Unidad Alférez)	Primavera (Mes 9,10,11)	0,85	0,678	1
		0,075	Sí (0,5 kg/a/d AA)				0,696	
		0,193	Sí (1 kg/a/d AA)				0,704	
		0,219	Sí (1,5 kg/a/d AA)				0,725	
Terneras	158,8	-0,225	No	CN Este (Unidad Alférez)	23/8 al 9/10	0,83	0,259 a	2
		0,303	Sí (1% PV AA)				0,572 b	
		0,324	Sí (1 % PV F. Com.)				0,764 c	
Terneras	163	0,006	No	CN Este (Unidad Alférez)	29/9 al 29/12	0,65	0,471 a	3
		0,134	Sí (1 % PV AT y Exp. G.)				0,474 a	
Terneras	155	-0,220	No	CNm Este (Unidad Alférez)	4/9 al 30/11		0,947 a	4
		0,116	No				0,812 b	
		0,650	No				0,934 a	
Terneras	145,5	0,116	No	CNm Este (Unidad Alférez)	11/9 al 18/12		1,162 a	5
		0,398	No				1,102 a	
Terneras	138,7	0,134	No	CNm Este (Unidad Alférez)	23/9 al 20/12		0,808 a	6
		0,385	No				0,807 a	
		0,535	No				0,804 a	
Terneros	193	-0,074	No	CN Este, Praderas, Verdeos (Unidad Alférez)	6/8 al 29/10	1,60	1,020 ab	7
	189	0,651	Sí (1%PV Ración Supl. Diaria)				0,974 a	
	189	0,436	Sí (1%PV Ración AC 9% sal)				1,152 c	
	191	0,370	Sí (1%PV Ración AC 15% sal)				1,090 bc	
Terneros	188	-0,082	No	CN Este (Unidad Alférez)	8/10 al 30/12		0,648 ab	8
		0,248	Sí (1% SGH)				0,670 a	
		0,363	Sí (1% SGH + Exp. G.)				0,567 b	
		0,419	Sí (1% SGH + Supl. Prot.)				0,638 ab	
Terneros	190	-0,093	No	CN Este (Unidad Alférez)	2/10 al 18/12		0,615 a	9
		0,066	Sí (1% Sorgo)				0,728 a	
		0,359	Sí (1% Sorgo + Núcleo prot.)				0,682 a	
		0,632	Sí (1,5% Sorgo + Núcleo prot.)				0,643 a	
Terneras	138,2	-0,237	No	CN reservado Basalto (Fm. Arapey)	26/8 al 27/11	0,91	0,725 a	10
		0,260	Sí (1%PV Ración Supl. Diaria)				0,648 b	
		0,348	Sí (1%PV Ración AC)				0,641 b	

Letras distintas representan diferencias significativas dentro del ensayo.

PVi inv.= peso vivo inicio del invierno; GMD inv.= ganancia media diaria en invierno; GMD prim.= ganancia media diaria en primavera; Ref.= referencia; Supl.= suplementación; UG/ha= Unidad Ganadera por hectárea; CN= campo natural; CNm= campo natural mejorado; PV= peso vivo; AC= autoconsumo; AA= afrechillo de arroz; AT= afrechillo de trigo; Exp. G.= expeller de girasol; F. Com.= formulación comercial; SGH= sorgo grano húmedo; Supl. prot.= suplemento proteico.

1 Quintans et al. (1993), 2 Campos y Terra (2002b), 3 del Campo et al. (2005), 4 Straumann (2006), 5 Barreto y Negrín (2005), 6 Costa et al. (2008), 7 Rovira y Velazco (2012b), 8 Rovira y Velazco citados por Rovira (2014d), 9 Rovira y Echeverría citados por Rovira (2014d), 10 Blasina et al. (2010).

Concordando con Bavera et al. (2005), en los trabajos presentados en el cuadro No. 4 hay distintas repuestas primaverales, a pesar de que la información es coincidente en que, a pesar de tener manejos nutricionales diferentes en el

invierno previo, los animales experimentan ganancias diarias de peso altas y muy altas durante la primavera como lo afirman Pigurina et al. (1998b).

El experimento de Campos y Terra (2002b) es el único que señala que el manejo invernal repercutió en las ganancias de primavera y es el que presenta las más bajas ganancias medias diarias primaverales del cuadro. Esto lo atribuyen a que las restricciones de forraje severas durante el invierno estarían impidiendo tener a posteriori un buen crecimiento compensatorio.

Barreto y Negrín (2005), Straumann (2006) no encontraron diferencias en las ganancias primaverales entre los grupos de baja y alta ganancia invernal respectivamente. Por otro lado, Rovira y Velazco, citados por Rovira (2014d) afirman que en su ensayo no hubo crecimiento compensatorio significativo en la primavera que permitiera la recuperación de los animales sin suplementación en el invierno, probablemente debido al ritmo de ganancia moderado registrado durante la primavera asociado a las condiciones climáticas.

Rovira y Echeverría, citados por Rovira (2014d) señalan que la ausencia de crecimiento compensatorio pudo deberse a que el periodo de evaluación no fue lo suficientemente prolongado, y/o a que la oferta de forraje no fue lo suficientemente abundante para permitir expresar mayores ganancias de peso durante la primavera. A su vez mencionan que los factores intensidad y naturaleza de la restricción invernal en los animales testigo pueden haber explicado la ausencia de crecimiento compensatorio en dicho grupo de animales.

Contrariamente, Blasina et al. (2010) evidenciaron la existencia de crecimiento compensatorio de los animales del tratamiento testigo.

En síntesis, Scaglia (1996) afirma que muchos productores apuestan al crecimiento compensatorio como forma de retornar a la "normalidad" a los animales que sufren restricción alimenticia durante el invierno. Esto no siempre ocurre y las diferencias en peso vivo se mantienen a lo largo de las siguientes estaciones.

2.3 PRINCIPALES LIMITANTES DE LA PERFORMANCE DE ANIMALES PASTOREANDO CAMPO NATURAL EN INVIERNO

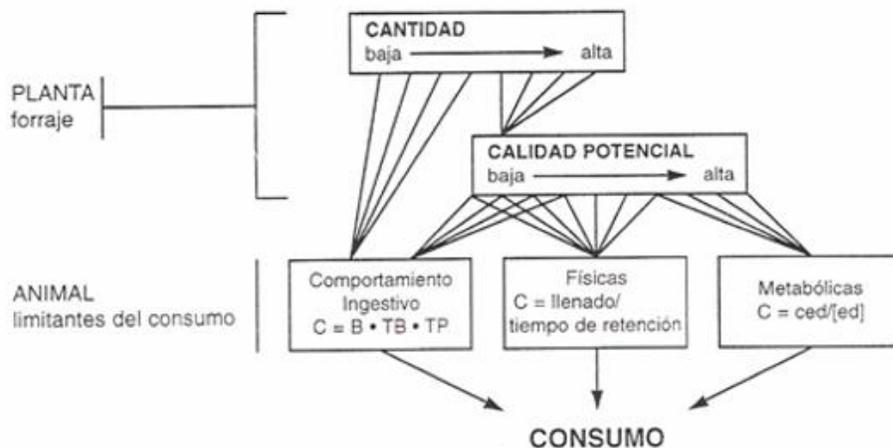
Según describen Santini y Rearte (1997), para la producción de carne la mayor limitante presente es el consumo de materia seca total por parte de los animales. Esto puede deberse a la baja disponibilidad o baja calidad de forraje. Disponibilidades inferiores a dos veces el consumo de MS afectarán el consumo y consecuentemente las ganancias de peso. Cuando la disponibilidad no es el factor que limita, la calidad será lo que determine el consumo, especialmente su contenido de fibra. En situaciones de pastoreo la limitante al consumo es de orden físico, por llenado de rumen y tasa de pasaje. A medida que avanza el

estado de crecimiento de las pasturas, aumenta su contenido de fibra, principalmente del contenido indigestible que es la lignina. A pesar de que se cuente con suficiente cantidad de forraje disponible, si el estado de desarrollo de la pastura es muy avanzado, se limita el consumo y consecuentemente se obtendrán menores ganancias de peso individuales.

El principal inconveniente que enfrentan los animales pastoreando CN sobre basalto en invierno es la falta de energía, dado que las pasturas naturales tienen rendimientos bajos en esa época, por lo tanto, el consumo animal es restringido (Carámbula, 1996).

2.3.1 Consumo de forraje en pastoreo

El consumo de forraje está regulado por mecanismos complejos, para lo cual se presenta una simplificación de la relación planta/animal en la figura No. 2.



C = consumo; B = peso de bocado; TB = tasa de bocado; TP = tiempo de pastoreo;
ced = consumo de energía digestible; [ed] = concentración de energía digestible; tomado de Moore 1981

Figura No. 2. Diagrama simplificado de la relación planta/animal.

Fuente: tomado de Moore, citado por Cangiano (1997).

La figura No. 2 indica que cuando la cantidad de forraje es lo suficientemente alta el consumo está limitado por la distensión ruminal (llenado) y tiempo de retención, o que cuando el forraje es de muy alta calidad se limita el consumo a través del mecanismo metabólico. Contrario a esto cuando la cantidad de forraje es baja las características de este son de poca importancia en el nivel de consumo. Dadas estas condiciones el nivel de consumo estará determinado por el comportamiento ingestivo del animal, a través de limitaciones en el peso de bocado, tasa de bocado y/o tiempo de pastoreo. Estas limitaciones también

ocurren con altas cantidades de forraje pero con baja disponibilidad efectiva o accesibilidad.

A su vez Rovira (1996) afirma que el consumo de forraje por parte de los animales medido en términos de MS depende de: cantidad de forraje disponible por animal (kg de MS/animal/día), disponibilidad forrajera (kg de MS/hectárea), digestibilidad de la MS, peso vivo, edad, nivel de producción y del medio ambiente; todos estos factores interactuando entre ellos a su vez.

En el trabajo de Campos y Terra (2002b) resumido en el cuadro No. 3 se registró una pérdida de peso por parte de las terneras de -0,225 kg/animal/día y lo atribuyen a falta de forraje disponible y a la altura (988 kg MS/ha y 2,48 cm, datos de disponibilidad y altura promedio a lo largo del trabajo). La altura se considera muy por debajo de los valores críticos donde la ingesta de forraje se restringe, principalmente el consumo por bocado y los factores compensatorios (tiempo de pastoreo y tasa de bocado) tienen poco impacto en evitar la caída del consumo.

2.3.1.1 Factores vinculados a la pastura

Rovira (1996) afirma que un factor de la pastura que determina el consumo es la altura de forraje donde en un trabajo reporta que terneros de 5 a 6 meses de edad y novillos de sobre año, disminuyeron su consumo un 18% cuando el disponible diario disminuyó de 90 a 30 g de materia orgánica/ kg de peso vivo, asociado a su vez al descenso de la altura del forraje que pasó de 7,4 a 5,4 cm y a su vez menor digestibilidad.

Quintans et al. (1994a) sostienen que la digestibilidad también se relaciona con la proporción de forraje verde/seco, donde en invierno es baja por lo cual el forraje es de menor calidad afectando su digestibilidad.

Pearson e Ison (1994) reportan que el consumo voluntario aumenta linealmente con el aumento de la digestibilidad, y Rovira (1996) coincide, pero hasta valores del 80% de digestibilidad. A su vez presenta datos donde la digestibilidad se reduce un 12% y consecuentemente el consumo bajó 26%, lo que demuestra que pequeños cambios en la digestibilidad implican grandes cambios en el consumo.

2.3.1.2 Comportamiento ingestivo

Cangiano (1996), afirma que cuando el forraje disponible es limitante el consumo es regulado por factores no nutricionales y se regula por el comportamiento ingestivo; este implica tiempo de pastoreo, tasa de bocados y el peso de los bocados.

El peso de bocado expresado como volumen (profundidad x área) y densidad es según Hodgson, citado por Cangiano (1996) la variable de comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene sobre el consumo y a su vez

está muy afectada por la altura del forraje, más que por la densidad de la pastura. La profundidad del bocado es una fracción generalmente constante de la altura de la pastura y toma un valor cercano al 50% de la altura de la planta (Galli, Galli et al., citados por Cangiano, 1996).

Acorde a lo anterior Cangiano (1996), cuando el peso de bocado disminuye, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar en compensación hasta cierto punto, ya que por debajo del valor crítico la compensación no es suficiente y el consumo disminuye.

Cangiano (1997), afirma que hay una tendencia general a aumentar el tiempo de pastoreo a medida que las condiciones de la pastura dificultan la cosecha.

Rook et al., citados por Cangiano (1997), trabajando con animales suplementados y otros sin suplementar, sobre una pastura obtuvieron la tendencia explicada anteriormente pero con la particularidad que cuando la pastura llegó a 4 cm de altura los suplementados disminuyeron el tiempo de pastoreo, donde en esta condición afirma que los animales parecieron “darse por vencidos” denotando menor esfuerzo en pastorear una vez que superaron cierto umbral de consumo de energía. A modo de resumen a pesar de que el consumo estaba restringido por la altura de la pastura, estos redujeron aún más el consumo de forraje cuando fueron suplementados. Si bien la sustitución no fue significativa, se dio mayor sustitución en baja altura en contradicción a lo esperado, demostrando esto, lo complejo de las interacciones entre las plantas, el manejo y los animales en pastoreo.

2.3.1.3 Factores de manejo

Según Rovira (1996) el nivel de producción en un sistema pastoril se compone de eficiencia de: producción de forraje, utilización por los animales del forraje producido y la conversión del forraje a producto animal. Estos procesos están afectados por la intensidad de pastoreo definida por el autor como la relación entre el número de animales y la fitomasa.

Cuando el forraje disponible es dos veces menor al máximo consumo posible Rovira (1996), sostiene que se produce un brusco descenso de la cantidad de forraje consumido. A modo de ejemplo cuando las vacas son obligadas a pastorear un forraje con menos de 5 centímetros de altura el consumo se ve disminuido en un 10-15% (Minson, citado por Rovira, 1996).

Siguiendo en la línea de altura de la pastura y consumo, Rovira (1996) afirma que existe una altura crítica donde se da el máximo consumo posible, donde pastorear con más altura no tiene beneficio alguno. A su vez Hodgson, citado por Rovira (1996) explica que al incrementar la altura del tapiz implica avance del estado de madurez de la planta consecuentemente baja la

digestibilidad, la que a su vez puede llegar a hacer bajar el consumo, siendo esta situación un mal manejo y pérdida de productividad.

2.3.1.4 Factores del ambiente

Cangiano (1997), toma dentro de los factores que afectan al consumo al ambiente y en este hace referencia a la temperatura, humedad, el fotoperiodo, la velocidad del viento, etc.

Los periodos de vigilia y actividad metabólica están afectados por el fotoperiodo lo que determina que el consumo este indirectamente determinado en cierta medida por el fotoperiodo (Abella et al., 2008). Baeck (2000) dice que cuando el fotoperiodo disminuye se da una disminución en la secreción de prolactina y un aumento en secreción de melatonina. La consecuencia de la primera es una disminución del 10-15% en la ganancia de peso vivo. La consecuencia de lo segundo es el aumento de retención de tejido graso, principalmente en el subcutáneo. Estos mecanismos mejoran la aislación térmica y aumentan las reservas energéticas para el invierno. El frío crónico produce un aumento de la tasa metabólica consecuentemente aumenta en el costo energético de mantenimiento, que es del orden del 25-70%, y disminuye la eficiencia de conversión de alimento en tejidos, que es del orden del 14 al 20%. Como respuesta a esto, se produce un aumento de consumo de alimentos.

2.3.2 Incremento en los requerimientos de mantenimiento

Los requerimientos a efectos prácticos se los divide en requerimientos para mantenimiento y producción a su vez cada uno de estos se compone de requerimientos de energía y proteína.

NRC (2000), define requerimientos de energía para mantenimiento como aquella cantidad de energía consumida que hace que el animal no pierda ni gane peso corporal. Los requerimientos de mantenimiento se dividen en: termorregulación, metabolismo basal y actividad. Ferrell y Jenkins, citados por NRC (2000) afirman que del total de la energía metabolizable consumida el 70% es requerida para el mantenimiento en vacas adultas, y en animales en crecimiento el 40% de la energía metabolizable se destina a mantenimiento.

Edwards et al. (1969), afirman que para novillos en crecimiento que pesan 315 kg PV y gana 900 gramos/día destina un 69% del total de la energía requerida al mantenimiento.

El peso vivo, la categoría, el consumo de MS, la digestibilidad de la pastura, la topografía del terreno y la disponibilidad de forraje verde, son factores que hacen variar el nivel de energía requerida para mantenimiento (Simeone y Beretta, 2009).

En cuanto a proteína, los requerimientos se expresan como proteína metabolizable (PM) en gramos por día. Esta PM hace referencia a la cantidad de

proteína que el animal debe absorber a nivel intestinal para satisfacer las necesidades de mantenimiento y producción. La PM aportada por la dieta será función del contenido proteico de la dieta (g/kg), del tipo de proteína ya sea degradable en rumen o no degradable en rumen pero digerida en el intestino y de la cantidad de energía consumida que fermenta en el rumen, esto último es determinante de la cantidad de proteína microbiana que se genera a nivel del rumen (Simeone y Beretta, 2009).

Los requerimientos proteicos de mantenimiento deben cubrir las pérdidas que se dan en nitrógeno metabólico fecal, nitrógeno en la orina y descamaciones, de lo contrario el balance sería negativo NRC (2000). Valores de 3,25 gramos de PM/kg de peso metabólico son reportados por INRA, citado por NRC (2000).

2.3.2.1 Efectos del clima

NRC (2000), en lo que refiere a estrés térmico indica que cuando la temperatura se ubica por debajo del rango de termo neutralidad el animal aumenta su metabolismo con el fin de mantener la temperatura corporal, aumentando también los requerimientos energéticos de mantenimiento. El consumo extra de energía por estrés va a estar determinado por la severidad de este, también afectado por el acostumbamiento al medio del animal, el comportamiento, la dieta y el nivel de producción.

El rango de temperaturas óptimas para terneros se encuentra 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 (Osacar et al., 2008).

Marquiza y Urrutia (2001), en su trabajo concluyen que el uso de las capas solamente se reflejó en los terneros que no fueron suplementados, donde los que usaron capas tuvieron un mayor peso final. En cuanto a la ganancia diaria promedio no se obtuvieron diferencias significativas para estos terneros sin suplementar, pero se observa que sí hubo diferencias en diferentes periodos, atribuido a periodos con clima adverso.

2.3.2.2 Costos de cosecha

Rovira (1996), indica que está claro que los animales en condiciones de pastoreo gastan más energía para mantenimiento que los animales alimentado a corral. El incremento depende del tiempo de pastoreo, condicionado por la

disponibilidad de forraje. A su vez el tamaño de los potreros, la distancia a las aguadas y la topografía de terreno también influyen en este costo extra. Es difícil estimar un valor ya que las condiciones pueden ser muy variables. Pero a modo de ejemplo un animal comiendo 8 horas/día, rumiando 4 horas/día y que camine 5 kilómetros/día tiene una demanda adicional de 4 Mcal EM/día, valor que incrementa un 30% las necesidades de mantenimiento.

Holmes et al. (1978) señalan que según la disponibilidad de la pastura, el animal modifica su comportamiento ingestivo aumentando el tiempo de pastoreo y tasa de bocados en pasturas de baja disponibilidad, por lo tanto reporta un aumento requerimiento energético en torno al 2% por cada hora adicional que el animal destina a cosechar forraje.

2.4 LA SUPLEMENTACIÓN COMO ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA MEJORAR LA PERFORMANCE DE CATEGORÍAS DE RECRÍA DURANTE EL INVIERNO

2.4.1 Suplementación

Según Ayala et al. (1993) entre las alternativas disponibles para cubrir las demandas y minimizar las pérdidas de peso animal en el invierno, ante el insuficiente crecimiento del forraje en esta estación, se encuentran: el manejo del campo natural y el diferimiento de forraje en pie de otoño hacia el invierno, la fertilización y la siembra en cobertura de especies invernales de mayor potencial productivo y calidad y la suplementación invernal.

El uso de la suplementación invernal constituye una herramienta de fundamental importancia en la mejora de la eficiencia del proceso de recría y de todo el ciclo productivo. Su aplicación es muy interesante en el primer invierno de vida de los terneros/as cuando normalmente se registran déficit de volumen y/o calidad de forraje (Luzardo et al., 2012).

Pigurina (1997b), ha definido el término "suplementación" como el suministro de alimentos adicionales al forraje pastoreado, cuando éste es escaso o está inadecuadamente balanceado, con el objeto de aumentar el consumo de nutrientes y alcanzar determinados objetivos de producción". El concepto de suplemento surgido de esta definición se refiere a animales en condiciones de pastoreo.

Cibils et al. (1997) destacan a la suplementación en condiciones de pastoreo como una herramienta estratégica con una serie de ventajas: es rápida y fácil de implementar, la ejecución de su rutina bien definida no necesita personal de alta idoneidad, no necesita inversiones costosas más allá del suplemento, es fácil de presupuestar, puede o no usar recursos extraprediales (productos o

subproductos de la industria), es fácilmente desmontable y puede usarse en cualquier momento que se suponga rentable.

En este sentido Simeone y Beretta (2004) señalan que para evaluar la viabilidad bio-económica de una propuesta concreta de suplementación, es fundamental disponer de los coeficientes técnicos que permitan predecir la respuesta biológica: ganancia diaria y eficiencia de conversión.

A su vez Baldi et al. (2008) entienden por respuesta animal a la suplementación que es, la producción adicional (individual o por unidad de superficie) que se obtiene por el hecho de suplementar en relación a la alternativa de no hacerlo. La respuesta animal al suministro de concentrados en condiciones de pastoreo es una variable determinada por un conjunto de factores que interactúan entre si y que por esta razón no es fácil su predicción. Éstos se pueden agrupar en aquellos atribuibles a la pastura (cantidad y calidad), al suplemento (procesamiento, cantidad, etc.), al animal (categoría, potencial genético, etc.) y factores asociados al manejo (frecuencia).

Entre los factores relacionados a la pastura, la oferta de forraje y/o disponibilidad de forraje por animal es el principal factor en determinar la respuesta a la suplementación (Baldi et al., 2008). Simeone y Beretta (2005) demostraron que independientemente, de la situación de pastura considerada, la respuesta a la suplementación muestra una relación inversa con la asignación de forraje, es decir que cuanto mayor es la oferta de pasto, menor será la respuesta obtenida por efecto de agregar un concentrado respecto a un animal que no lo recibe.

Otro aspecto que destacan Baldi et al. (2008) es la calidad de la base forrajera. En este sentido los mismos autores afirman que, generalmente, en la medida que la calidad del forraje base es menor, la tasa de sustitución de forraje por concentrado disminuye, por lo tanto el incremento en la ganancia de peso por el hecho de suplementar es mayor en relación a una pastura de alta calidad. En este sentido, en la medida que la calidad de la pastura es mayor (praderas y verdes invernales), se debe restringir la oferta forrajera para disminuir la tasa de sustitución de manera de obtener respuesta al suplemento. En el otro extremo, en el caso de forrajes de inferior calidad (praderas durante el verano o pasturas en estado avanzado de madurez) la tasa de sustitución es menor y la respuesta a la suplementación con concentrados es mayor. Sin embargo, la ganancia de peso potencial que es posible obtener por el hecho de suplementar en pasturas de baja calidad como pueden ser los CN en invierno, es inferior en relación a pasturas de mayor calidad, en razón de las limitantes nutricionales del forraje base.

Considerando lo anterior y según Lange (1980) existen cinco posibles respuestas a la suplementación: adicción, sustitución, adicción y sustitución, adicción con estímulo y sustitución con depresión.

La tasa de sustitución Klein (2003) la define como la cantidad de la dieta base, es decir de pastura, que deja de comer un animal por cada unidad de suplemento adicionado que ingiere. Su valor puede variar entre 0 y 1, en caso de que sea 0 no hay sustitución de pastura por suplemento y se estaría en presencia de adición de nutrientes. Si la tasa de sustitución alcanza el valor de 1, significa que por cada kg de suplemento adicionado el animal deja de comer un kg de pastura.

En cuanto al suplemento, es necesario tener en cuenta las características, el tipo y la cantidad del mismo. Entre las características a considerar, se destacan su composición química, la concentración de energía metabolizable y el sitio de digestión del almidón.

En relación al tipo de suplemento, Luzardo et al. (2010a) afirman que la suplementación invernal con energía y proteína se justifica en condiciones de exceso de forraje diferido del verano-otoño (con disponibilidades mayores a los 2000 kg MS/ha y alta proporción de material muerto) que considerando los requerimientos de los terneros presentan bajos niveles de proteína cruda.

Por su parte Rovira y Velazco (2014c) apuntan a suplementaciones con fuentes proteicas en periodos donde la calidad del campo natural es limitante para el crecimiento de los terneros. A su vez afirman que esta categoría con esa suplementación, mejora la eficiencia de conversión del suplemento, debido a una mejor disponibilidad y sincronía de los nutrientes -energía y proteína- en el rumen.

Respecto a la cantidad de suplemento a utilizar, es posible obtener respuestas en un rango que varía de 0,5 a 1,0% del PV (Gagliostro, 2005).

Simeone y Beretta (2005) afirman que niveles de suplementación máximos del 1% del peso vivo han demostrado ser seguros del punto de vista digestivo y metabólico para el animal.

Acerca de los factores del animal, la suplementación debe tener en cuenta el tipo de animal, el estado corporal y nivel de reservas y los requerimientos nutricionales para el objetivo previamente definido, ya sea mantenimiento o aumento de la producción (Pigurina, 1997b). En relación a la categoría animal, los terneros poseen una eficiencia de conversión (definida como los kilogramos de suplemento para lograr incrementar una unidad de peso vivo) inferior, es decir más eficientes, en relación a animales más adultos. Esto es consecuencia de que los primeros por cada unidad de peso ganado depositan una mayor proporción de tejido muscular, tejido de menor exigencia energética en relación al adiposo (Baldi et al., 2008) y a su vez por tener menor costo

energético de mantenimiento (menor masa corporal). Por otro lado, los animales jóvenes son más exigentes en la calidad de la dieta; por ejemplo dietas aptas para aumentos de peso superiores a 1 kg diario en novillos grandes pueden ser deficientes en proteína y minerales en alimentación de terneros o vaquillonas (Pordomingo, 2003).

La suplementación puede afectar el comportamiento ingestivo en pastoreo; es así que Bargo (2002) resumiendo 7 trabajos, en vacas, concluye que la suplementación con concentrados (consumos promedio de suplemento de 4,1 kg/d; rango de 2 a 8 kg/d) no afectó la tasa de bocados o el peso de bocado pero si redujo el tiempo de pastoreo (34 minutos/día en comparación con dietas solo pastura).

2.4.1.1 Respuesta a la suplementación

Sabiendo que los/as terneros/as presentan una eficiencia de conversión (EC) menor, generalmente son una alternativa económica más conveniente a la hora de convertir kilos de suplemento en kilos de peso vivo.

Teniendo en consideración estos aspectos y que la suplementación invernal con concentrados energético-proteicos permitiría lograr una mayor capacidad de carga anual y estacional además de generar un impacto positivo en el resultado físico y económico de sistemas ganaderos (Simeone y Beretta, 2004), es que en el cuadro No. 5 se presenta un resumen de experiencias que evalúan la respuesta al uso de diferentes suplementos en el invierno de animales pastoreando campo natural.

Cuadro No. 5. Resumen de experimentos nacionales evaluando la respuesta a la suplementación invernal en terneros/os pastoreando CN, realizados entre los años 1993 y 2014 en dos regiones del país.

Categoría y PVi (kg)	Tipo de suelo	Período de supl.	Suplemento	Frec. de suministro	Oferta de supl. (%PV)	Disp. (kgMS/ha)	Dif. de forraje	Carga (UG/ha)	GMD (kg/a/d)	EC	Ref.
Terneras 168	CN Este (Unidad Alférez)	1/7 al 28/9/92	Sin Suplemento	Diario	0,35	1500	Sí	0,85	-0,100 c	6,3*	1
			Afrechillo de arroz						0,067 b		
			Afrechillo de arroz						0,193 a		
			Afrechillo de arroz						0,219 a		
Terneras 137	CN Este (Unidad Alférez)	18/6 al 16/9/93	Sin Suplemento	Diario	0,35	2000	Sí	0,70	-0,082 c	3,6*	2
			Afrechillo de arroz desg.						0,037 b		
			Afrechillo de arroz desg.						0,230 a		
Terneras 158,9	CN Este (Unidad Alférez)	21/7 al 21/10/93	Sin Suplemento	Diario	0,70	2800	Sí	1,30	-0,050 c	2,00 a	3
			Sorgo molido						0,100 b		
			Expeller girasol						0,200 a		
			Afrechillo de arroz crudo						0,200 a		
Terneras 158,9	CN Este (Unidad Alférez)	14/7 al 9/10/00	Sin Suplemento	Diario	1	1430 Inicial	Sí	0,83	0,014 c	3,8	4
			Afrechillo de arroz crudo						0,434 b		
			Ración com. (21% PC)						0,538 a		
Terneros 190,5	CN Este (Unidad Alférez)	23/5 al 6/8/08	Sin Suplemento	Diario	1	3701	Sí	1,60	-0,074 a	3,1	5
			Ración com. (16% PC)						0,651 b		
			Ración com. (16% PC) + 9% sal						0,436 c		
			Ración com. (16% PC) + 15% sal						0,370 c		
Terneros 188	CN Este (Unidad Alférez)	1/7 al 8/10/09	Sin Suplemento	Diario	1	3248 Inicial	Sí	1,58	-0,082 a	6,0	6
			SGH						0,248 b		
			SGH + Expeller girasol						0,363 c		
			SGH + Supl. prot.						0,419 c		
Terneros 185-190	CN Este (Unidad Alférez)	10/7 al 2/10/13	Sin Suplemento	Diario	1	1735		2,36*	-0,093 a	10,7	7
			SGH						0,066 a		
			85% SGH + 15% Nuc. prot.						0,354 ab		
			85% SGH + 15% Nuc. prot.						0,632 b		
Terneros 192	CNm* Este (Unidad Alférez) *Raigras	28/6 al 20/9/13	Sin Suplemento	Autoconsumo	1,60	1818		2,37*	0,183 a	6,5	8
			Grano sorgo molido + 10% sal						0,741 b		
			Ración bal. + 10% sal						1,003 b		
			Ración bal.c/cascara arroz s/sal						1,467 c		
Terneros 167,9	CN Basalto (Glencoe)	jul-set 2007	Sin Suplemento	Diario	1	1500		0,84	0,195	8,1	9
			Afrechillo de arroz						0,355		
Terneros 150	CN Basalto (Glencoe)	invierno 2009	Sin Suplemento	TLD	1	1100-1500		1,10	0,078	4,2	10
			Afrechillo de arroz						0,520		
			Afrechillo de arroz						0,560		
			Afrechillo de arroz						0,600		
Terneros	CN Basalto	invierno	Sin Suplemento	Diario	1	1500-1800	Sí	0,85 a 1,1	0,250-0,280	4	10
			Afrechillo de arroz						0,670		
			Grano maíz						0,550		
			Expeller girasol						0,450		
Terneras 154	CN Basalto	16/6 al 28/8/09	Sin Suplemento	Diario	1	1099 Inicial		0,52	-0,237 c	3,2	11
			Ración com.						0,260 b		
			Ración com. + 11% sal						0,348 a		
Terneros 211	CN Basalto (Glencoe)	jun-set 2009	Sin Suplemento	TLD	0,80	1400	Sí	1,29	0,119 c	4,1	12
			Afrechillo de arroz s/desg.						0,570 b		
			Afrechillo de arroz s/desg.						0,637 ab		
			Afrechillo de arroz s/desg.						0,661 a		
Terneros 159	CN Cerro Largo (Un. Lechiguana)	21/7 al 19/10/11	Sin Suplemento	Autoconsumo	1,36	2271 Inicial	Sí	0,56	0,188 c	5,1	13
			Ración c/HS + 10% sal						0,678 a		
			Ración c/Optigen + 10% sal						0,540 b		

*Datos calculados en base a datos del experimento.

Letras distintas representan diferencias significativas dentro del ensayo.

PVi= peso vivo inicial; GMD= ganancia media diaria; EC= eficiencia de conversión; Supl.= suplementación; Frec.= frecuencia; Disp.= disponibilidad; Dif. de forraje= diferimiento de forraje; Ref.= referencia; Un.= unidad; SGH= sorgo grano húmedo; Supl. prot.= suplemento proteico; Ración bal. o com.= ración balanceada o comercial; Afrechillo de arroz s/desg.= afrechillo de arroz sin desgrasar; Ración c/HS= ración con inclusión de harina de soja; TLD= todos los días; LaV= lunes a viernes; DpM= día por medio.

1 Quintans et al. (1993), 2 Quintans (1994c), 3 Quintans y Vaz Martins (1994b), 4 Campos et al. (2002a), 5 Rovira y Velazco (2012b), 6 Rovira y Velazco (2014c), 7 Rovira y Echeverría (2014b), 8 Rovira y Echeverría (2014a), 9 Pittaluga et al. (2007), 10 Luzardo et al. (2010b), 11 Blasina et al. (2010), 12 Lagomarsino et al. (2014), 13 Esteves et al. (2013).

Los trabajos presentados son todos para la categoría terneras/os pero se incluyen diferentes tipos de suplementos: concentrados energéticos como los grano de sorgo y maíz o afrechillo de arroz y también concentrados proteicos ya sea expeller de girasol o núcleos/raciones comerciales; en otros ensayos (Rovira y Velazco 2014c, Rovira y Echeverría 2014b) los suplementos son mezcla de los anteriores.

De acuerdo a las conclusiones de los trabajos del cuadro No. 5, en todos existió respuesta a la suplementación, a pesar de que en los trabajos de Pittaluga et al. (2007), Luzardo et al. (2010b) no se reporta la significancia de los valores. Se observa que los testigos sin suplementación tuvieron ganancias medias bastante inferiores a los tratamientos suplementados, siendo la ganancia media diaria promedio de los testigos 0,023 kg/a/día.

El tipo de suplemento influyó en la respuesta ya que para igual nivel de suplementación (1% PV), por ejemplo, en el ensayo de Rovira y Velazco (2014c) se obtuvo mejor respuesta en los tratamientos con concentrados energéticos-proteicos respecto a los concentrados exclusivamente energéticos, con significancia estadística. En el trabajo de Quintans y Vaz Martins (1994b) también se refleja la superioridad de los tratamientos suplementados respecto al testigo, y a su vez, se registraron diferencias significativas entre los distintos suplementos para un mismo nivel de oferta. Lo mismo ocurre en el experimento de Campos et al. (2002a), atribuyéndolo a que la formulación comercial presenta mayor contenido energético-proteico y/o mayor contenido de minerales y vitaminas, es decir que es un suplemento más balanceado que el afrechillo de arroz.

En cuanto al nivel de suplementación ese vario entre 0,35 y 2,90% del peso vivo. En el trabajo de Quintans et al. (1993) se reportan diferencias significativas en la respuesta entre la oferta de 0,35 y 0,70% del PV y no así entre 0,70 y 1,0% del PV (problemas de rechazo). En tanto, Quintans (1994c) obtuvo niveles crecientes de respuesta a medida que aumento la oferta de afrechillo de arroz desgrasado mientras que Rovira y Echeverría (2014b) no obtuvieron diferencias significativas a medida que aumentaron el nivel de suplementación.

Si bien los distintos tipos de suplemento se probaron tanto en los trabajos realizados sobre campos del este del país o sobre basalto, no se encontró ninguna diferencia clara en respuesta de un suplemento entre las dos zonas.

Se destaca que varios trabajos explicitan que se realizaron sobre campos naturales diferidos, Luzardo et al. (2010b), destacan las ganancias que tuvieron los terneros testigo (0,250-0,280 kg/animal/día) y las atribuyen a la disponibilidad de forraje lograda con el diferimiento. Por su parte, Rovira y Velazco (2014c)

evidenciaron una mayor respuesta al agregado de fuentes proteicas durante el primer periodo del ensayo donde la calidad del campo natural era limitante, debido a la alta disponibilidad generada durante los meses de reserva del potrero.

La eficiencia de conversión promedio del suplemento considerando todos los trabajos fue de 4,84 kilos de suplemento por cada kilo adicional en la ganancia de peso vivo, dato que concuerda con la bibliografía relevada.

Hay dos ensayos que aseveran haber tenido algún problema con el suplemento ofrecido; Quintans et al. (1993) dicen que los animales del nivel alto (1% PV) manifestaron un rechazo elevado del afrechillo de arroz, que podría deberse a un alto contenido en grasas y es así que proponen un límite en el consumo de este suplemento y para esta categoría de 0,7% del PV. Quintans y Vaz Martins (1994b) destacan que el sorgo puro presentó problemas de rechazo, por lo tanto se suministró mezclado con afrechillo de arroz en una relación de 3 a 1.

En el cuadro No. 5 también se ve que hubo distintas frecuencias de suministro, donde se destaca el autoconsumo, que como aseveran Farmer et al., citados por Cazzuli y Montossi (2017) esta práctica de manejo podría ampliar el espectro de alcance de la suplementación a sistemas más extensivo.

Simeone y Beretta (2006) afirman que esta alternativa es viable en la suplementación de categorías de recría (terneros de destete convencional o destete precoz) y aseguran que animales suplementados semanalmente usando comederos de autoconsumo tienen la misma performance animal que aquellos animales a los que se les ofrece el suplemento diariamente, siempre que la asignación de forraje sea restringida a valores inferiores al 2,5 kg de MS/100 kg de PV animal, cuando se trabaja con pasturas sembradas. También sugieren que es probable que el mejor escenario para el uso de esta tecnología pueda estar dado por su uso en condiciones de campo natural durante invierno, confirmándose en el trabajo de Blasina et al. (2010) donde la respuesta a la suplementación fue afectada por el sistema de suministro, registrándose un incremento de la GMD de 18% a favor del autoconsumo respecto a la suplementación diaria (cuadro No. 5).

Se puede evidenciar que otra forma de suministro en autoconsumo son los bloques, si bien en el cuadro No. 5 no se registran trabajos comparando ambas formas de presentación de los nutrientes a los animales.

Como se observa en el cuadro No. 5 y lo afirman Rich et al. (1976), una forma de limitar el consumo en esquemas de autoconsumo es mediante el agregado de sal común al suplemento.

Según Mac Loughlin (2005), como limitador de la ingesta, se utiliza sal gruesa a razón de 0,10% del peso vivo (rango entre 0,07% y 0,13%) por día. Las

recomendaciones prácticas de Rich et al., citados por Beretta y Simeone (2013) reportan valores esperados de consumo diario de sal en función del peso vivo de los animales, que en promedio, se ubica en torno a 0,1 kg de sal /100 kg de peso vivo en la mayoría de las categorías de ganado.

Experiencias nacionales de suplementación a terneros, han permitido constatar que niveles de inclusión de sal en el suplemento en torno al 10% permitieron regular el consumo de suplemento, alcanzando valores del 1,2-1,3 % del peso vivo. Probablemente los niveles de inclusión de sal deberían estar en torno al 12 a 13% del concentrado para estabilizar el consumo de suplemento en valores del 1% del peso vivo animal (Beretta y Simeone, 2013).

En el trabajo de Rovira y Velazco (2012b), resumido en el cuadro No. 5, señalan que el consumo diario promedio de ración en autoconsumo fue de 1,61% y 1,26% del PV de los terneros en los tratamientos con 9 y 15% de sal en la ración, respectivamente. El incremento de sal fue efectivo para restringir el consumo, aunque no se llegó al límite de 1% del PV objetivo. Lo mismo manifiestan Blasina et al. (2010), Esteves et al. (2013), Rovira y Echeverría (2014a).

En síntesis, Simeone y Beretta (2005) afirman que el uso de suplementos, cuando correctamente realizado, ha probado ser una estrategia de manejo alimenticio de alto impacto productivo y económico. Del cuadro No. 5 se desprende que la suplementación ya sea con concentrados energético, proteicos o energético-proteicos tiene respuesta. La práctica de diferimiento de forraje de otoño, que generalmente trae aparejado baja calidad del mismo, puede ser utilizada con suplementaciones con proteína (Rovira y Velazco, 2014c) o energía y proteína (Luzardo et al., 2010a) teniendo ganancias medias diarias invernales mejores a las reportadas en el cuadro No. 3 para terneras/os.

2.5 BLOQUES MULTINUTRICIONALES

Los bloques multinutricionales (BM) son un suplemento alimenticio para animales de forma sólida, que aporta diversos nutrientes de forma lenta y efectiva, son utilizados tanto en épocas de sequía como para mejorar la eficiencia de uso del forraje disponible. Se ha demostrado que inciden positivamente en la ganancia de peso vivo o reducción de pérdidas de peso por deficiencias nutricionales (Bracho, 2017).

Mejía et al. (2011) sostienen que los BM son suplementos balanceados donde se incluye preferentemente forrajes de alta calidad, ingredientes proteicos y/o energéticos, minerales y vitaminas. Además se incorpora nitrógeno no proteico, principalmente en forma de urea, mientras que la melaza y cemento son los ingredientes que hacen posible la solidificación y formación del bloque. El uso de bloques multinutricionales es una forma de suplementar al ganado la cual no

requiere comederos, se evita la pérdida por el viento y se puede distribuir adecuadamente en corral o al pastoreo.

2.5.1 Ingredientes

La composición química y la técnica de elaboración de los BM cambia o se adapta especialmente de acuerdo a los ingredientes que más abundan en cada país, también según la infraestructura disponible y características propias de la región (Fernández Mayer, 2012).

Generalmente los BM tienen como constituyentes básicos mezcla de melaza, urea, minerales y un agente solidificante además de otras materias primas disponibles localmente, tales como: bagazo de caña, tortas de oleaginosas, hojas de leguminosas arbóreas, etc. Estos ingredientes hacen que sean alimentos muy palatables y que el animal pueda lamer el bloque casi constantemente, haciendo disponibles los ingredientes para los microorganismos ruminales de una manera casi continua (Araujo Febres, 1997). A modo de ejemplo en el cuadro No. 6 se presentan los posibles ingredientes que puede tener un bloque.

Cuadro No. 6. Diferentes ingredientes y proporciones en que pueden integrar la composición de los BM.

Ingrediente	Proporción (%)
Melaza	40
Urea	5 al 10
Minerales	3 al 8
Cal	8 al 10
Sal	5 al 10
Harina de maíz	15 al 30
Afrechillo de trigo	15 al 30
Heno molido o bagacillo de caña	3

Fuente: adaptado de Araujo Febres (2005).

La finalidad de cada uno de los ingredientes según Araujo Febres (1997) es la siguiente:

-Urea: aporta nitrógeno no proteico de alta solubilidad, que se transforma en amonio dentro del rumen y estimula la actividad microbiana del rumen para la digestión de los alimentos fibrosos.

-Cereales (molido): para generar rápidamente cadenas carbonadas, (ácidos grasos volátiles) como fuente de energía para los microorganismos del rumen. Es fundamental la sincronización de su aporte con el amonio producto de

la degradación de la urea, y de parte de la proteína verdadera del suplemento proteico, para que haya síntesis o multiplicación de microorganismos ruminales.

-Harina de girasol: aportar proteína verdadera dietaria. Se puede reemplazar por cualquier otra fuente rica en este nutriente por ejemplo harina de soja, raicilla de cebada, grano de soja cruda, semillas de algodón, etc.

-Azúcar, melaza o smartfeed: fuente energética de carbohidratos o azúcares de más rápida degradación en rumen que los cereales.

-Sales minerales: mediante el uso de estas se aporta azufre, fósforo y calcio, magnesio y oligoelementos deficientes en la pastura.

- Cal (común de construcción o cal apagada): como aglutinante, además, de aportar calcio como carbonato de calcio.

2.5.2 Factores que afectan el consumo de bloques multinutricionales

La dureza es el factor que más afecta el consumo, y esta característica a su vez depende de varios factores: el nivel de cal, la cantidad de melaza, del tiempo de almacenamiento, grado de compactación y si se cubren o no con una bolsa plástica, que está estrechamente relacionado con el nivel de humedad. De acuerdo a Birbe et al. (2006) a medida que aumenta el aglomerante, mayor es la resistencia ofrecida del BM, disminuyendo así el consumo animal.

La proporción de melaza también influye sobre la dureza de los bloques. Al utilizar un nivel del 30% los BM presentan una apariencia seca, que se desmoronaban al manejarlos, indicando probablemente un deficiente fraguado por falta de humedad, con niveles de 50 % de melaza no presenta consistencia firme; siendo el nivel de 40 % de melaza el óptimo para no tener que utilizar agua como ingrediente (Araujo Febres, 1997). Birbe et al. (2006), Robleto et al., citados por Rodríguez (2014) observaron que la tasa de consumo de los BM es inversa al contenido de urea de los mismos y se cree que el sabor de la urea sería el factor limitante del consumo.

La importancia de la consistencia del bloque radica en que si es demasiado duro la ingesta se puede ver restringida sin producir efectos en el animal; si es demasiado blando se puede consumir demasiado rápido y en exceso existiendo riesgo de toxicidad (Makkar, 2007).

Otro aspecto es el tiempo y tipo de almacenamiento; quienes recomiendan almacenar los bloques sellados con materiales plásticos, estos impiden la pérdida progresiva de humedad evitando así el aumento de resistencia y una disminución en el consumo (Tobía et al., Fernández, citados por Rodríguez, 2014). Por otro lado Birbe et al. (2006) afirman que los bloques almacenados en el medio ambiente (a la sombra), bajan su resistencia, por lo que aumenta el consumo animal.

Se observó que a mayor tiempo de almacenamiento, mayor es el endurecimiento de los BM; existe una tendencia de mayor consumo de bloque cuando estos fueron almacenados menos tiempo, aunque para 15-45 días no se afecta el consumo ni la digestibilidad aparente de los mismos (Araujo Febres et al., 2001). En un ensayo donde se elaboraron todos los bloques, de igual composición, al mismo tiempo y luego fueron utilizados con animales en pastoreo, estos empezaron consumiendo 417 gramos/animal/día y fueron disminuyendo el consumo semana a semana hasta llegar a un consumo de 11 gramos diarios por animal. Esta disminución fue atribuida a un endurecimiento del bloque producto del almacenamiento (Araujo Febres, 1997).

Según Bracho (2017), la palatabilidad de los ingredientes del BM también es un factor que afecta el consumo, sumado a esto la calidad de los otros componentes de la dieta que se encuentra consumiendo el animal determina el nivel del consumo de los BM donde, si la pastura es de buena calidad el consumo de bloques disminuye. El mismo autor menciona que los factores que afectan el consumo en animales estabulados son principalmente la dureza, la composición de la dieta (porcentaje de PC del forraje consumido) y el contenido de urea; mientras que, bajo condiciones de pastoreo, otros factores como el periodo de oferta de éstos y el número de comederos en los potreros pueden estar involucrados.

La oferta del bloque por tiempo limitado (3 h/día) origina bajos consumos diarios; en cambio, cuando se ofrece el bloque en los potreros el consumo se duplica. La consecuencia de la oferta del bloque por tiempos muy cortos no es sólo su bajo consumo, sino que no se satisface el suministro de N degradable en pequeñas cantidades durante todo el día para cubrir los requerimientos de los microorganismos del rumen.

La calidad del material fibroso ofrecido es importante en el consumo de los bloques. La ingestión del bloque puede aumentar hasta tres veces en la estación seca, al recibir un alimento base muy deficiente en N (Sánchez, 1998). La oferta del material fibroso también influye en el consumo de bloques; a menor oferta, mayor consumo de BM.

2.5.3 Efectos de los bloques multinutricionales

Araujo Febres (1997) afirma que el suministro de BM estimula la fermentación ruminal. Los BM son una buena forma de proporcionar urea y azufre de una manera lenta y continua para la fermentación ruminal, garantizando un suministro constante de amonio para las bacterias celulolíticas. Los BM mejoran la digestibilidad aparente de la materia seca hasta en un 20% en henos de mala calidad, al permitir mayor eficiencia en la fermentación de la pared celular, aumenta la tasa de pasaje de la ingesta del rumen, facilitando su desocupación e incrementado el consumo.

Los BM suministran nitrógeno fermentable (nitrógeno no proteico), lo cual mejora el ecosistema del rumen, ya que regula el nivel de amoníaco de éste, permitiendo el incremento de la población de microorganismos, al aumentar la degradación o digestión de la fibra y lograr una menor degradación de la proteína que entra al rumen. Ambos procesos estimulan el consumo del alimento base, con efectos beneficiosos para el estado energético del animal (Preston y Leng, citados por Bracho, 2017).

Fernández Mayer (2012), afirma que los BM tienen como objetivo entregar, a nivel ruminal, una serie de compuestos químicos que favorezca el desarrollo de la flora ruminal (bacterias), de esta forma se estaría “alimentando a las bacterias”. Además, al haber compuestos que trascienden el rumen (pasante o by pass) llegando al intestino delgado (duodeno), como parte de los almidones de los granos de cereal, de la proteína verdadera del suplemento proteico y la proteína microbiana sintetizada en rumen, se estaría, también, alimentando al animal propiamente dicho a través de los productos (nutrientes) que llegan al intestino. De esta forma los BM suministran a los animales una serie de compuestos nutricionales (proteínas, energía y minerales) que mejoren la utilización de los forrajes groseros, con altos niveles de fibra (FDN) y muy lignificados, (pastos naturales, rastrojos de cosecha, rollos –henos-, etc.) incrementando la utilización de alimentos de baja calidad y aumentando la respuesta productiva.

2.5.4 Respuesta a suplementación con bloques multinutricionales

A continuación, se presenta un resumen de información acerca de ganancias y consumos obtenidos con la utilización de BM como suplemento.

Fernández Mayer (2012) para un experimento realizado en el año 2010 en un predio comercial (provincia de Buenos Aires, Argentina), evaluando la suplementación con BM (PB: 41,4%, digestibilidad de la MS: 81,02%, azúcares solubles: 33,37%) en vaquillonas Angus de 274 kg de PV pastoreando pasturas naturales en la época invernal (90 días), registró una pérdida de peso de 137 g/a/d para el testigo (solo pastura natural) y una ganancia de peso de 219 g/a/d para los suplementados, los cuales tuvieron un consumo diario de BM de 1 kg/animal/día. El autor atribuye el mejor resultado productivo a que se logró una mayor sincronización energía-proteína a lo largo de las 24 hs y, por ende, una mayor multiplicación de los microorganismos ruminales, especialmente celulolíticos que aumentan la digestibilidad del forraje.

Araujo Febres (2005) en México con terneros Criollos de 190 kg de peso inicial, alimentados con rastrojo de sorgo ad libitum más 2 kg de un concentrado (maíz: 72,3%, yacija avícola 20% y pasta de soja 7,7%) y sales minerales evaluó en la mitad del lote la suplementación con bloques nutricionales. Los animales que consumían BM obtuvieron una ganancia de peso 20% mayor y una mejor

conversión del alimento (6,9 vs. 8,2). De acuerdo con este autor, la mayor ganancia de peso es un indicador de una mejor retención de nitrógeno que a su vez refleja una mayor formación de tejidos.

Por otra parte en el cuadro No. 7 se presentan datos de ganancia diaria de peso, consumo e incremento en la ganancia de peso respecto al control sin suplementación con bloques obtenidos en varios ensayos realizados en diferentes países tropicales durante la época seca, con novillos de 180-250 kg de peso vivo inicial.

Cuadro No. 7. Ganancia de peso en novillos que tuvieron acceso a la suplementación con bloques multinutricionales.

Tipo de dietas	Ganancia de peso (kg/d)	Consumo de bloques (g/d)	Incremento respecto al control (%)
Pastoreo de <i>Cynodon plectostachyus</i> + minerales	0,200		
Pastoreo de <i>Cynodon plectostachyus</i> + bloques	0,280	240	40
Heno en pie de <i>Panicum maximum</i> y <i>Cynodon plectostachyus</i>	0,060		
Heno en pie de <i>Panicum maximum</i> y <i>Cynodon plectostachyus</i> + bloques	0,197	110	228
Pastoreo de rastrojo de sorgo + minerales	1,180		
Pastoreo de rastrojo de sorgo + bloques	1,330	260	13
Pastoreo de <i>Pennisetum purpureum</i> + 0,9 kg concentrado	0,350		
Pastoreo de <i>Pennisetum purpureum</i> + 0,9 kg concentrado + bloques	0,510	210	45

Fuente: adaptado de Fariñas et al. (2009)

En todos los casos, la provisión de BM resultó en incrementos en la ganancia de peso, pero estos fueron bastante variados, desde 13% hasta 228% respecto al control, lo que se atribuye a características propias de los ensayos asociadas principalmente al forraje base. Un aspecto que se resalta de los trabajos del cuadro No. 7, es que el consumo para animales en crecimiento (novillos de 180-250kg PV) es de aproximadamente 250 g/animal/día, la mitad de lo que se reporta para vacas adultas (400 kg PV).

En cuanto a referencias nacionales, Simeone et al. (1999) afirman que la suplementación con bloques proteicos redujo la pérdida invernal de condición corporal de vacas Hereford multíparas gestando, independiente del estado corporal a inicio del invierno. Si bien todas las vacas (suplementadas y no suplementadas) perdieron condición, las suplementadas perdieron en menor medida debido a la mejor utilización del forraje que pudieron realizar, cuando el consumo de proteína fue aumentado. Los autores enfatizan en que el trabajo fue realizado sobre un campo natural diferido de verano-otoño, con alta disponibilidad y baja calidad (3122 kg MS/ha. disponibilidad inicial con niveles PC promedio 6,8%; FDN 75,9%; FDA 44,6%). Los consumos de bloque promedio fueron de 329 g/a/d.

En otro trabajo Beretta et al. (2000), evaluaron la suplementación invernal de bloques energéticos (1,91 Mcal/kg de EM; 15% PC) sobre la evolución de PV de terneras de destete precoz pastoreando pasturas mejoradas con baja asignación de forraje (al 2% del PV). Las terneras testigo perdieron peso a razón

de 0,174 kg/a/d, mientras que las suplementadas con bloque tuvieron menores pérdidas invernales de (-0,101 kg/a/d). Los autores reportan un consumo promedio de bloque de 0,196 kg/animal/día, el cual estuvo muy por debajo de los sugeridos por el fabricante para esa categoría (1,4 a 1,8 kg/a/d).

Magri (2013) evaluó los bloques proteicos de Cibeles (28% proteína) con el objetivo de lograr mantener la condición corporal de vientres preñados durante el invierno y medir el impacto de esto en el siguiente entore. Se llevó a cabo la suplementación desde el 29/6 al 15/9 con vacas y vaquillonas Hereford preñadas con condición corporal entre 3,75 y 4,5. Los animales pastoreaban 47 hectáreas de campo natural con una disponibilidad alta (>3000 kg MS/ha y altura de 20 cm) pero este tapiz se había secado con las heladas. En los resultados se señala que el consumo diario de bloque proteico fue en promedio de 0,31 kg/día, lo que significó un consumo total por animal en el periodo de suplementación de 24 kg. En el diagnóstico de preñez a través de ecografía, el resultado fue de 86%.

2.6 GRANOS DE DESTILERÍA

En el proceso de producción de bioetanol como carburante se generan, residuos o subproductos agro-industriales que pueden ser usados en la alimentación animal (Bruni et al., 2014); los dos subproductos básicos son: la fracción compuesta por grano no fermentado –granos de destilería-(GD) y la fracción líquida que contiene levaduras, partículas finas de grano y nutrientes en solución denominada “solubles” (Arroquy et al., 2014). En Uruguay el principal productor de estos es ALUR, en su planta de Paysandú la cual presenta una capacidad instalada para generar 70 millones de litros por año de etanol (a partir de 200.000 toneladas de grano aproximadamente) y 60.000 toneladas de subproducto (Methol, 2015).

Si bien la materia prima factible de utilizar en este proceso de producción son los granos de cereales (maíz, sorgo, trigo y cebada), ALUR utiliza principalmente sorgo por su rusticidad, que le confiere relativamente baja variabilidad de rendimientos entre años y por su bajo costo relativo frente a otras opciones de cultivo (Methol, 2015).

Existen dos tecnologías de procesamiento del grano: molienda húmeda y molienda seca. Ésta última, la más utilizada para la producción de etanol por demandar menos inversión inicial de capital (Belyea et al. 2004, Li et al. 2012). Según Arroquy et al. (2014), los subproductos de la molienda seca varían en denominación y calidad de acuerdo al proceso específico empleado y la materia prima utilizada; a continuación se detallan los mismos:

-Granos destilados húmedos (GDH, o WDG-Wet Distillers Grains): producto con elevado contenido de agua compuesto por partículas de grano destilado no fermentado.

-Granos destilados secos (GDS, o DDG-Dry Distillers Grains): están constituidos por el mismo residuo de los GDH sometido a un proceso de secado. El contenido de materia seca se encuentra en el rango de 85-90%.

-Solubles de destilería condensados (SDC, o CDS-Condensed Distillers Solubles): constituido por la fracción líquida de la fermentación condensada, formando un jarabe de 25-45% de MS.

-Granos destilados húmedos con solubles (GDHS, WDGS-Wet Distillers Grains plus Solubles): están compuestos por los GDH con el agregado de los solubles condensados, presentando 31-36% de MS. También se los denomina "Burlanda húmeda con solubles".

-Granos destilados secos con solubles (GDSS, DDGS-Dry Distillers Grains plus Solubles): Están constituidos por la mezcla de los GDS con los solubles condensados, y presenta entre el 85-90% de MS. También se los denomina "Burlanda seca con solubles".

Para el caso de la presente revisión, se hace énfasis en los granos de destilería o burlanda seca con solubles (DDGS), a partir de sorgo, por ser la forma de presentación actualmente disponible en el mercado nacional. No obstante, algunos de los datos presentados son de DDGS de maíz ya que es el más utilizado a nivel mundial y por ende existe mayor cantidad de información disponible.

Las principales diferencias entre los GD húmedos y secos es que los primeros no duran frescos y palatables por periodos prolongados de tiempo si se los almacena al aire libre; 5-7 días en verano y 12-14 días en invierno (Di Lorenzo, 2013). A su vez aumenta los costos de transporte y manipulación. Por el contrario, si se secan a 90% de MS pueden ser almacenados por mucho más tiempo y permiten un mejor mezclado con los demás componentes de la dieta; aunque se debe considerar que el secado puede producir alteraciones de la calidad nutricional del subproducto.

2.6.1 Composición química, aporte nutricional y fuentes de variación de los granos de destilería

La información internacional es abundante y consistente en definir en general a los GD húmedos o secos como subproductos que presentan altos contenidos de proteína cruda (25-35%) y altos valores de energía metabolizable para rumiantes (2,9 Mcal/kg), así como es coincidente en caracterizar a estos subproductos con alta variabilidad en su composición química,

fundamentalmente asociada al proceso industrial propio de cada planta productora de etanol (FEDNA, citado por Bruni et al., 2014).

En el cuadro No. 8 se presentan las características químicas y nutricionales de los distintos GD obtenidos a partir de grano de maíz, y en el cuadro No. 9 se presenta la comparación a nivel de composición nutricional de DDG de sorgo y maíz y sus respectivos granos de origen, en base a datos de investigación americana.

Cuadro No. 8. Características químicas y nutricionales de los GD de maíz.

Nutriente	CDS	WDG	DDG	DDGS
MS (% Base fresca)	30-50	25-35	88-90	88-90
PC (%)	20-30	30-35	25-35	25-32
PDR (% de PC)	50	45-53	40-50	43-53
Grasas (%)	9-15	8-12	8-10	8-10
FDN (%)	10-23	30-50	40-44	39-45
ENm (Mcal/kg)	2,21-2,54	1,98-2,43	1,96-2,21	2,16-2,21
ENg (Mcal/kg)	1,76-2,05	1,54-1,76	1,54-1,8	1,5-1,54
Ca (%)	0,03-0,17	0,02-0,03	0,11-0,20	0,17-0,26
P (%)	1,3-1,45	0,5-0,8	0,41-0,8	0,78-1,08

MS= materia seca; PC= proteína cruda; PDR= proteína degradable en rumen; FDN= fibra detergente neutra; ENm= energía neta mantenimiento; ENg= energía neta ganancia de peso; Ca= calcio; P= fósforo.

Fuente: adaptado de Tjardes y Wright (2002).

Cuadro No. 9. Composición nutricional de DDG de maíz y sorgo y sus respectivos granos de origen (media \pm desvío estándar, error estándar).

Nutriente (%MS)	DDG maíz	DDG sorgo	Grano maíz	Grano sorgo
MS	90,3*	90,6*	86,2*	87,0*
PB	31,2 \pm 1,1	34,1 \pm 5,3	9,1 \pm 0,3	10,9 \pm 0,7
Grasa	11,9 \pm 2,1	11,3 \pm 2,1	4,5 \pm 0,6	3,3 \pm 0,3
FDN	40,1 \pm 26,1	38,3 \pm 10,7	9,9 \pm 1,3	13,8 \pm 6,2
FDA	18,9 \pm 7,5	22,7 \pm 7,9	3,5 \pm 0,4	5,2 \pm 0,9
Almidón	5,0 \pm 3,5	8,8 \pm 2,0	73,8 \pm 1,0	67,7 \pm 9,9
Ceniza	4,9 \pm 3,8	2,3 \pm 0,5	1,5 \pm 0,08	1,8 \pm 0,26
Ca	0,1 \pm 3,5	0,1	0,04 \pm 0,01	0,04 \pm 0,02
P	0,78 \pm 0,06	0,78 \pm 0,31	0,24 \pm 0,13	0,34 \pm 0,01
ENm (Mcal/kg)	2,38	2,49	2,13 \pm 0,05	1,98 \pm 0,04
ENg (Mcal/kg)	1,69 \pm 0,01	1,73	1,45 \pm 0,04	1,31 \pm 0,01

*Datos extraídos de FEDNA (2018).

Fuente: elaborado en base a Díaz Royón y García (2013), FEDNA (2018).

La valoración nutricional de cualquier alimento se basa en dos factores principales, la composición nutricional y su variabilidad (Klopfenstein et al., 2008). Estas variaciones se ven reflejadas en los cuadros No. 8 y No. 9 y dependen de varios factores entre los que se destacan: el tipo de grano y su calidad; el proceso tecnológico de la planta productora de etanol (tipo de molienda, temperatura, grado de extracción del almidón, aditivos utilizados y extensión del proceso fermentativo, condiciones de secado, extracción o no de aceite); la cantidad de solubles generados en la fermentación que son incorporados al subproducto; condiciones de conservación, almacenaje y logística de los subproductos (Belyea et al., 2004).

Un aspecto relevante es que, en el proceso de obtención de bioetanol, se transforma todo el almidón (65% del grano) en etanol, pero los nutrientes remanentes que no se consumen en la producción, se concentran por 2 o 3 veces más en relación a la concentración del mismo grano. Esto explica porque la burlanda contiene altos valores de proteína, fibra, grasa, etc. (Klopfenstein et al. 2008, Giménez 2016).

Sobre composición de los granos de cereales, el cuadro No. 9 muestra que el maíz es el grano de composición más uniforme en su contenido en almidón y proteína. Por el contrario, el sorgo es el más variable en el contenido de almidón y produce una mayor cantidad de residuos de fermentación (algo no deseable ya

que disminuye el rendimiento en la producción de etanol). Además, la variación encontrada en los granos originales se amplifica en los co-productos obtenidos a partir de ellos; la escasa variabilidad encontrada en la concentración de proteína en granos de sorgo aumenta considerablemente al comparar el contenido en proteína del DDG procedentes de este (desvío estándar 5,3 respecto a 1,1 del maíz, Díaz Royón y García, 2013).

Respecto a otra fuente de variación en los GD, Corrigan et al. (2007) señalan que a medida que aumenta el nivel de incorporación de solubles condensados en el subproducto de la molienda seca disminuye la concentración de fibra en detergente neutro (FDN) y proteína bruta (PB), mientras que aumenta el contenido de extracto etéreo (EE) y energía.

2.6.1.1 Granos de destilería como fuente de energía

Los GD se consideran un suplemento energético-proteico y las fuentes de energía son los carbohidratos (CHOS) y los lípidos.

Con respecto a los CHOS, en la molienda seca el 97-99% de los carbohidratos no estructurales (azúcares y almidón) son consumidos durante la fermentación de los granos, mientras que los carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa, lignina) incrementan su contenido significativamente en comparación con el material original (Schingoethe, 2007). En este sentido Bruni et al. (2014) citan valores de FDN, FDA, lignina y taninos para grano de sorgo de 12,98; 4,24; 1,37; 0,27% y para burlanda de sorgo húmeda de 70,17; 28,29; 10,90; 1,47% respectivamente. Kaiser, citado por Arroquy et al. (2014) sugiere que el proceso de fermentación para la producción de etanol mejora la digestibilidad de la fibra.

Tal es así que Hoffman y Combs (2007) presentan un valor de digestibilidad (expresado como % de FDN luego de 30 horas) de 76,2%. Cao et al. (2009) señalan que para los DDG de maíz, la digestibilidad es del orden de 43,4% y cuando se agregan más solubles condensados (CDS) este valor se incrementa.

Por su parte Bruni et al. (2014) en un experimento donde evaluaron tres tandas de grano de sorgo (GS) y sus respectivas partidas de burlanda de sorgo húmeda sin solubles (BSH) proporcionadas por ALUR, obtuvieron los resultados que se presentan en la figura No. 3.

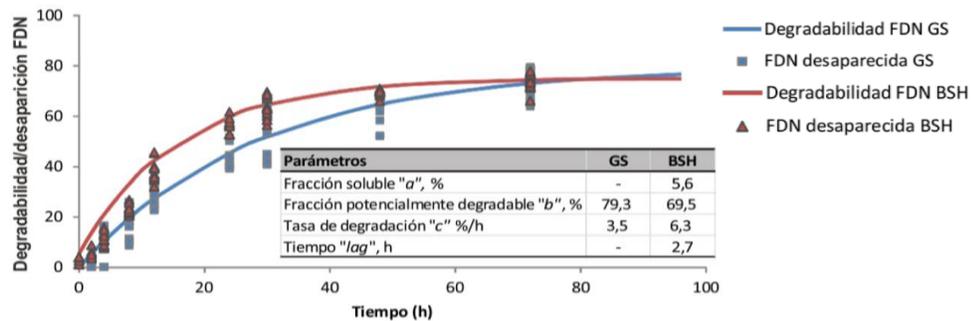


Figura No. 3. Cinética de degradación de la fibra de grano de sorgo (GS) y de la burlanda de sorgo húmeda sin solubles (BSH).

Fuente: tomado de Bruni et al. (2014).

Estos autores resumen que la FDN del GS no presentó fracción soluble ("a") mientras que la BSH presentó una pequeña proporción. Comparando GS con BSH, presentó similar fracción degradable ("a"+"b") y menor tasa de degradación. La FDN de la BSH tiene un muy buen potencial de utilización a nivel ruminal, a pesar de haberse incrementado las fracciones más refractarias que la componen (lignina, taninos y FDA). Esto lo atribuyen a que en el proceso de obtención de etanol se utilizan ácidos y enzimas, que seguramente hayan solubilizado y/o modificado la estructura de la pared celular dejándola con mayor facilidad de ataque por la población microbiana que habita en el rumen.

En consecuencia del bajo contenido de almidón que poseen los GD podría reducirse el riesgo de acidosis ruminal, sin que se pierda valor nutricional en los mismos debido a la presencia de fibra con alta digestibilidad (Klopfenstein, 2001).

Sin embargo esta fibra está compuesta por un tamaño de partícula pequeño por lo que se considera que contribuyen en menos de un 15% a la fibra físicamente efectiva de la dieta (Schroeder, 2010). Por lo tanto para suministrar DDGS es necesario verificar el tamaño de partícula de la dieta y así asegurarse de la presencia de suficiente fibra efectiva que mantenga la funcionalidad y la salud del rumen (Hippen y García, 2009).

En cuanto al aporte de energía en sí, en los subproductos de molienda húmeda el contenido energía es similar o inferior al de los granos (NRC, 1996), mientras que los GD con o sin solubles de molienda seca tienen un contenido de energía generalmente superior al de los granos (Arroquy et al., 2014).

Resultados experimentales han demostrado que pueden incluirse reemplazando granos en raciones de terminación, y actuando como fuente primaria de energía (Arroquy et al., 2014). Ham et al. (1994) en un experimento de terminación observaron que los GD con solubles proveían 21% más de energía neta (ENg) que el maíz partido.

Otro experimento ejecutado por Lodge et al. (1997), en el cual se comparaba el grano de maíz como dieta base (control) con la inclusión del 40% de la MS de WDG o WDGS o DDGS todos procedentes de sorgo en novillos de aproximadamente 327 kg de PV; los resultados reportados señalan que WDG, WDGS, DDGS contenían 96, 102, y 80% de ENg con respecto al grano de maíz, respectivamente.

El elevado contenido de lípidos en los GD aumenta la concentración de energía de estos productos, tal es así que Hippen y García (2009) afirman que estos subproductos de la industria contienen en general un 10-15% más de energía que el grano de maíz y que esto depende en gran medida de la cantidad de lípidos presentes en los DDGS, ya que ellos son la fuente primaria de energía.

Díaz Royón y García (2012) atribuyen la variación en la cantidad de grasa a la cantidad de solubles condensados añadidos a los DDGS (en 4819 muestras de GD de maíz los rangos de valores fueron desde un 9,4 a un 15,7% de la MS y un CV superior al 25%). Ganesan et al. (2008) investigaron en este sentido obteniendo un aumento en el % de grasa de los DDGS de un 8,8% hasta un 11,8% de la MS, al incrementar la adición de solubles desde un 10 hasta un 25%.

Sin embargo, estas altas cantidades de lípidos debe considerarse ya que en rumiantes los niveles elevados de este nutriente afectan negativamente el consumo voluntario y la digestibilidad de la fibra. Esta característica restringe el nivel de inclusión dietario de estos subproductos en dietas de rumiantes (Hess et al., 2008). Estos mismos autores citados por Arduín et al. (2018) sugieren que no es probable que se encuentren efectos negativos en la performance animal de rumiantes que consumen dieta basada en forraje y grasas como suplementos cuando éstas se incluyen al 2% de la MS, sin embargo se recomienda la inclusión de grasa como máximo en un 3% de la MS de la dieta para obtener mayor beneficio de la energía contenida en la grasa y otros componentes de la dieta cuando la misma se basa en forrajes, mientras que cuando las dietas son a base de concentrados un 6% de inclusión es probable que tenga un impacto mínimo en los otros componentes de la dieta.

2.6.1.2 Granos de destilería como fuente de proteína

El incremento en la proporción de PC transforma a este subproducto en un potencial suplemento proteico (Bruni et al., 2014). El contenido de proteína en los DDGS de maíz es generalmente más del 30% de la MS; también son una buena fuente de proteína no degradable en rumen (PNDR) o proteína by-pass para el ganado USGC (2012).

El contenido de proteína depende de varios factores, tipo de molienda (húmeda vs. seca), tipo de grano, subproducto y método de procesamiento (Arroquy et al., 2014). En este sentido Schroeder (2010) dice que valores

reportados estiman en promedio un 55% de la PB como by-pass con un rango que va de 47 a 63%.

A su vez este autor expresa que normalmente se asume un menor % de PNDR para los GD húmedos que para los secos, pero Arroquy et al. (2014) dicen que bibliografía muestra un amplio rango de variación en el contenido de PDR/PNDR.

Los rumiantes requieren en primer término PDR para optimizar los procesos digestivos ruminales; una vez cubiertas estas necesidades y con el fin de incrementar la producción y mejorar la eficiencia es necesario aumentar el nivel y la proporción de PNDR (Klopfenstein 1996b, NRC 1996).

Arroquy et al. (2014) fundamentan el incremento de PNDR en relación a PDR en dos factores principales que alteran la degradabilidad de la proteína durante la manufactura de subproductos. En GD húmedos y secos las fracciones proteicas más digestibles se consumen durante la fermentación para producción de etanol, (lo que resulta en un nivel de PNDR proporcionalmente más alto que el que se encuentra en el grano original); además a los GD secos se le suma la formación de compuestos de Maillard durante el secado.

Este fenómeno químico repercute en la coloración del subproducto obtenido, y en la digestibilidad de la PB y FDN (Robinson et al., 2008). Un indicador indirecto y subjetivo de calidad que permite evaluar el daño por calor durante el secado de la burlanda es el color. El color amarillo dorado está asociado a más alta digestibilidad y palatabilidad, mientras que un color marrón indicaría una menor digestibilidad y mayor contenido de NIDA (Nitrógeno Insoluble en Detergente Ácido, Donkin et al., citados por Arroquy et al., 2014). Relacionado a esto Díaz Royón y García (2013) afirman que el color más oscuro de los DDG de sorgo, que generalmente es atribuido erróneamente a un exceso de temperatura durante el secado, pero no es tan así y se debe a la coloración del grano utilizado como sustrato.

En el cuadro No. 10 se presenta la degradación ruminal de la proteína del DDG de maíz según la inclusión de CDS.

Cuadro No. 10. Variables de degradación de la PC de DDG de maíz, según nivel de inclusión de condensados solubles.

Nivel de inclusión de CDS	A	B	C	kd (%/h)	PDR	Digestibilidad total* (% de PC)
0	4,3	88,6	7,2	3,09	33,9	77,9
13	11,1	88,9	0	2,50	37,2	76,2
27	12,8	87,2	0	2,61	39,1	78,7
40	15,8	83,5	0,6	2,76	41,9	78,2

Fuente: adaptado de Cao et al. (2009).

Como se observa, el valor de PC soluble aumenta a medida que se incorporan más CDS mientras tanto el parámetro B disminuye con el agregado de solubles. El valor de C disminuye considerablemente y se aproxima a cero cuando se agregan CDS; esto indica que la mayor parte de la PC se degrada en las primeras 48 horas de incubación en el rumen. En cuanto al % de PC que desaparece por hora (primeras 48 horas de incubación ruminal), este fue similar en todos los tratamientos y vario de 2,50 a 4,23; esto concuerda con reportes de Brouk, citado por Cao et al. (2009) donde el promedio de kd de PC de diferentes fuentes de DDG vario entre 1,25 y 3,36%/h en las primeras 12 horas de incubación ruminal.

En esta información también se señala que la cantidad de PDR (% de PC) fue menor para GD seco comparado con húmedos (38,0 vs. 53,1% respectivamente); estos autores concuerdan con las razones antes mencionadas (con el calor del secado se promueve la reacción de Maillard y la proteína reduce su degradabilidad). Así mismo el total de proteína digestible fue mayor para GD húmedos (85,5%) con respecto a los secos (77,7%). El nivel de inclusión de CDS no afecto este valor, por lo que el factor de principal influencia de este parámetro según estos autores fue el procesamiento del grano.

Otro componente importante de la proteína bruta son los aminoácidos (AA) principalmente los esenciales. Algo similar a lo que sucede con otros nutrientes, la concentración de AA en los GD se incrementa con respecto al grano original pero su biodisponibilidad puede verse alterada con el proceso de secado. Los GD de sorgo tienen menor contenido de lisina y arginina, similar de metionina y superior de triptofano que los GD de maíz (Stein y Shurson, 2009). Stein et al. (2006) observaron que la digestibilidad de la lisina era la más variable debido a que este aminoácido es el más sensible al daño por calor y que el resto de los AA tienen un 10% menos de digestibilidad comparado con el grano original.

2.6.1.3 Contenido de minerales y compuestos anti-nutricionales

El contenido de cenizas oscila entre 4,8 y 9% (Blasi et al. 2001, Spiehs et al. 2002) para subproductos de la molienda húmeda y seca respectivamente.

Los GD tienen elevado contenido de fósforo (triplicando los valores del grano de origen), que usualmente indican que se le agregó una proporción alta de solubles. Para GD de molienda seca el contenido de P oscila entre 0,89 y 1,02% (NRC 2001, Spiehs et al. 2002) mientras que los provenientes de molienda húmeda presentan contenidos ligeramente inferiores (0,16 a 1%). A su vez el proceso de fermentación de los granos no solo aumenta la concentración sino también la disponibilidad del P (Crowell et al., 1972).

El contenido de calcio en el grano es generalmente bajo (0,01%) y en los GD aumenta entre 50 y 100% su concentración (Stein, 2011). Sin embargo esta cantidad sigue siendo baja para los requerimientos de determinadas categorías

vacunas, y es así que en ciertos casos se recomienda añadir Ca suplementario para mantener una relación Ca/P adecuada evitando desordenes metabólicos y/o riesgos de contaminación con los mismos.

Durante el proceso de producción de etanol se utilizan diferentes compuestos que pueden modificar la composición mineral del subproducto, por ejemplo ácido sulfúrico para controlar el pH de la fermentación e hidróxido de sodio para limpieza de los equipos (Liu et al., 2000). Datos presentados por Hippen y García (2009) reportan valores de Azufre (S) para plantas de Estados Unidos que varían entre 0,44 a 0,83% es decir que en los GD el contenido de este mineral puede llegar a duplicar o quintuplicar a los requerimientos de bovinos para carne. Según NRC (1996) el exceso de S (>0,4% S de la MS) en dietas de rumiantes puede generar problemas neurológicos como la poliencefalomalacia.

En Uruguay, en la planta de ALUR el procedimiento para la extracción de etanol es otro, por lo que los niveles de S en el suplemento son menores al 0,05% y no es una restricción para su uso con animales.

Otro aspecto importante de resaltar son los compuestos anti-nutricionales y dentro de ellos las micotoxinas (metabolitos secundarios de hongos que afectan negativamente la salud, crecimiento y reproducción de animales).

En los GD las micotoxinas están presentes principalmente debido al procesamiento de granos que ya vienen contaminados, y que durante el proceso de fermentación o secado no se metabolizan (Liu et al., 2000). La concentración de micotoxinas presentes en el grano se triplica en los GD (Arroquy et al., 2014). Este es un punto importante, ya que si el nivel de micotoxinas presentes en la burlanda es alta, el grado de consumo sería restringido y se debería mezclar con otros ingredientes en la dieta que diluyan su concentración (García et al., citados por Arroquy et al., 2014).

2.6.2 Suplementación con GD y su efecto sobre la performance animal

De acuerdo a la información presentadas hasta ahora y teniendo en cuenta los altos requerimientos de tienen los terneros de destete (principalmente en proteína), el DDGS podría ser una muy buena alternativa de suplementación en esta categoría.

La información nacional relacionada con el uso de GD como suplemento en ganado bovino para carne en pastoreo, es escasa. La mayor parte de la información disponible y también las recomendaciones de uso para este suplemento, son basadas en información generada en el extranjero. Si bien esta es de gran ayuda para la toma de decisiones, existe variabilidad en el proceso de producción entre plantas de distintos países, así como en la materia prima

utilizada, lo cual crea subproductos con cierto grado de variación asociado a las características locales de producción.

2.6.2.1 Suplementación con GD a animales que pastorean forrajes de mediana-baja calidad

Los forrajes de baja calidad, son todos aquellos en los cuales la digestibilidad de la MS, el contenido de PB y los azúcares y almidones se encuentran reducidos, con valores de 55%, 8% y 100 g/kg respectivamente, mientras que los niveles de fibra con un alto grado de lignificación se encuentran aumentados (Marinissen y Oriente, 2015). Este tipo de forrajes ha sido reportado por Bartaburu (2010) en años puntuales, en campos de basalto durante el invierno (2-4 toneladas/ha de disponibilidad, 20 cm altura, PC en torno a 6-7%, altas cantidades de fibra -FDN 75-85% y FDA 45-55%- de poca y lenta digestión). Rastrojos y forrajes diferidos al invierno donde la limitante nutricional principal radica en la proteína y particularmente la PDR (Arroquy et al., 2014). Como consecuencia se reduce el consumo de MS debido a una baja tasa de digestión y pasaje de la fibra por el tracto digestivo. Debido a esto la cantidad de energía disponible es muy limitada, teniendo como resultado a nivel ruminal una producción de masa microbiana muy baja; por ende la principal fuente de aporte proteico para el animal se encuentra comprometida. Con este escenario, el proceso fermentativo en el rumen se ve limitado y con esto la producción de ácidos grasos (principal fuente de energía para el animal, De León et al., 2004).

Esto resulta en que los requerimientos de animales jóvenes no sean cubiertos. A través de la suplementación de pasturas de baja calidad es posible incrementar la repuesta animal. Según De León et al. (2004) los mayores incrementos en los aumentos de peso se logran con suplementos energéticos-proteicos, y particularmente con aquellos cuyas proteínas sean de baja a mediana degradabilidad ruminal. Este tipo de suplemento estimula la fermentación ruminal y genera aumentos en el consumo de forraje; además de proveer proteína, energía adicional, minerales constituye en un aporte de aminoácidos esenciales a nivel intestinal de gran importancia en animales jóvenes de altos requerimientos proteicos.

Loy et al. (2008) realizaron un ensayo con vaquillonas (265 kg PV) consumiendo heno de gramíneas nativas ad libitum (con 8,7% PC y 52% digestibilidad) sometidas a dos tratamientos: DDGS de maíz o grano de maíz partido más 4,7% de urea (DRC) ofrecidos a dos niveles bajo y alto (0,21% y 0,81% del PV respectivamente). En el cuadro No. 11 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro No. 11. Consumo, ganancia de peso vivo y eficiencia alimenticia (EC) en vaquillonas suplementadas con grano de maíz partido (DRC) o DDGS de maíz.

	Bajo		Alto	
	Grano maíz partido + urea	DDGS de maíz	Grano maíz partido + urea	DDGS de maíz
Consumo forraje (% PV)	1,93	1,76	1,55	1,46
Consumo total (% PV)	2,03	2,05	2,43	2,35
Ganancia de PV (g/d/a)	360	490	710	890
EC (kg alimento/ganancia de peso)	16,1	12	10	7,8

Fuente: elaborado con base en Loy et al. (2008), Arroquy et al. (2014)

Como se ve en el cuadro No. 11, la ganancia media de PV y la eficiencia de conversión fueron mejores en el tratamiento suplementado con DDGS que con DRC, con diferencias estadísticas. A su vez los autores reportan un efecto de sustitución observado en el consumo de MS de heno (CMS), el cual es menor en el nivel de suplementación alto con respecto al bajo. En este ensayo también se evaluó la frecuencia de suministro del suplemento; en este sentido los mismos autores señalan que a medida que se disminuye la frecuencia, es decir que se pasa de suplementar diariamente a tres veces en la semana, tanto el CMS de heno como el total y la GMD disminuyeron, este último parámetro en un 10% (620 vs. 560 g/a/d). La EC no mostro diferencias.

Por su parte Jenkins et al. (2009) suplementaron con DDG (31,6% PB; 32,8% FDN y 11% grasas) a novillitos de 225 kg PV tres veces en la semana durante 56 días, los cuales se encontraban consumiendo una pastura natural de baja calidad (8,8% PB; 67,4% FDN y digestibilidad in vivo MS: 48,9%), con cuatro niveles de suplementación. Los autores observaron un incremento lineal en la GMD; los valores fueron 266; 484; 643; 784 g/animal/día para 0; 0,25; 0,50 y 0,75% del PV respectivamente. En tanto la eficacia del suplemento fue de 0,427; 0,369 y 0,338 kg GMD/ kg MS de DDG.

En un estudio con la misma categoría de animales y peso similar (220 kg PV) los cuales tenían acceso libre a heno de festuca de baja calidad y con suplementación con DDGS, Gadberry et al. (2010) concluyeron que, en un periodo de suplementación de 82 días, la GMD tuvo una respuesta cubica. La misma incrementó en 400, 140 y 230 g/animal para los niveles crecientes de suplementación (0,3; 0,6; 1.2% PV) con respecto a el control (0% de suplemento y GMD=50g). Mientras que la conversión del suplemento en este experimento presento una respuesta cuadrática, con valores de 670, 440 y 320 g de ganancia/kg MS de suplemento.

Para el caso de rastrojos y/o residuos de cosecha en donde se busca mejorar la utilización de los mismos Gustad et al. (2006) ejecutaron un ensayo similar con novillos pesados (512 kg PV) consumiendo rastrojo de maíz y suplementados con DDGS (12,4% grasas y 30,1% PC) en varios niveles 0,29; 0,49; 0,69; 0,88; 1,08; 1,27 % de PV. La GMD reporta un incremento cuadrático en un rango que fue desde 0,41 a 0,82 kg/animal/día.

Estos autores, además observaron una disminución lineal en el consumo de rastrojo de maíz por la suplementación con GD. Un dato importante de este ensayo es que en los niveles de suplementación de 1,08 y 1,27% de PV los novillos no consumieron la totalidad del suplemento ofrecido. Es por esto que los autores sugieren un límite práctico de 1,1% del PV de DDGS, en donde por encima de este valor no aumentarían significativamente la ganancia de peso.

A modo de síntesis, en general la suplementación con GD disminuye el consumo de forraje y aumenta la ganancia de peso. La eficiencia de uso de los DDGS como suplemento (expresada en g de aumento de peso/kg de suplemento suministrado) es inversamente proporcional al nivel de inclusión. Adicionalmente MacDonald et al. (2007), Hess et al. (2008) afirman que con niveles superiores al 1% de PV de GD el contenido de lípidos en la dieta puede comenzar a limitar la productividad animal y reducir la eficiencia del suplemento mediante un efecto depresor en la digestibilidad de la fibra y el consumo de forraje que no compensaría el incremento del consumo de energía a través de la grasa ingerida. En este sentido Doreau y Chilliard (1997) han indicado que un contenido de lípidos superior al 6% en la dieta disminuye significativamente el consumo.

2.6.2.2 Suplementación con GD a animales que pastorean forrajes de alta calidad

Cuando se habla de forrajes de calidad se refiere a una pastura que tiene aproximadamente 70% de digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS), menos de 50% de FDN y más de 15% de PB (Di Marco, 2011). Este tipo de forraje puede llegar a ser un CN, CNm, praderas o verdes.

En los forrajes de alta calidad el proceso fermentativo es muy diferente al que ocurre con los forrajes de baja calidad. El forraje a menudo es bajo en energía disponible en relación con la proteína (Pordomingo et al., 1991) por lo que la suplementación con energía parece dar como resultado respuestas favorables en la ganancia de PV cuando se consume forraje de esta calidad (Brake et al., 1989). En estos forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo (Elizalde, 2003b).

Ganado consumiendo forrajes en activo crecimiento (forrajes de alta calidad) responderá a la ingesta de PNDR, ya que la proteína del forraje es altamente degradable a nivel ruminal, causando deficiencias de proteína metabolizable (Klopfenstein 1996b, Creighton et al. 2003). Es por eso que

MacDonald et al. (2007) creen que los GD que poseen buenos niveles de este componente proteico, además de un contenido de grasa importante (fuente de energía), que podrían llegar a ser responsables de ganancias de peso vivo.

A continuación se presentará información de algunos experimentos internacionales donde suplementan con GD de maíz sobre distintos tipos de forrajes de calidad durante invierno y uno a nivel nacional de terneros de destete precoz sobre pradera y suplementados con DDGS de sorgo en verano.

MacDonald et al. (2007) llevaron a cabo un ensayo sobre una pastura de Bromus (DIVMS entorno al 65,6%) con vaquillonas (368 kg de peso vivo) suplementadas a tres niveles con DDG con la siguiente composición: EE 9,67%; PC 31%; PNDR 15,8% de la MS. Los autores concluyen que la suplementación de forrajes con DDG aumenta la GMD y reduce el consumo de forraje. Un efecto asociativo de proporcionar una combinación de proteína (PNDR) y energía proveniente de grasa podría ser responsable de la ganancia adicional observada a partir de la suplementación con DDG. A su vez de acuerdo a las estimaciones de este trabajo sugieren que el DDG reemplazará al forraje a una tasa de aproximadamente el 50% de la cantidad suplementada en ganados que recibe hasta 7,5 g de DDG por kg de PV.

Morris et al. (2005) iniciaron su investigación teniendo en cuenta el siguiente concepto: “existe un efecto asociativo negativo entre el contenido de almidón y la digestibilidad del forraje; esto se debe a la competencia entre los microorganismos amilolíticos y celulolíticos”. Sabiendo que los GD poseen mínimas cantidades de almidón, los autores se plantearon como objetivo ver el efecto que tiene el incremento en los niveles de suplementación con DDGS en el consumo de forraje y predecir el mismo. El ensayo consto en suplementar vaquillonas (286 kg PV) con DDGS (0; 1,5; 3; 4,5; 6 lbs MS/día) que pastoreaban dos campos de diferente calidad de forraje. Uno de alta calidad (“ALSS”=heno de alfalfa + sorgo silo, con 65% NDT) y el otro de baja calidad (“Brome”=heno de bromus, con 53% NDT).

La GMD fue significativamente diferente entre las dietas de forraje; para “ALSS” las ganancias van de 0,639-1,15 mientras que para “Brome” entre 0,190-0,816 kg/a/d para niveles de suplementación de 0 a 6 lbs de MS de DDGS, respectivamente. Para ambas dietas, este parámetro aumentó linealmente según se incrementaba el nivel de DDGS, aunque la tasa de aumento fue mayor para el forraje de baja calidad (0,120 kg/lb de DDGS) que para el de alta calidad (0,09 kg/lb de DDGS).

El consumo de forraje también mostro diferencias estadísticas, entre las fuentes de forraje. Por ejemplo para el tratamiento 0 lb de DDGS en “ALSS” el CMS fue de 5,71 kg MS/día en contraste con “Brome” que consumieron 4,3 kg MS/día. El CMS disminuyó linealmente a medida que aumentaba el nivel de

DDGS. En este caso, la tasa de disminución fue mayor en vaquillonas consumiendo "ALSS" que para "Brome" (0,240 vs. 0,150 kg de forraje/lb de DDGS).

Como conclusión estos autores señalan que: el DDGS parecen ser un suplemento viable en dietas basadas en forraje, generando una mayor performance animal y una disminución en el CMS. Estos resultados sugieren que la suplementación con DDGS no afecta adversamente la digestibilidad del forraje, aunque este no se midió directamente. La ingesta de forraje se puede predecir para dietas de alta o baja calidad suplementadas con DDGS hasta 6 lb de MS/día.

Martínez et al. (2013) revelan un aumento lineal similar en GMD al reportado por Morris et al. (2005) y también el consumo de suplemento tuvo ese tipo de respuesta conforme aumentaba el nivel de suplemento, en un ensayo realizado con novillitos de 206 kg PV suplementados con DDGS de maíz pastoreando una pastura nativa en Texas.

Los autores sugieren que la suplementación con DDGS mejora la performance de los novillos bajo estas condiciones alimenticias; las razones de esta mejora incluye: el aumento en la ingesta calórica y el consumo de fibra y grasa fácilmente digestible provenientes de los GD.

Otro aspecto que remarcan es que si el DDGS es ofrecido a niveles iguales o menores a 0,4% de PV no se afecta negativamente la ingesta de forraje.

Asociado a esto, en el trabajo de Islas y Soto-Navarro (2014) se refieren a que el DDGS se puede usar exitosamente como un suplemento para aumentar la ingesta de lípidos sin comprometer la ingesta de forraje o la digestibilidad del mismo, con niveles de suplementación que van hasta el 0,6% del PV.

En referencia al trabajo nacional de Arduín et al. (2018), el mismo se realizó en verano con terneros/as de destete precoz (DP) con un peso promedio al inicio del experimento de 81,2 kg, los cuales pastoreaban una pradera de festuca. Los 4 tratamientos se caracterizaban por niveles crecientes de inclusión de DDGS de sorgo en el suplemento en sustitución de ración P19, en niveles de 0, 33, 66 y 100% de DDGS en el suplemento.

Como resultados del ensayo se señala que dicha sustitución reduce linealmente la GMD de terneros/as de DP durante el verano suplementados al 1% del PV sobre praderas permanentes (los valores de GMD fueron 0,74; 0,76; 0,71; 0,63 para 0, 33, 66 y 100% de DDGS en el suplemento, respectivamente). Al aumentar la proporción de DDGS en el suplemento, por cada 10 unidades porcentuales de incremento, la GMD de peso registra una reducción de 15 g. Sin embargo no se observaron diferencias en el CMS del forraje, CMS del suplemento y por ende en el CMS total, ni tampoco en la EC global (en torno a 7 kg consumidos/kg PV ganados).

2.7 HIPÓTESIS

La suplementación invernal con un concentrado energético-proteico ofrecido en régimen de autoconsumo a terneras de destete manejadas sobre campo natural diferido sobre basalto, incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementar.

Sin embargo, la fuente de energía y proteína utilizada (granos de destilería vs. bloque multinutricionales) podría afectar la magnitud de la respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PERIODO Y ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento se llevó a cabo en el establecimiento comercial “Guarapirú”, el cual se ubica en el departamento de Paysandú, más precisamente en el km 113 de la ruta nacional No. 26, 14 km al sur por camino vecinal (31°57'49” de latitud Sur y 57°11'35” de longitud Oeste). El mismo tuvo una duración de 187 días comenzando el 9 de junio y culminando el 12 de diciembre del 2018.

El área experimental está situada en la región Basáltica, sobre la Formación Piedra Sola, en la Unidad Queguay Chico (QCh). Los grupos de suelos CONEAT allí existentes son: 1.11a y 12.21. En el primer grupo (1.11a) los suelos dominantes son Litosoles Éútricos Melánicos (Litosoles negros) con profundidad de 30 cm y fertilidad alta y/o Litosoles Subéútricos Melánicos, ródicos (Litosoles rojos) muy superficial con menos de 10 cm; como suelos asociados pueden existir tanto Brunosoles Éútricos Típicos moderadamente profundos o superficiales o Vertisoles Háplicos Moderadamente profundos. En el grupo 12.21 los dominantes son Vertisoles Háplicos (Gumosoles) y los asociados pueden ser tanto Brunosoles Éútricos Típicos como Litosoles Éútricos Melánicos.

En el cuadro No. 12 se presentan los resultados del análisis de suelo realizado para cada grupo de suelo CONEAT.

Cuadro No. 12. Resultados del análisis de suelo según grupo de suelo CONEAT.

Grupo de suelo CONEAT	pH (H ₂ O)	C. org. (%)	MO (%)	P Ac. cítrico (µg P/g)
1.11a	6,1	3,62	6,23	3,8
12.21	5,8	3,34	5,74	2,5

C. org= carbono orgánico; MO= materia orgánica; P Ac. cítrico= fósforo realizado por el método de ácido cítrico.

En base a datos de la Estación Meteorológica de Paysandú para la serie histórica 1961-1990, en la figura No. 4 se presentan los valores de temperatura media (T. Med.), media mínima (T. Med. Mín.) y media máxima (T. Med. Máx.).

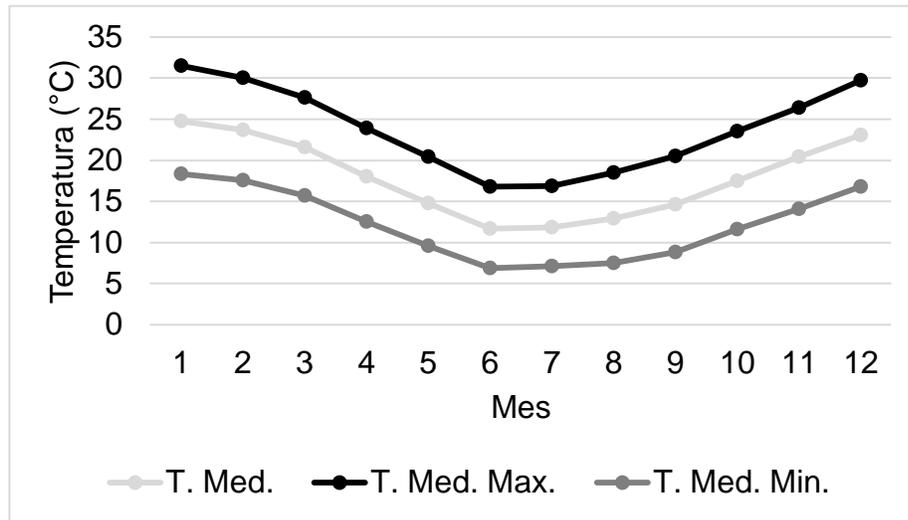


Figura No. 4. Temperaturas máximas, mínimas y promedio mensual para la serie histórica 1961-1990 en Paysandú.

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

Los datos de temperatura promedio anual de una serie histórica de 29 años para temperatura media, máxima y mínima son 17,9; 23,8; 12,2°C respectivamente.

El promedio histórico de precipitaciones para la zona es de 1218 mm anuales con la distribución mensual como se presenta en la figura No. 5.

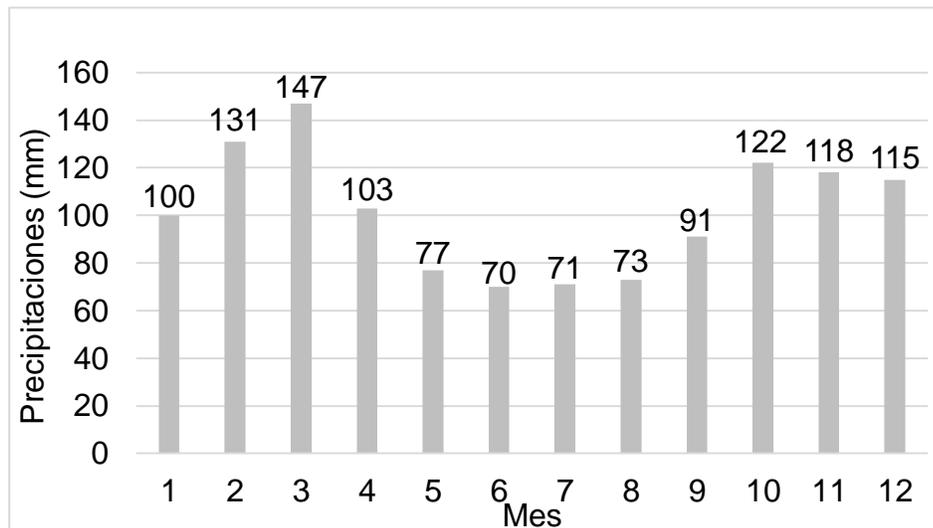


Figura No. 5. Precipitaciones promedio mensuales para la serie histórica 1961-1990 en Paysandú.

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

En el cuadro No. 13 se presentan los registros pluviométricos anuales tomados en el establecimiento para los años 2012-2018 (ver distribución anual en anexo No. 3).

Cuadro No. 13. Registros pluviométricos anuales del establecimiento para los años 2012-2018.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Precipitaciones anuales (mm)	1818	1375	2299	1505	1827	1681	1611

3.2 INFRAESTRUCTURA

Se utilizaron 40 hectáreas de campo natural sobre suelos de basalto (índice CONEAT 105) delimitados por alambrado de 7 hilos y dividida el área con eléctrico de un hilo en 6 parcelas similares de 6,6 hectáreas cada una.

Cada parcela contó con un bebedero de hormigón con una capacidad de 530 litros y en dos parcelas (2 y 5) tenían un comedero de autoconsumo de chapa con una capacidad de 290 kilos de suplemento y con un frente de ataque de 1 metro. En las parcelas 1 y 4 había dos bloques Cattle Hi Pro-(Crystalyx) en cada una.

3.3 PASTURA Y SUPLEMENTOS

La pastura fue cerrada los primeros días del mes de febrero de 2018 y el 2 de marzo se le paso rotativa para homogeneizar el tapiz de campo natural. Cabe destacar que el verano previo a ejecutar el ensayo fue muy seco, tal es así que desde el 1°. de noviembre al 11 de abril llovieron 318 mm, por lo que la disponibilidad de forraje era muy baja hasta ese momento. Luego, entre 12 de abril y el 31 de mayo llovieron 476 mm, por lo que el forraje acumulado al 25 de junio fue de 1940 ± 174 kg de MS por hectárea con un 36,5% de restos secos.

En el cuadro No. 14 se presenta un resumen de la composición botanal del potrero.

Cuadro No. 14. Clasificación de especies presentes en el potrero en dominantes, asociadas y malezas y su caracterización.

Especie	Hábito de vida	Ciclo de producción	Tipo productivo
Dominantes			
<i>Bothriochloa laguroides</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Cyperus sp.</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Coelorhachis selloana</i>	Perenne	Estival	Tierno
<i>Paspalum dilatatum</i>	Perenne	Estival	Fino
<i>Paspalum notatum</i>	Perenne	Estival	Tierno
<i>Piptochaetium montevidense</i>	Perenne	Invernal	Tierno-ordinario
<i>Stipa setigera</i>	Perenne	Invernal	Tierno-fino
Asociadas			
<i>Axonopus affinis</i>	Perenne	Estival	Tierno-ordinario
<i>Chloris grandiflora</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Paspalum plicatulum</i>	Perenne	Estival	Ordinario-tierno
<i>Poa lanigera</i>	Perenne	Invernal	Fino
<i>Schizachyrium spicatum</i>	Perenne	Estival	Ordinario
<i>Sporobolus indicus</i>	Perenne	Estival	Ordinario-duro
Malezas			
<i>Chaptalia piloselloidea</i>	Perenne	Invernal	Maleza enana
<i>Eryngium horridum</i>	Perenne	Indefinido	Maleza campo sucio
<i>Juncus sp.</i>	Perenne	Estival	Maleza menor
<i>Oxalis sp.</i>	Perenne	Invernal	Maleza enana

*Caracterización según Rosengurt (1979).

La pastura se caracterizó por el predominio de especies perennes y en su mayoría estivales aunque existió un 40 % de especies de aporte invernal. A su vez, según el tipo productivo predominante, se puede clasificar el potrero como tierno-ordinario, con presencia de especies finas y tiernas que contribuyen a una buena calidad y productividad de la pastura.

Se utilizaron dos tipos de suplementos energético-proteicos, bloques Cattle Hi Pro (Crystalyx) y granos secos de destilería con solubles de sorgo (DDGS) provenientes de la planta de ALUR en Paysandú. En el cuadro No. 15 se presenta la composición química de ambos suplementos.

Cuadro No. 15. Composición química de los bloques Cattle Hi Pro y DDGS de sorgo (base seca).

	MS (%)	FDA (%)	FDN (%)	PC (%)	Ceniza (%)	Aceites y Grasas (%)	ADIN-PC (% PC)
Bloque	87,0	< 1	4,0	35,5	34,7	0,2	< 0,2
DDGS	87,5	7	23,0	30,3	16,0	9,3	1,2

El DDGS se compró a granel y se embolsó en bolsas de 40 kg. La forma de presentación de los bloques fue en recipientes plásticos de 22,5 kilos cada uno de contenido neto (más 0,5 kilos de peso del recipiente). El área de ataque es de 37 x 27 cm por bloque que según su etiqueta tiene intención de soportar como máximo 20 animales, pero para que no se den situaciones de competencia se recomienda siempre poner de a dos envases por lote. Estos se colocaron en un lugar cercano al bebedero para que los animales lo ubicaran dentro de la parcela y se acostumbraran más fácilmente.

3.4 ANIMALES Y TRATAMIENTOS

Se utilizaron 60 terneras cruza Hereford x Aberdeen Angus, provenientes del rodeo del establecimiento, nacidas en la primavera de 2017 (setiembre-octubre) y con un peso vivo al inicio del ensayo de $163,4 \pm 4,9$ kg.

Los animales se destetaron el 5 de marzo de 2018 y siempre se manejaron sobre campo natural hasta la fecha de inicio del experimento. El 30 de mayo las terneras fueron sorteadas a cada tratamiento y para facilitar el manejo y observación, se identificó cada lote con diferentes caravanas.

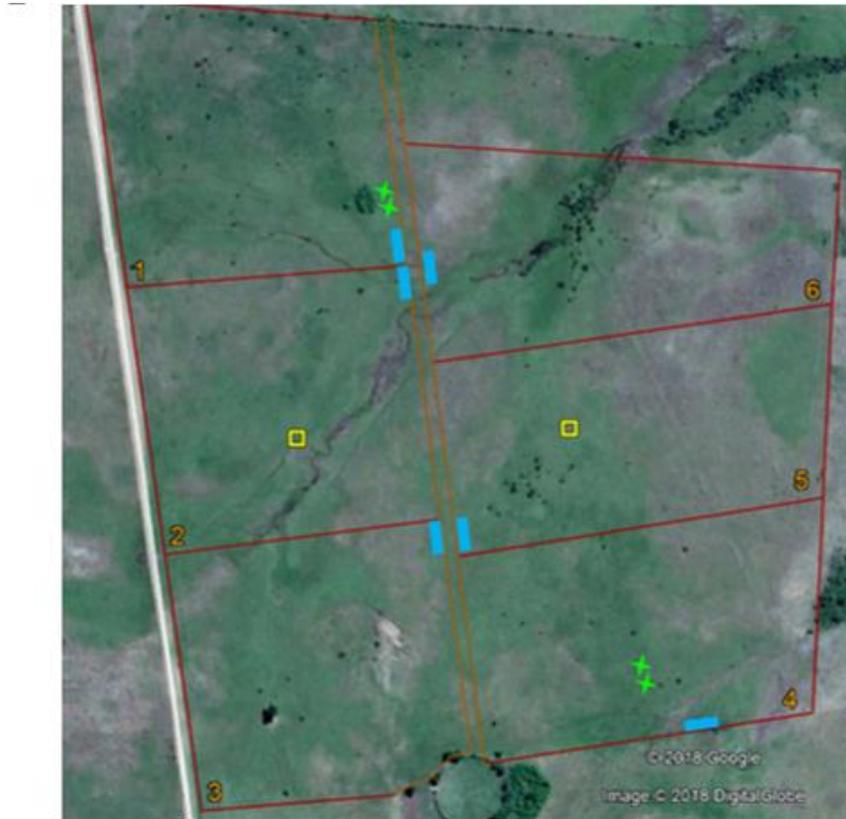
Los animales fueron distribuidos al azar en seis lotes previa estratificación por peso vivo, y estos sorteados a uno de tres tratamientos y parcela de pastoreo.

- Testigo (T): pastoreo continuo de campo natural sin acceso a suplemento.
- Suplementación con bloques energético- proteicos (B): pastoreo continuo de campo natural + suplementación con bloques Cattle Hi Pro (Crystalyx).
- Suplementación con granos secos de destilería de sorgo (DDGS): pastoreo continuo de campo natural + suplementación con DDGS de sorgo a razón del 1,0 kg MS/ 100 kg de peso vivo.

A efectos de equiparar la forma de oferta de ambos suplementos, el DDGS fue ofrecido en comedero de autoconsumo.

Cada tratamiento quedó constituido por dos repeticiones reales, representadas por dos parcelas de pastoreo independientes, cada una de las cuales fue pastoreada por diez terneras en forma continua con una carga inicial de 0,7 UG/ha.

Se presenta en la figura No. 6 un croquis del área experimental y distribución de los tratamientos.



- Parcelas
- Calle
- 6 Número de parcela
- Bebedero
- ★ Bloques Crystalax
- Comedero de autoconsumo

Figura No. 6. Croquis del área experimental con identificación de parcelas y su correspondiente número, bebederos, bloques Crystalax y comederos de autoconsumo.

3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.5.1 Periodo pre-experimental

Previo al inicio del periodo experimental, se llevó a cabo una fase pre-experimental de cinco días (9/6 al 13/6) con el fin de introducir gradualmente el

consumo de suplementos a la dieta de los animales y acostumbrar a los mismos a la rutina de manejo.

Este periodo de acostumbramiento se realizó en tres corrales de las mangas del establecimiento y se trabajó con tres lotes según el tratamiento que les había sido asignado a los animales. Los animales del grupo testigo consumían solo fardo de alfalfa, mientras que los tratamientos B y DDGS comían fardo y su respectivo suplemento. Los alimentos eran suministrados dos veces en el día y disponían de agua en cada corral (anexo No. 1).

En el último día, luego de la segunda comida del día, alrededor de las 17:30 se juntaron todos los animales y se pesaron llenos; al otro día temprano en la mañana se registró nuevamente el peso, esta vez vacíos, considerando estos valores como peso de inicio del experimento.

3.5.2 Periodo experimental

El 14/6 comenzó el experimento, una vez finalizada la pesada de la mañana, se colocaron los lotes de terneras en sus respectivas parcelas, los cuales permanecieron de forma fija hasta el 11 de setiembre cuando culminó el periodo de suplementación.

En las parcelas del tratamiento DDGS, el suplemento, ofrecido en comederos de autoconsumo, estuvo siempre disponible. Los comederos se abastecían semanalmente, verificando diariamente que la disponibilidad del concentrado fuese mayor a la demandada por los animales. A efectos de regular el consumo de suplemento se siguió la recomendación de Rich et al. (1976), por lo cual para un consumo objetivo del 1% del peso vivo, se agregó y mezcló cloruro de sodio (NaCl) con granulometría fina a razón del 13% de la MS ofrecida.

En las dos parcelas correspondientes al tratamiento bloque, se colocaron dos bloques de 22,5 kg cada uno. Según etiqueta del fabricante el consumo diario por animal esperado para esa categoría es de 100-150 gramos, por lo tanto la frecuencia de reposición fue de aproximadamente 15 días. Además se colocaron tres bloques testigo, protegidos del acceso animal, a efectos de cuantificar el desaparecido debido al efecto clima en el transcurso del experimento. Los mismos eran pesados luego de cada evento de precipitación.

Una vez finalizada la suplementación (11/9) y que se realizó la última pesada, se juntaron todos los animales de todos los tratamientos y se manejaron de forma conjunta permaneciendo en el mismo potrero hasta el 12 de diciembre. Se realizaron tres controles de peso post-experimento, para evaluar el efecto residual de los tratamientos en la performance de las terneras.

3.6 REGISTROS Y MEDICIONES

3.6.1 Pastura

3.6.1.1 Disponibilidad y altura de forraje

La disponibilidad del forraje fue medida por primera vez en la semana dos del experimento y cada 28 días, utilizando la técnica de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975).

En cada parcela se marcó una escala de 5 puntos (1-1,5-2-3-5) con dos repeticiones en función de la disponibilidad de biomasa aérea, donde el valor 1 representaba la menor cantidad de forraje y la escala 5 la más alta. Utilizando un cuadro de 0,20 x 0,50 metro (0,1m²) y la regla para manejo de campo natural de INIA (Jaurena et al., 2018), se registró además para cada punto de las escalas el % de verde y la altura de mayor concentración del forraje. Luego se procedió a cortar al ras del suelo con tijera de aro cada una de ellas.

Cada corte se identificó con fecha, parcela, escala y repetición, se registró el peso verde de la muestra y se conservaron en heladera hasta el secado. El secado se realizó en estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas, hasta llevarlas a peso constante, donde se volvió a pesar obteniendo el peso seco.

Una vez que se marcaron las escalas, cada parcela fue muestreada en 300 puntos, arrojando al azar un cuadrado de 0,50 x 0,50 m y registrando el valor correspondiente de la escala (se utilizó cuarto de punto para aumentar la precisión del muestreo).

Finalmente, con el peso seco y la frecuencia de aparición de cada escala se calculó la disponibilidad de MS de forraje en la parcela.

Paralelamente, en 1 de cada 5 tiradas se midió, en la diagonal y en el centro del cuadrado, la altura de mayor concentración de forraje y el % de verde. Además, en 1 de cada 10 tiradas se registraron cinco alturas del punto más alto de contacto de la hoja viva con la regla (sin extender la hoja) y el % de verde.

3.6.1.2 Composición botanal

El 26/6 se realizó un censo de composición de especies utilizando el método botanal modificado (Millot y Saldanha, 1998) donde se estudió la contribución específica de cada especie (biomasa de una especie/biomasa del total de especies).

Se registró el porcentaje de restos secos, suelo desnudo y la cobertura de la fracción verde de las especies dominantes por apreciación visual con un mínimo de 5%, en 15 cuadrados de 0,50 x 0,50 m ubicados equidistantemente en las diagonales de cada parcela.

La composición botánica se evaluó en un sólo momento debido a que los posibles cambios en la composición de especies se esperan en el largo plazo (Jaurena et al., 2011).

3.6.1.3 Suelo

Con una varilla graduada topeada a una profundidad de 50 cm se verificó el mapa de grupos de suelos CONEAT de Google Earth y dentro de cada grupo se identificó el tipo de suelo (dominante o asociado). Simultáneamente se extrajeron 30 muestras de suelo, que compusieron una muestra compuesta para cada grupo de suelo CONEAT las cuales se secaron, molieron y analizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de INIA La Estanzuela. Los análisis químicos que se realizaron fueron pH, carbono orgánico, materia orgánica y fosforo; la metodología de análisis de cada parámetro se detalla en anexo No. 2.

3.6.2 Animales

3.6.2.1 Peso vivo

Los animales se pesaron una vez culminado el periodo pre-experimental y durante el experimento cada 14 días, de forma individual.

Las pesadas se realizaron los lunes por la tarde, 17 horas, y los martes en la mañana (7 horas) con aproximadamente 14 horas de ayuno; los datos corresponden a peso lleno y peso vacío respectivamente. Los animales fueron pesados sin orden de ingreso predeterminado, mezclando todos los tratamientos previamente.

Los registros fueron tomados con una balanza electrónica “Ruddweigh” con una capacidad y precisión de 2000 ± 1 kg.

3.6.2.2 Consumo de suplemento

El consumo de suplemento se determinó para cada parcela como la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y lo rechazado.

En las semanas 2, 7 y 11, a efectos de poder caracterizar el patrón diario de variación en el consumo de suplemento, se pesó durante siete días a las 7 a.m. cada bloque y el contenido de DDGS en el comedero de autoconsumo en el caso de las parcelas del tratamiento GDA una vez pesado el suplemento, este se volvía a colocar el contenido dentro del autoconsumo.

A su vez, en cada semana se sacó una muestra de cada suplemento, se secó y se expresó el consumo diario por animal (kg MS/animal/día) y en porcentaje del peso vivo (% del PV).

3.6.2.3 Comportamiento ingestivo

En las semanas 2, 7, y 12 se caracterizó el patrón de comportamiento animal en pastoreo, por apreciación visual en dos días de cada semana, en cinco animales por parcela escogidos al azar en la semana 2, los cuales fueron previamente identificados con pintura de diferentes colores. Cada día, durante las horas luz (de 8:20 a 18 h) se registró cada 20 minutos la actividad que realizaba cada animal: pastoreo efectivo, pastoreo búsqueda, rumia parado, rumia echado, descansa parado, descansa echado, acceso a agua y acceso a comedero o bloque, según tratamiento.

La tasa de bocado fue medida en los mismos cinco animales identificados en cada parcela, en dos oportunidades durante la sesión de pastoreo matutino y otras dos en la sesión vespertina. Se registró el número de bocados de prehensión realizados en un minuto.

3.7 MANEJO SANITARIO

Previo al inicio del experimento, el 20/1, se vacunó con Piliguard (queratoconjuntivitis) y en el destete se les suministró Ivomec Super y Sintoxan para el control de Saguaype-lombrices y clostridiosis respectivamente.

Contra aftosa se vacunó en los meses de febrero y mayo y conjuntamente con ese trabajo se bañó contra garrapata (baño de inmersión). En mayo a su vez se dio Ricobendazol y Nitroxinil.

Durante el periodo experimental, en el mes de junio se dio la primera dosis de Bruselosis RB-51 y la segunda dosis de Sintoxan. El 27/6, se aplicó pour on (Renegade Shot) ya que había animales que presentaban piojo.

El día 2/7 se curaron las terneras caravana 8096 y 8112 por problemas de ojo con Maxityl Platinum.

El 20 de agosto se suministró Ivermectina 4 x 4 para el control de lombrices y en octubre se dio la segunda dosis de Bruselosis RB-51 y Fosfamisol.

En todos los tratamientos la dosis aplicada fue la recomendada según la etiqueta del producto.

3.8 ANÁLISIS QUÍMICO

La composición química de los suplementos energéticos-proteicos fue determinada sobre muestra compuesta por suplemento de las tres partidas de DDGS y de dos bloques elegidos al azar.

En el caso de la pastura se analizaron muestras compuestas del forraje disponible para cada parcela en las semanas 2, 7 y 11. Cada muestra se

compuso por forraje colectado en las escalas, donde la cantidad a colocar en dicha muestra se determinó según la frecuencia de aparición de cada escala.

Todas las muestras fueron enviadas al Laboratorio Analítico Agro Industrial (LAAI) donde se realizó análisis de materia seca (MS), fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), proteína cruda (PC), cenizas, aceites y grasas, nitrógeno ligado a la fibra (ADIN).

Para analizar la MS se utilizó la metodología AOAC (2016), mientras que los contenidos de FDN y FDA fueron determinados con tecnología ANKOM®. Para obtener el valor de PC y ADIN se utilizaron las normas descriptas por AOAC (2012) y para determinar cenizas y grasa y aceites se siguieron los procedimientos AOCS (2017).

3.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El experimento se analizó mediante modelos lineales correspondientes a un diseño de parcelas al azar, donde se consideró a la parcela de pastoreo como unidad experimental. El modelo estadístico incluyó como covariables al efecto del tratamiento y el peso inicial.

Los registros de peso vivo, consumo de materia seca de suplemento, y cambios en la condición y composición de la pastura (disponibilidad, altura, % restos secos, biomasa forraje verde; % MS, FDN, FDA, proteína, cenizas) fueron analizados como medidas repetidas en el tiempo, utilizando el procedimiento Mixed de SAS (SAS, 2008).

El estudio del efecto de los tratamientos sobre la ganancia media diaria (GMD, coeficientes de regresión de las rectas ajustadas) se llevó a cabo mediante un modelo de heterogeneidad de pendientes del PV en función del tiempo, comparando las pendientes de los tratamientos (Control vs. DDGS, control vs. bloques y DDGS vs. bloques) mediante contrastes simples. 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%).

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + \beta_{1dk} + \beta_{1i}\zeta_{i dk} + \beta_{2PVij} + \sigma_{ijkl}$$

Dónde,

Y_{ijkl} : peso vivo

β_0 : intercepto

ζ_i : efecto del j-ésimo tratamiento (j= Testigo, DDGS, Bloques)

ε_{ij} : error experimental

β_{1dk} : es la pendiente promedio (ganancia diaria) del PV en función de los días

$\beta_{1i}\zeta_{i dk}$: es la pendiente del PV en función de los días para cada tratamiento

β_{2PVij} : es la pendiente que afecta a la covariable PV al inicio del experimento

σ_{ijkl} : es el error de la medida repetida en el tiempo (dentro de animales)

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).

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

Dónde,

P: es la probabilidad de rumia, descanso o pastoreo

β_0 : es el intercepto

ζ_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

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

Para la tasa de bocado se utilizó el siguiente modelo general:

$$Y_{ijkl} = \mu + \zeta_i + \varepsilon_{ij} + P_k + (\zeta P)_{ik} + Di(P)_k + \varepsilon_{ijkl}$$

Dónde,

Y_{ijkl} : es la tasa de bocado

μ : es la media general

ζ_i : es el efecto de los tratamientos

ε_{ij} : es el error experimental

P_k : es el efecto de la semana

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

$Di(P)_k$: es el efecto de los días dentro de cada semana

ε_{ijkl} : es el error de la medida repetida

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

En el cuadro No. 16 se presenta la comparación de algunas variables climáticas para la serie histórica de los años 61-90 con datos recabados en el año 2018. Para los meses de junio, julio, agosto y setiembre las precipitaciones (PP) fueron 526 mm vs. 305 mm para el mismo periodo en la serie histórica. Durante el periodo estrictamente experimental (9/6 al 11/9 incluyendo periodo de acostumbramiento) las precipitaciones fueron de 306 mm prácticamente igual a la suma histórica para los meses antes mencionados. El registro de lluvias ocurridas post-experimento (12/9 al 31/12) fue de 665mm (anexo No. 3).

La temperatura promedio durante los meses del periodo experimental (junio-setiembre) fue de 12,5°C con temperatura máxima promedio de 17,2 y mínimas promedio de 7,5°C. En la primavera (oct./nov./dic.) la temperatura media fue de 20,1°C, con máximas promedio de 26,6 y mínimas promedio de 13,9°C. En cuanto a la cantidad de heladas agrometeorológicas medidas a 5 cm del césped fueron 9, 3, 6 para los meses de junio, julio, agosto respectivamente (anexo No. 4).

Cuadro No. 16. Registros climáticos mensuales (desde junio a diciembre) para el año 2018 y para la serie histórica 61-90.

		jun.	jul.	ago.	set.	oct.	nov.	dic.
2018	PP (mm)	21	129	134	242	80	176	189
	T. máx. (°C)	15,6	15,8	17,3	22,8	23,8	27,8	28,3
	T. mín. (°C)	4,9	7,1	5,5	12,6	11,0	14,9	15,7
	T. med. (°C)	10,2	11,4	11,2	17,3	17,3	21,3	21,9
	Días con T.<0°C	9	3	6	0	0	0	0
	Vel. del viento (km/h)	8,3	10,9	10,7	0,8	0,0	0,0	0,1
Serie histórica 61-90	PP (mm)	70	71	73	91	122	118	115
	T. máx. (°C)	17	17	18,5	21	23,5	26,4	29,7
	T. mín. (°C)	6,9	7,1	7,5	8,8	11,6	14,1	16,8
	T. med. (°C)	12	12	12,9	15	17,5	20,4	23,1

PP= precipitaciones; T. máx.= temperatura máxima; T. mín.= temperatura mínima; T. med.= temperatura media; Días con T. <0°C 5cm= días con temperaturas <0°C medido a 5cm del césped; Vel. del viento= velocidad del viento.

Fuente: elaborado con base en MDN. DNM (s.f.), Alfonso ¹
(anexos No. 4 y No. 5 por información más precisa).

¹ Alfonso, M. 2019. Com. personal.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA

4.2.1 Forraje disponible

La biomasa de forraje disponible promedio para el periodo invernal fue de $1830,9 \pm 201,3$ kg de MS/ha con una altura promedio de $3,9 \pm 0,4$ cm, no hallándose efecto de tratamiento sobre estas variables.

En el cuadro No. 17 se presentan las medias ajustadas de todas las características físicas de la pastura que fueron medidas en el ensayo y la significancia del efecto del tratamiento, la semana y la interacción entre ambos.

Cuadro No. 17. Efecto de la suplementación y tipo de suplemento a terneras pastoreando campo natural sobre la condición de la pastura durante el periodo invernal (medias ajustadas).

Variable	Tratamientos				Prob.		
	T	B	DDGS	EE	T	S	T x S
Biomasa aérea (kg MS/ha)	1685,1	1834,2	1973,4	201,3	0,643	0,712	0,915
Altura (cm) ¹	2,34	2,73	2,61	0,18	0,407	0,007	0,148
Altura (cm) ²	3,75	4,22	3,87	0,41	0,731	0,265	0,393
Restos secos (%)	33,33	34,00	32,67	1,23	0,765	0,017	0,454
Biomasa verde (kg MS/ha)	1117,8	1209,0	1325,7	114,0	0,515	0,977	0,900

¹ Altura medida donde se concentra el forraje; ² Altura medida en el punto más alto de contacto de la hoja viva con la regla; T= testigo sin suplementación; B= suplementación con bloque; DDGS= suplementación con granos de destilería; EE= error estándar; T= tratamiento; S= semana; T x S= interacción tratamiento x semana; Prob.= probabilidad

Ninguna de las cinco variables presentadas en el cuadro No. 17 mostró diferencias estadísticas entre tratamientos y tampoco hubo interacción entre el tratamiento y la semana de medición. En la disponibilidad promedio, altura (hoja viva más alta) y biomasa corregida por el porcentaje de material verde no hubo variaciones significativas entre las distintas semanas de medición.

Por otro lado la altura medida donde se concentra el forraje fue menor con respecto a la otra forma de medición (\bar{x} = 2,56 vs. 3,95 cm) y sí se observó que varió conforme avanzó la fecha de muestreo ($P=0,007$) al igual que en la variable % de restos secos ($P=0,017$).

En la figura No. 7 se presenta la evolución de la altura (donde concentra el forraje) y el porcentaje de restos secos conforme avanzan las semanas de medición.

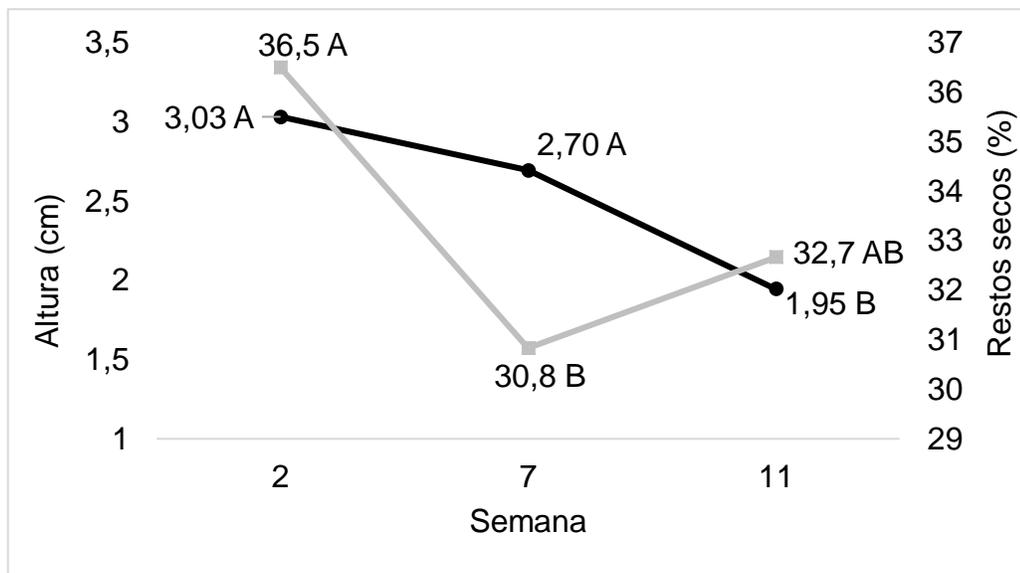


Figura No. 7. Evolución de la altura y restos secos de la pastura según la semana de medición.

Para la variable restos secos se ve que la semana 2 difirió estadísticamente de la semana 7 a pesar de que no hubo interacción tratamiento x semana, mientras que en la altura, hubo diferencias significativas entre la semana 11 con respecto a la 2 y 7. Para esta última variable, si bien la interacción no es significativa ($P=0,148$), se observó que la altura en la semana 11 tendió a ser menor que en la semana 2 (\bar{x} en cm en la semana 2= 3,71A vs. 1,92B en la semana 11).

4.2.2 Composición química

En el cuadro No. 18 se presentan los valores correspondientes al análisis químico de la pastura; comparando los valores se desprende que ninguno de los tratamientos evaluados tuvo efecto estadísticamente significativo sobre la composición química.

Cuadro No. 18. Medias ajustadas y error estándar para los parámetros de composición química de la pastura según tratamiento y significancia de los contrastes entre medias.

Variable (%)	Tratamientos				Prob.		
	T	B	DDGS	EE	T	S	T x S
MS	91,3	90,4	90,5	0,338	0,222	0,491	0,493
FDA	15,0	13,8	13,8	1,705	0,862	0,060	0,523
FDN	36,7	38,2	33,8	4,353	0,790	0,989	0,952
Proteína	12,8	11,6	12,3	0,718	0,559	0,663	0,791
Cenizas	25,4	23,2	25,9	2,347	0,705	0,219	0,870

T= testigo sin suplementación; B= suplementación con bloque; DDGS= suplementación con granos de destilería; EE= error estándar; T= tratamiento; S= semana; T x S= interacción tratamiento x semana; Prob.= probabilidad.

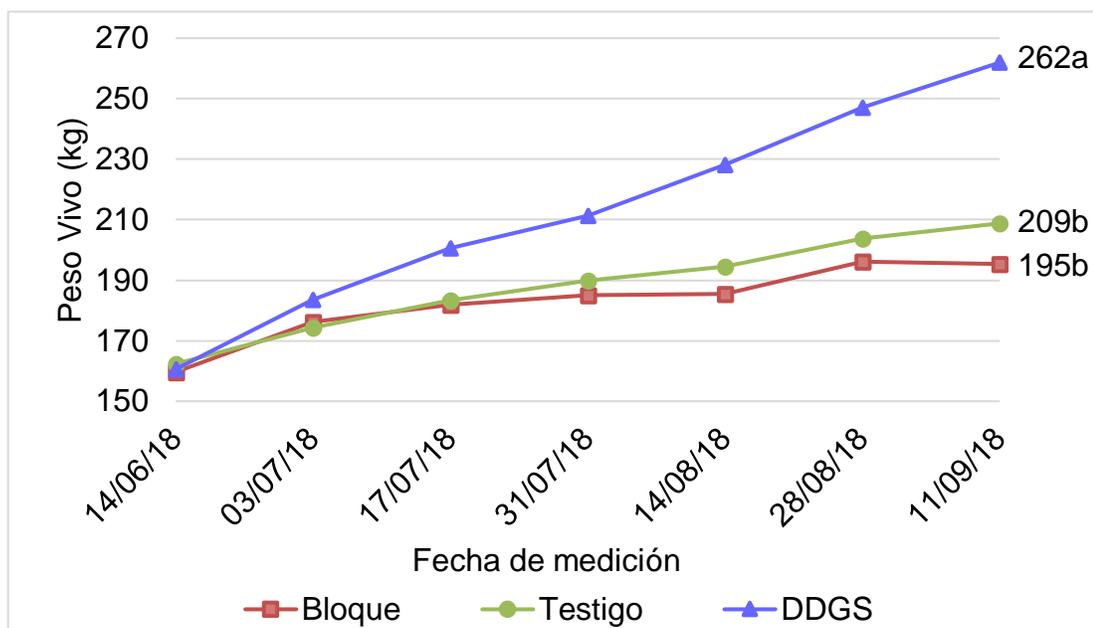
Datos de FDA, FDN, proteína y cenizas se presentan en base seca.

El porcentaje de MS, FDN, proteína y cenizas se mantuvo constante en los tres tratamientos durante el periodo de suplementación invernal. Para el caso de la FDA se observó una tendencia a disminuir a medida que transcurrieron las semanas de medición (P=0,060).

4.3 PERFORMANCE ANIMAL EN EL PERIODO INVERNAL

4.3.1 Ganancia media diaria

La evolución de peso vivo durante el invierno mostró una tendencia lineal estando afectada por el tratamiento (figura No. 8), registrándose diferencias estadísticas en el peso vivo final del tratamiento suplementado con DDGS respecto al testigo y el suplementado con bloque.



a, b= Medias seguidas por distinta letra difieren estadísticamente (P=0,012).

Figura No. 8. Evolución de peso vivo en terneras pastoreando campo natural durante el periodo invernal sin suplemento (testigo) o suplementados con bloques energético-proteicos o DDGS a razón del 1% del peso vivo.

La GMD de peso vivo para los 90 días de suplementación fue afectada por los tratamientos, observándose una interacción días x tratamiento (P<.0001).

La diferencia entre la GMD de los animales alimentados con DDGS respecto a los suplementados con bloque fue de 0,658 kg/día a favor del primer tratamiento (P<.0001). Paralelamente el DDGS fue superior estadísticamente al testigo ya que ganó 0,594 kg/día más (P<.0001), mientras que el testigo y el bloque no difirieron entre sí (P=0,4514). En consecuencia, a la salida del invierno, las terneras suplementadas con DDGS fueron significativamente más pesadas que las testigos o las suplementados con bloque. En el cuadro No. 19 se presentan las medias ajustadas por tratamiento para ambas variables.

Cuadro No. 19. Efecto de la suplementación invernal y del tipo de suplemento sobre la GMD y el PV final de terneras pastoreando campo natural.

	Tratamientos			Prob.
	T	B	DDGS	
PV inicial (kg)	162,4	159,7	160,7	0,130
PV final (kg)	208,8b	195,4b	262,0a	0,012
GMD invernal (kg/a/d)	0,519b	0,455b	1,113a	<.0001

T= testigo sin suplementación; B= suplementación con bloque; DDGS= suplementación con granos de destilería; GMD= ganancia media diaria; PV= peso vivo; Prob.= probabilidad.

El análisis de la GMD para intervalos de tiempo dentro del periodo experimental, (días 1 al 34, 34 al 62 y 62 al 90) no mostró diferencias significativas entre sub-periodo en ningún tratamiento. Esto se comprueba mediante los intervalos de confianza (inferiores y superiores) de cada periodo los cuales se superponen entre sí (anexo No. 20).

En síntesis la GMD también ajustó un modelo lineal en donde la pendiente de la recta fue igual para todo el periodo de suplementación en cada tratamiento.

4.3.2 Consumo de suplemento y eficiencia de conversión

Como era de esperarse el consumo de MS del suplemento difirió entre tratamientos cuando fue expresado tanto en kg/animal/día ($P=0,0003$) como en % de PV ($P=0,0012$), registrándose mayores consumos en el tratamiento que contenía DDGS (cuadro No. 20).

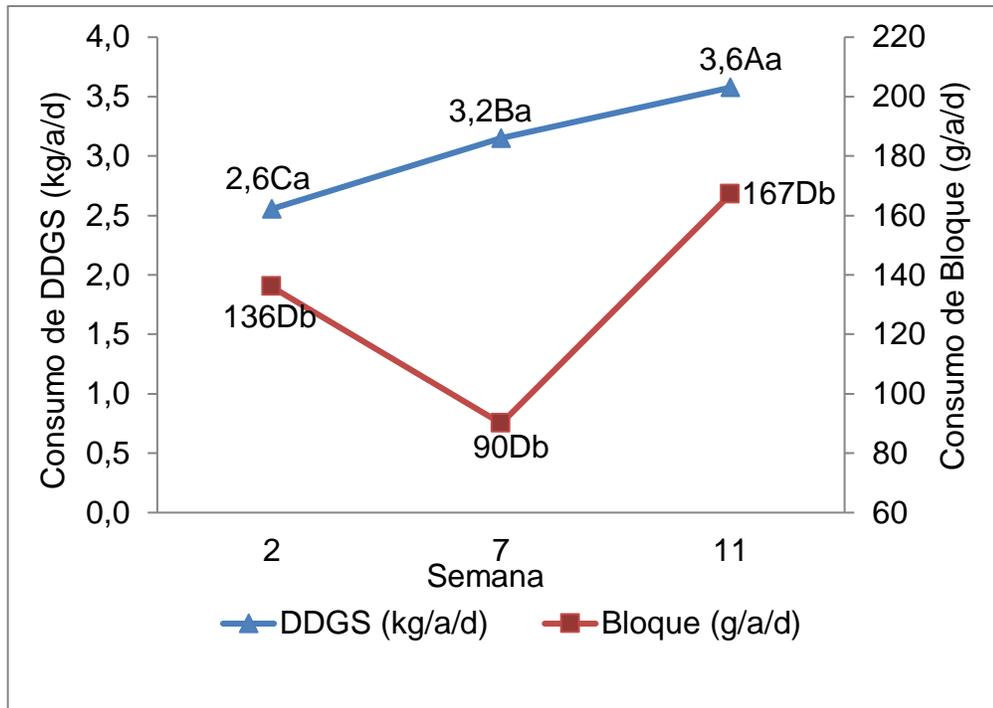
El consumo de DDGS fue superior al objetivo planteado y el valor promedio durante el periodo de suplementación para la mezcla DDGS+sal fue de 3,093 kg/a/día lo que equivale a 1,45% del PV con los siguientes intervalos de confianza [IC: 2,948; 3,239] y [IC: 1,31; 1,59] respectivamente.

Cuadro No. 20. Efecto del tipo de suplemento sobre el CMSS (expresado en kg/a/d y en % de PV) y la eficiencia de conversión.

Variable	Tratamientos	
	B	DDGS
CMSS (kg/animal/día)	0,131	3,093
CMSS (% PV)	0,069	1,451
Diferencia en GMD con respecto al T (kg/a/d)	-0,064 (ns.)	0,594 (*)
EC del suplemento	-	5,21

B= suplementación con bloque; DDGS= suplementación con granos de destilería; CMSS= consumo de MS del suplemento; EC= eficiencia de conversión del suplemento (expresada como kg de suplemento/kg adicional de PV ganado); (ns.)= no significativo; (*)= significativo ($P<.0001$).

En el CMSS expresado en kg/a/d la respuesta al tratamiento dependió de la semana experimental (P=0,001). Para el caso del DDGS a medida que transcurren las semanas y conforme aumenta el peso vivo de los animales, también aumenta el consumo de este suplemento en mayor magnitud con respecto al consumo de bloques como se presenta en la figura No. 9.



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.

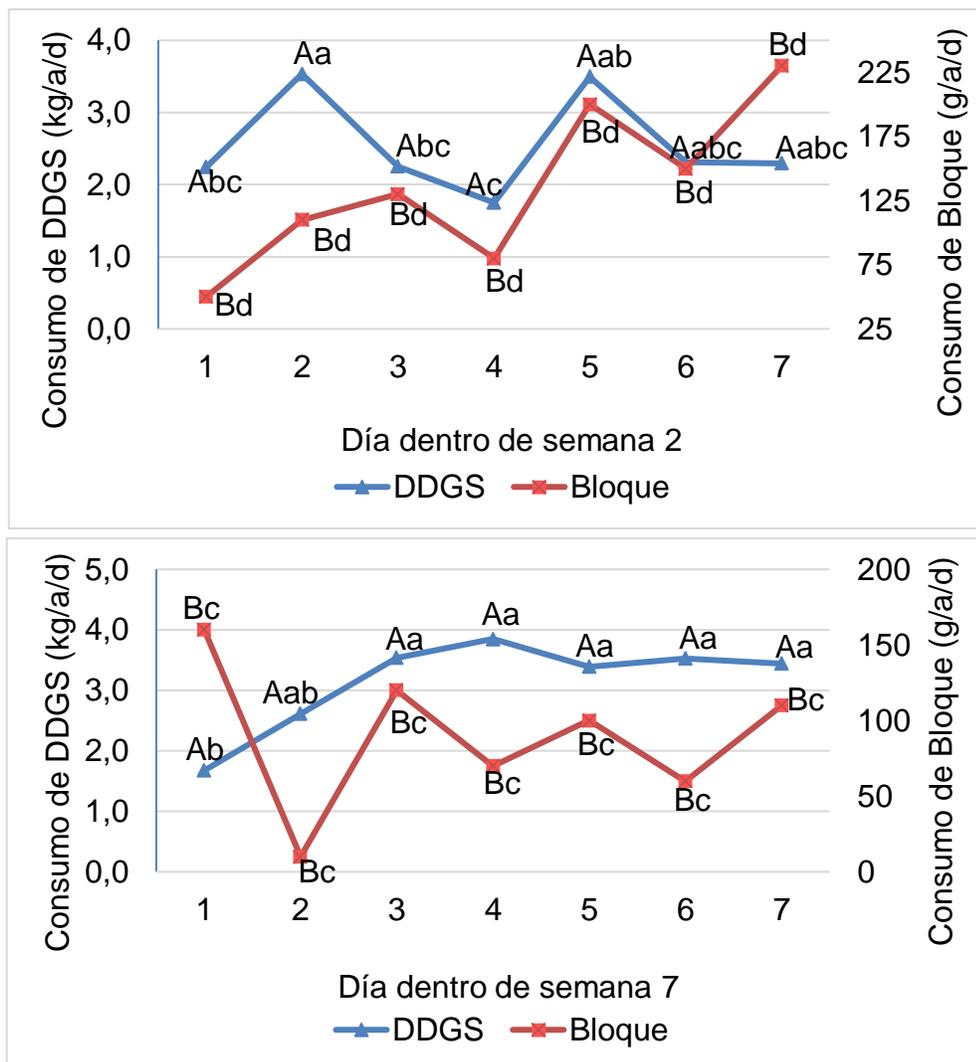
Figura No. 9. Variación en el consumo de MS de suplemento según tratamiento y semana de medición.

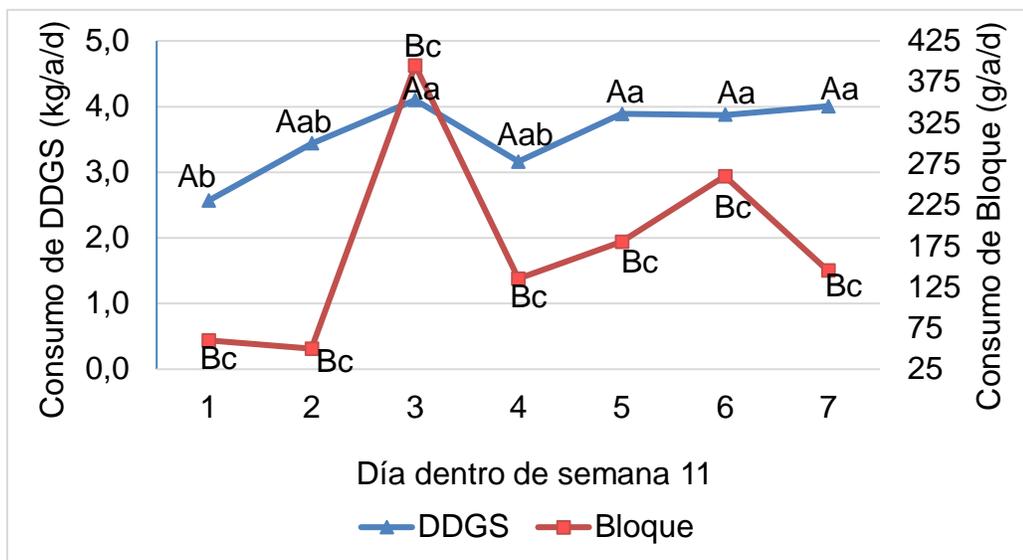
Sin embargo, cuando el CMSS expresado en % de PV no difirió entre semanas y no hubo interacción tratamiento x semana (anexo No. 13).

Otro parámetro que se pudo calcular parcialmente fue la eficiencia de conversión del suplemento. La misma se calculó solo para el DDGS ya que no hubo respuesta a la suplementación con bloque. La EC del DDGS fue de 5,21 a 1, es decir que fueron necesarios 5,21 kg de MS de suplemento (DDGS+sal) para adicionar un kg de PV adicional respecto al testigo. Cuando se calculó la EC por periodos al igual que como se realizó en la GMD, los valores fueron 4,3; 5,3 y 6,0 para el periodo 1-34; 34-62 y 62-90 respectivamente.

En cuanto a la variación semanal y diaria del consumo de suplementos (en % de PV) todos los efectos principales (tratamiento, semana, día dentro de la semana) y las interacciones simples (tratamiento x semana, tratamiento x día dentro de semana, semana x día dentro de semana) fueron significativas (anexo No. 15) por lo tanto se hace énfasis en la interacción triple tratamiento x semana x día dentro de semana.

Como se presenta en la figura No. 10 los animales del tratamiento con DDGS consumieron niveles superiores de suplemento, independientemente de la semana y día dentro de la semana, si se los compara con el bloque. El consumo de bloque fue más estable entre los días de la semana (sin diferencias estadísticas) si se compara con el DDGS, en las tres semanas de medición. En el caso del DDGS, en la semana 2 la variación entre días dentro de semana, fue mayor respecto a lo observado en las semanas 7 y 11.





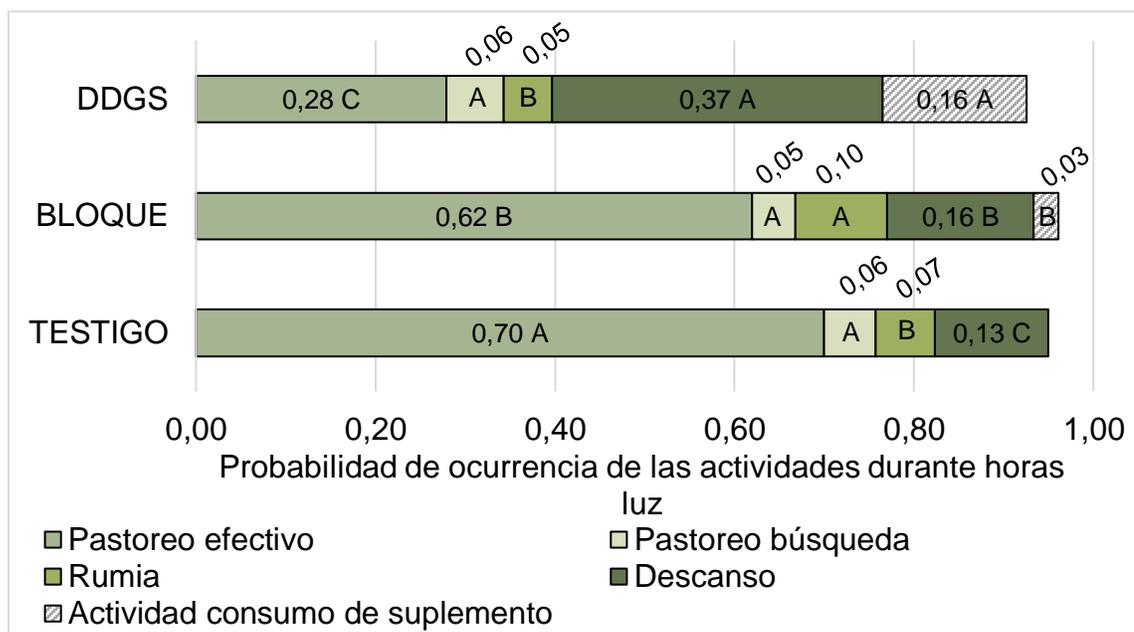
Valores medios de consumo seguidos por mayúscula comparan suplementos dentro de un mismo día en la misma semana, y minúsculas comparan dentro de un mismo suplemento la variación entre días en la semana.

Figura No. 10. Variación del consumo de DDGS y de bloque (g/a/d) entre días dentro de la semana para la semana 2 (arriba), 7 (centro) y 11 (abajo).

4.4 COMPORTAMIENTO INGESTIVO DURANTE EL PERIODO DE SUPLEMENTACIÓN INVERNAL

La distribución de las distintas actividades que componen el comportamiento animal en pastoreo se realizó durante el periodo de horas luz (8:20 -18:00) y se puede observar en la figura No. 11, y en el cuadro No. 21 se presenta el efecto del tratamiento, semana, día dentro de la semana y las interacciones tratamiento x semana y tratamiento x día dentro de la semana sobre cada variable estudiada.

Debido a muy bajo número de registros de visita a los bebederos, esta actividad no se tomó en cuenta en el análisis estadístico.



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

Figura No. 11. Probabilidad de ocurrencia de las distintas actividades durante el periodo de horas luz, según tratamiento.

Cuadro No. 21. Nivel de significancia de los efectos analizados para las variables de comportamiento ingestivo.

Variable	Efecto				
	T	S	DS	T x S	T x DS
Pastoreo efectivo	**	**	**	**	*
Pastoreo búsqueda	ns	**	**	+	*
Actividad de consumo de suplemento	**	*	*	ns	*
Rumia	*	*	**	+	*
Descanso	**	ns	+	*	ns
Tasa de bocado	ns	**	**	ns	+

T= tratamiento; S= semana; DS= día dentro de la semana; T x S= interacción tratamiento x semana; T x DS= interacción tratamiento x día dentro de la semana.

** Muy significativo ($P < .0001$); * Significativo ($.0001 \leq P \leq 0,05$); + Tendencia ($0,05 \leq P \leq 0,10$); ns= no significativo.

La actividad de pastoreo efectivo realizada por las terneras fue afectada significativamente por los tratamientos ($P < .0001$), siendo la actividad principal en los tratamientos testigo y bloque, pero no así en el DDGS. En cuanto al efecto

semana, la semana 2 se diferenci6 de las semanas 7 y 12 ya que presento un valor de probabilidad de ocurrencia menor (0,46 vs. 0,57 y 0,57 respectivamente). Tambi6n se constat6 interacci6n tratamiento x semana significativa en el testigo (semana 2 menor que la 7 y la 12) y tratamiento x d6a dentro de semana en el testigo y DDGS.

Como se observa en la figura No. 11 la probabilidad de encontrar un animal realizando pastoreo b6squeda fue mucho menor comparado con pastoreo efectivo, y este no difiri6 entre tratamientos. S6 hubo efecto semana, en donde en la semana 2 fue significativamente mayor respecto a la 7 y 12. En el testigo el pastoreo b6squeda tendi6 a ser mayor en la primera semana de muestreo, en tanto en los suplementados fue igual en las tres semanas que se midi6 (T x S, $P=0,095$).

Los an6lisis de los par6metros rumia y descanso consideran las observaciones cuando el animal realizaba la actividad parado o echado. En rumia hubo efecto tratamiento ($P= 0,002$), donde el bloque se diferenci6 de testigo y DDGS (0,10 vs. 0,07 y 0,05 respectivamente). Al igual que en pastoreo b6squeda, hubo efecto semana el cual fue mayor en las primeras semanas de medici6n (2 y 7).

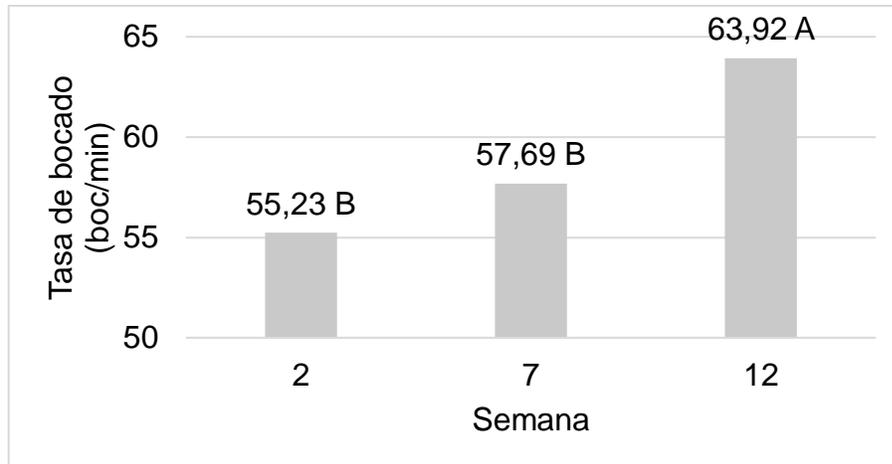
Por 6ltimo, los resultados para descanso muestran diferencias estad6sticas para el efecto tratamiento siendo inversos a los de pastoreo efectivo; para el tratamiento DDGS fue la actividad principal mientras que para bloque y testigo fue la segunda en orden de importancia.

Para las variables estudiadas hubo diferencias estad6sticas para el efecto d6a dentro de la semana ($P <.0001$) a excepci6n de descanso donde existi6 una tendencia ($P=0,05$). Esta diferencia significativa condice con el primer d6a de muestro, por lo tanto esto se puede relacionar con que la presencia de los observadores en las parcelas pudo haber influido en el primer d6a de comportamiento ingestivo.

La probabilidad de visita al comedero difiri6 entre tratamientos, siendo mayor en el DDGS (0,16) en comparaci6n con el bloque (0,03). En cuanto a la visita al bebedero, se observa una tendencia a que el tratamiento con DDGS (mezclado con sal como regulador del consumo) tuvo una actividad de bebida mayor (0,07) que el testigo (0,05) y que bloque (0,04); estos valores no tienen valor estad6stico ya que se calcularon por diferencia entre la suma de las dem6s actividades evaluadas y el total de observaciones.

La tasa de bocado promedio no difiri6 entre tratamientos ($P=0,275$) registr6ndose un valor de 58,95 bocados por minuto. Si existi6 un efecto semana ($P<.0001$), siendo mayor el valor de este par6metro en la semana 12 con respecto a la 2 y la 7 como se ve en la figura No. 12.

Existió variación entre los días de la semana de medición ($P < .0001$) y una tendencia a la interacción T x DS ($P = 0,093$).



Medidas seguidas por distinta letra difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

Figura No. 12. Tasa de bocado promedio según semana de medición.

4.5 EFECTO RESIDUAL DE LA SUPLEMENTACIÓN INVERNAL SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL EN LA PRIMAVERA

Es interesante observar la evolución del desarrollo del comportamiento de los animales finalizado el periodo experimental donde las terneras se manejaron siempre de forma conjunta sobre las mismas pasturas naturales. Para efectuar el análisis residual se tomaron en cuenta las pesadas realizadas entre el 12/10 y el 12/12.

Durante este periodo el peso vivo aumentó linealmente ($P < .0001$), pero la interacción día x tratamiento no arrojó diferencias estadísticas ($P = 0,520$) evidenciando que el tratamiento invernal no tuvo efecto sobre la GMD de primavera. Los valores de GMD se presentan en el cuadro No. 22.

Cuadro No. 22. Efecto residual de los tratamientos invernales sobre la GMD y el peso vivo final de primavera.

	Tratamientos			Prob.
	T	B	DDGS	
PV inicial (kg)	208,8b	195,4b	262,0a	0,012
PV final (kg)	282,1b	272,8b	325,7a	0,031
GMD primavera (kg/a/d)	0,870	0,882	0,787	0,520

T= testigo sin suplementación; B= suplementación con bloque; DDGS= suplementación con granos de destilería; GMD= ganancia media diaria; PV= peso vivo; Prob.= probabilidad.

El peso vivo final al terminar la primavera presentó diferencias significativas ($P=0,031$) entre los tratamientos; el tratamiento suplementado durante el invierno con DDGS se diferenció del testigo ($P=0,038$) y el suplementado con bloques ($P=0,041$), mientras que entre ellos no difirieron ($P=0,576$).

5. DISCUSIÓN

5.1 AMBIENTE PRODUCTIVO

Las precipitaciones acumuladas en el año 2018 en el establecimiento fueron 1611 mm, 393 mm más si se compara con la serie histórica 61-90 para la estación meteorológica de Paysandú. La distribución mensual de la lluvia mostró diferencias con el promedio mensual histórico (cuadro No. 23), concordando con Baethgen y Giménez (2004) que dicen que *“ninguno de los últimos 90 años se comportó en forma similar al año promedio en relación a las lluvias mensuales”*.

Cuadro No. 23. Variación porcentual entre la media mensual histórica de precipitaciones para Paysandú (serie 61-90) y la media mensual de precipitaciones para el año 2018 registrada en el establecimiento.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Variación porcentual	-63	-31	-41	+84	+271	-30	+82	+84	+166	-66	+49	+64

Haciendo énfasis en el invierno, los meses de junio, julio y agosto (JJA) tuvieron en promedio una temperatura media inferior (10,9°C) a la reportada por INUMET (2018), quien cita que para la serie de datos de los años 1981-2010, para la región donde se ubica el predio, la misma es de 12,5°C.

Respecto al número medio de días con heladas INUMET (2018) reporta para Paysandú para el trimestre JJA un valor de 5 días, siendo el valor promedio para el 2018 muy similar a este (6 días). Algo que destaca INUMET (2018), además del número de eventos y el periodo entre la primera y última helada de la estación, es la persistencia -secuencia de días con helada- que durante el invierno 2018, concretamente en el mes de junio de las 9 heladas que hubo, 6 fueron consecutivas (15/6 al 20/6- anexo No. 4); esto se puede relacionar con el % de restos secos de la semana 2 de medición (25/6 al 1/7) que tuvo el valor más alto si se compara con la semana 7 y 11 (figura No. 7).

Algo a resaltar es que en los meses previos al experimento (desde noviembre de 2017 a marzo de 2018) las condiciones climáticas, tanto PP como temperatura, fueron muy diferentes a la media histórica (anexo No. 5), confirmándose el pronóstico Niña que predecía la Universidad de Columbia. Tanto la temperatura media mensual como la máxima promedio mensual para esos meses fueron siempre igual o superior al promedio histórico 61-90. Además, las PP caídas durante esos meses estuvieron muy por debajo del histórico y los volúmenes de cada evento de lluvia no superaron en ningún momento los 45mm (anexo No. 3).

Teniendo en consideración la afirmación “*la variabilidad en la producción de forraje y sus tasas de crecimiento esta explicada principalmente por el régimen de lluvias*” (Berretta y Bemhaja, 1998b), es que si bien estos meses no formaron parte del periodo experimental, se cree que estas condiciones influyen en la producción de forraje. Por esta razón se tomó la decisión de cerrar el potrero los primeros días de febrero y reservarlo sin pastoreo hasta el inicio del ensayo.

Bastante distinto fue el escenario desde mediados de abril y el mes de mayo, donde las lluvias fueron 87 y 209 mm más que el histórico para abril y mayo respectivamente; a esto se suma que las temperaturas medias mensuales fueron superiores al promedio histórico de estos meses.

Las tasas de crecimiento de CN medidas en el proyecto seguimiento forrajero vía satélite que lleva a cabo el convenio UBA. Lart; IPA; UdelaR. Fcien² demuestran lo dicho anteriormente. Los datos provienen de dos predios distintos, cercanos al establecimiento donde se realizó la tesis y con similar tipo de suelo. Analizando los valores, desde noviembre a marzo las tasas de crecimiento diarias para CN medidas en esos dos predios fueron inferiores al promedio de una serie histórica de 18 años (excepto en noviembre 2017 en el predio 1- anexo No. 34).

Por otro lado las condiciones ambientales en los meses de abril y mayo del 2018 parecen haber sido favorables para el CN ya que la tasa de crecimiento de ambos meses fue superior al promedio histórico en los dos predios (predio 1: 8,3 kg MS/ha/día promedio para abril y mayo 2018 vs. 7,7 kg MS/ha/día promedio para abril y mayo para el histórico de 18 años; predio 2: 8,6 kg MS/ha/día promedio para abril y mayo 2018 vs. 8,0 kg MS/ha/día promedio para abril y mayo para el histórico de 18 años).

Berretta y Bemhaja (1998b) citan para suelos de basalto superficiales negros tasas de crecimiento diaria en otoño (marzo, abril, mayo) de 8,8 kg MS/ha; si se toma el mismo trimestre para el año 2018 la tasa de crecimiento promedio de los dos predios da 9,1 kg MS/ha/día.

En síntesis, a pesar de que el verano fue duro y el crecimiento de la pastura se vio afectado negativamente, seguramente, las condiciones ambientales del otoño conjuntamente con la medida de manejo de diferimiento de forraje hicieron posible que al inicio del experimento existiera una disponibilidad de MS alta (1940 kg MS/ha promedio en la semana 2 de medición).

Este valor de disponibilidad inicial es coherente con aquellos trabajos revisados en el cuadro No. 3 que fueron realizados sobre basalto y se practicó diferimiento de forraje. La disponibilidad promedio para estos da un valor de 2271

² UBA. Lart; IPA; UdelaR. Fcien (Universidad de Buenos Aires. Laboratorio Regional de Teledetección; Instituto Plan Agropecuario; Universidad de la República. Facultad de Ciencias. s.f. Seguimiento Forrajero Vía Satélite (sin publicar).

kg MS/ha. A su vez, la disponibilidad promedio de forraje estimada a lo largo del ensayo siempre estuvo por encima de los 1000 kg MS/ha, valor a partir del cual los animales comenzarían a tener problemas para lograr el consumo adecuado de forraje (Pigurina et al., 1997a).

La disponibilidad no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos ni tampoco conforme avanzaron las semanas de medición del experimento. Entonces al tener valores de disponibilidad de MS muy parejos durante todo el periodo invernal, se puede inferir que el consumo diario de forraje por parte de los animales fue similar al crecimiento de la pastura.

Sin embargo, los valores de altura del forraje medidos por dos métodos distintos, fueron bastantes inferiores a los reportados en bibliografía. Ochoa y Vidal (2004) mencionan en su trabajo alturas de 10 cm promedio para disponibilidad de 1900 kg MS/ha, Lagomarsino et al. (2014) en un CN diferido de basalto superficial-medio con 1400 kg MS/ha midieron alturas promedio de 3,5 cm, mientras que Luzardo et al. (2009a) en Glencoe reportan datos de 1230 kg MS/ha con alturas de 3 cm y 1721 kg MS/ha con 4,1 cm.

Por su parte Jaurena et al. (2018) afirman que en el caso concreto de pasturas de basalto, un centímetro de altura equivale a 250 a 300 kg MS de forraje disponible/hectárea. Berreta, citado por Jaurena et al. (2018) dice que para conservar el CN y obtener buenas ganancias animales en comunidades de basalto es recomendable mantener una altura de entre 6 y 12 cm. A pesar de que en este ensayo las alturas fueron más bajas (cuadro No. 17) a las reportadas, el consumo de forraje y la ganancia animal no parecen haber sido afectadas por la altura. Seguramente la alta disponibilidad, calidad y la distribución vertical de la pastura (una pastura que se mostraba densa) generaron condiciones que facilitaron la cosecha de forraje. Esto concuerda con Fisher et al. (1996) que afirman que animales con acceso a pasturas de mayor densidad, tienen una mejor utilización del forraje disponible y logran un mayor consumo de materia seca.

Haciendo referencia a la distribución de la biomasa aérea en altura Saldanha, citado por Blasina et al. (2010) reportó que en los primeros 2,5 cm de altura de la pastura de CN de basalto se acumula el 52% de la MS total disponible y entre los 2,5 y los 5 cm de altura de forraje, la MS acumulada representa un 21%. Entonces aproximadamente un 70% del forraje disponible se encuentra en los primeros 5 cm contra el suelo pudiendo ser esta una de las explicaciones posibles al consumo de forraje.

A pesar de que Ayala et al. (1993) opinan que la reserva de forraje desde febrero (verano) no se justifica si se tiene en cuenta los parámetros de calidad de la pastura, en el caso de este ensayo el potrero se cerró a comienzos de febrero-

es decir cuatro meses y medio previo al inicio del experimento- pero los valores de composición química fueron muy buenos.

En este sentido, se registraron valores promedio de FDA de 14,2% y para FDN 36,2%, los cuales se encuentran muy por debajo a los reportados en el ensayo invernal de San Julián et al. (1998) realizado sobre campos de la Unidad Experimental Glencoe efectuando diferimiento de otoño a invierno, con una disponibilidad inicial de 1020kg MS/ha y altura de 3cm, obtuvieron valores de 46,2% y 71,2% para FDA y FDN respectivamente. Montossi et al. (2000) en CN de basalto en invierno reportan 46,6% FDA y 75,3% FDN. La importancia de esto según los autores anteriores, radica en que existe una correlación negativa entre el valor de FDA y el consumo animal, ya que la FDA es la porción menos digestible del forraje. Por lo tanto en este trabajo los niveles muy bajos de estos dos parámetros estarían indicando que la pastura era de excelente calidad alimenticia y no sería un factor limitante de consumo.

Haciendo referencia a la calidad, según la fórmula de Montossi et al. (2000), $\% \text{ DMS} = 88,9 - (\% \text{ FDA} * 0,779)$, la digestibilidad de la MS promedio fue de 77,8%. Sumado a esto, el dato de proteína promedio (12,2%) se encuentra por encima a los reportados por Bolonga (1998) 11%, San Julián et al. (1998) desde 8,3 a 8,9%, Montossi et al. (2000) 11,5%, Marquisa y Urrutia (2001) 10,2% y Blasina et al. (2010) de 11,3% para CN de basalto en mediciones de invierno.

El valor de la relación forraje verde/seco en la semana 2 fue 63/37 confirmando nuevamente la buena calidad del forraje disponible. A su vez esta relación mejoró con el crecimiento de la pastura registrado durante el periodo de suplementación, donde las tasas de crecimiento diarias fueron levemente superiores al promedio histórico (UBA. Lart; IPA; UdelaR. Fcien²), y esto se vio reflejado en un pequeño aumento de la fracción verde del forraje (verde/seco 69/31 en la semana 7 de medición con diferencias estadísticas respecto a la semana 2 ($P=0,017$)- cuadro No. 17-). La principal causa que puede explicar este valor tan alto de forraje verde, es porque debido a las condiciones climáticas y que se pasó rotativa para homogeneizar el tapiz, el disponible hasta marzo era extremadamente bajo y luego en abril-mayo las tasas de crecimiento fueron buenas, por lo que el forraje existente al inicio del ensayo era todo forraje nuevo a pesar de que era diferido.

Por otro lado, ninguno de los parámetros medidos para evaluar la composición química de la pastura difirió durante el periodo de suplementación ni entre los tratamientos (cuadro No. 18); esto permite inferir que la composición química de la pastura, pudo haber sido causa, entre otros factores, de las altas GMD que presentó el tratamiento testigo respecto a la bibliografía recabada en el cuadro No. 3.

5.2 PERFORMANCE ANIMAL

5.2.1 Performance de las terneras del tratamiento testigo

Durante el periodo invernal los animales sin acceso a suplemento tuvieron ganancias medias de peso vivo de 0,519 kg por animal por día con una carga promedio de 0,74 UG/ha (anexo No. 35). Conociendo la problemática de lo que ocurre a nivel país en el invierno, la cual fue descrita en el ítem 2.2.1, es que este valor de ganancia se considera “atípico” para la categoría terneras/os en esta estación del año. La ganancia promedio de los antecedentes nacionales que se resumieron en el cuadro No. 3 da un valor de -0,017 kg/a/d con una carga promedio de 0,92 UG/ha, mientras que si se toma en cuenta solo la categoría terneras este valor es de -0,011 kg/a/d. Resumiendo los trabajos realizados sobre basalto con categoría terneros/as la ganancia tiene un valor de 0,130 kg/a/d.

Pigurina et al. (1998a) afirman que para suelos de basalto con diferimiento de forraje (1300 kg MS/ha al inicio del invierno) y utilizando cargas de 1,25 a 0,8 UG/ha se obtienen ganancias de 0,200 kg/animal/día.

Sin embargo en el ensayo de Marquisa y Urrutia (2001) se registraron ganancias de 0,544 kg/a/d en terneras del grupo testigo. Estos autores mencionan en su trabajo que estas ganancias fueron muy altas respecto a lo observado por otros autores en condiciones similares y justifican dicho valor a las condiciones del invierno (benigno), la baja carga y la calidad de la pastura (cuadro No. 3). Otro trabajo que presentó GMD positivas y algo menores a la del presente trabajo, fueron Castells y Reyes (2000) las cuales van de 0,278 a 0,353 kg/a/d. El Equipo de trabajo de la Unidad Experimental "Glencoe" (2004b) señalan que categorías de recría (vaquillonas de sobreaño) pastoreando CN reservado pudieron realizar ganancias moderadas de 0,305 kg/a/d durante invierno.

Sabiendo que no es frecuente tener esas ganancias en invierno para la categoría terneras, es que se procedió a buscar los factores que pudieron haber influido en esta respuesta. Se cree que el factor que más repercutió fue la calidad de la pastura y es por eso que se presenta el cuadro No. 24; sumado a lo anterior la disponibilidad forrajera era alta.

Cuadro No. 24. Comparación de la composición química de la pastura experimental con otros antecedentes en basalto.

	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	Cenizas (%)
Tesis	12,2	14,2	36,2	24,8
Marquisa y Urrutia (2001)	10,2	46,6	65,4	26,3
Otros autores*	8,3-8,9	46,6	75,3	15,6-32,7

* (San Julián et al. 1998, Montossi et al. 2000)

Fuente: elaborado con base en Marquisa y Urrutia (2001).

A partir del cuadro No. 24 donde se observa el valor nutritivo que tuvo la pastura, es que se puede explicar gran parte de las diferencias encontradas en ganancia de peso del presente trabajo con respecto a otros. Esto se respalda por lo dicho por Van Soest et al., citados por Marquisa y Urrutia (2001) que la calidad o valor nutritivo de un alimento se manifestará en la cantidad de producto animal que pueda ser obtenida a partir del mismo.

Los datos de composición química, sumado a que la proporción de restos secos del forraje ofrecido fue baja, se reflejan en un valor de digestibilidad de la MS alto. Esto concuerda con Rovira (1996) que estableció que para requerimientos únicamente de mantenimiento, digestibilidades entre 50-55% sería suficientes, pero para mantenimiento y producción no deberían ser menores de 60%, indicando además que el consumo animal aumenta linealmente con el incremento de la digestibilidad hasta que alcanza valores cercanos al 80%. Teniendo en cuenta que la digestibilidad de la MS promedio, calculada a partir de la FDA, fue de 77,8% podría decirse que el consumo animal se vio estimulado.

5.2.2 Performance de las terneras suplementadas

A pesar de que se evaluaron dos suplementos energético-proteicos dados bajo la misma forma de suministro (autoconsumo) la respuesta animal fue distinta.

Para el caso del tratamiento suplementados con DDGS existió respuesta a la suplementación, ya que los animales de este tratamiento tuvieron GMD significativamente mayor respecto al testigo (y también mayor al bloque). Contrariamente, los animales suplementados con los bloques Cattle Hi Pro obtuvieron ganancias de PV iguales -sin diferencias estadísticas- a las del testigo.

A medida que transcurrieron los días, los animales aumentaron de peso, pero la magnitud de ese cambio dependió del tratamiento. Esto llevo a que a partir de la cuarta fecha de pesada, el PV de los animales que consumían DDGS se diferenciara de los otros dos y esta diferencia se mantuvo hasta que culminó el periodo de suplementación (figura No. 7).

De acuerdo a la respuesta que presentaron los suplementos en dichas condiciones experimentales, en el caso del bloque se rechaza la hipótesis de que “la suplementación invernal con un concentrado energético-proteico ofrecido en régimen de autoconsumo o bloques a terneras de destete manejadas sobre CN incrementa la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementar” mientras que para el DDGS se cumple. A su vez se comprueba que la fuente de energía y proteína utilizada afecta la magnitud de la respuesta.

5.2.2.1 Respuesta a la suplementación con bloques

Cuando se suplementa con bloques, no se espera una mejora en la performance animal de manera directa, a partir de un mayor consumo de energía

derivada del suplemento, sino que indirectamente mejora la eficiencia de uso del forraje consumido, promoviendo por esta vía un mayor consumo total de MS. Así lo sintetizan Araujo Febres (1997), Preston y Leng, citados por Bracho (2017) quienes explican que el suministro de BM estimula la fermentación ruminal ya que se garantiza un suministro constante de amonio para las bacterias celulolíticas y aumenta su población. Además mejoran la digestibilidad aparente de la MS hasta en un 20% en henos de mala calidad lo que lleva a aumentar la tasa de pasaje del rumen, facilitando su desocupación e incrementado el consumo del alimento base. Esto favorece el estado energético del animal.

La suplementación con bloque se puede clasificar como una respuesta a la suplementación de adición con estímulo siguiendo la clasificación de Lange (1980); el consumo de suplemento estimula la ingesta de forraje.

Un aspecto muy importante que afecta el nivel de consumo de los bloques, es la calidad de los otros componentes de la dieta que se encuentra consumiendo el animal (Bracho, 2017). Según Quintans et al. (1993), el efecto que se logre con una suplementación en animales bajo pastoreo no es independiente del resto de su dieta. La cantidad y calidad de la pastura disponible condicionan no solo el consumo de la misma, sino también el del suplemento y por lo tanto la respuesta animal a este tipo de manejo.

Teniendo en cuenta los párrafos anteriores es que se puede explicar la respuesta observada para el tratamiento de suplementación con bloque en este ensayo. Como se dijo inicialmente, la pastura presentaba muy buena calidad además de tener buena disponibilidad, siendo esto la causa principal de que los bloques Cattle Hi Pro (Crystalax) no tuvieran la respuesta esperada.

Esto concuerda totalmente con bibliografía relevada, los bloques son utilizados para mejorar la utilización de los forrajes groseros de muy baja calidad, con altos niveles FDN y muy lignificados, como por ejemplo rastrojos de cosecha y henos (Fernández Mayer, 2012). Según Simeone et al. (1999) el bloque proteico no se ajustaría a situaciones donde exista una restricción en la oferta de forraje o situaciones donde la calidad de la pastura sea buena.

También se puede presumir que no hubo adición con estímulo si se observa la disponibilidad del forraje. Si hubiese habido un estímulo a consumir más forraje la disponibilidad tendría que haber disminuido, pero esto se supone que no ocurrió ya que de acuerdo a como fue medida la disponibilidad no se pudieron detectar variaciones significativas a lo largo del transcurso del experimento.

Los experimentos relevados en el ítem 2.5.4 estudiando la suplementación con bloques, tuvieron respuestas muy variadas y distintas a lo que ocurrió en el presente trabajo; ganancia de peso 20% mayor respecto al testigo (Araujo Febres, 1997), mientras que los resultados de ensayos previos de

Crystalyx® tuvieron respuestas de 8,7 a 16% superiores al testigo. Por otra parte, en el cuadro resumen de Fariñas et al. (2009) los incrementos en la ganancia de peso, fueron desde 13% hasta 228% respecto al control sin suplemento y algo a resaltar es la justificación de eso, que lo atribuyen a características propias de los ensayos asociadas principalmente al forraje base.

5.2.2.2 Respuesta a la suplementación con DDGS

La ganancia media que se obtuvo a lo largo del periodo invernal en las terneras suplementadas con DDGS fue de 1,113 kg/a/d considerándose muy alta respecto a los otros dos tratamientos. La respuesta a la suplementación con este concentrado fue de 0,594 kg/día comparado con el testigo; dicha respuesta podría estar explicada por un mayor consumo de MS total, lo que traería aparejado un mayor consumo de energía y proteína respecto al testigo, asociado a la calidad del suplemento (cuadro No. 15). Teniendo en cuenta que en el tratamiento suplementado hubo cierto grado de sustitución de forraje por concentrado (aunque este parámetro no se midió exactamente), en el caso de ser este igual a 1, el CMS no tiene por qué haber variado.

MacDonald et al. (2007) señalan que existe un efecto asociativo de proporcionar una combinación de proteína (PNDR) y energía proveniente de grasa el cual podría ser responsable de la ganancia adicional observada en trabajos donde se suplementó con DDG.

Si se compara la respuesta que se obtuvo en el tratamiento suplementado con DDGS, con experimentos realizados sobre pasturas de buena calidad, el valor es muy similar al reportado por Morris et al. (2005) de 0,511 kg/a/d para vaquillonas con un nivel de suplementación de 2,72 kg de MS de DDGS por día frente a animales no suplementados. Por otro lado, en suplementaciones donde la base forrajera era de baja calidad los datos de respuesta a la suplementación son variados; Jenkins et al. (2009) obtuvieron respuestas desde 0,218 a 0,518 kg/d para niveles crecientes de suplementación (0,25 a 0,75% PV) respecto al testigo sin suplementar, mientras que Gadberry et al. (2010) concluyen que la GMD tuvo una respuesta cúbica, la cual incrementó en 0,400; 0,540 y 0,832 kg/animal para los niveles crecientes de suplementación (0,3; 0,6; 1.2% PV) con respecto a el control (0% de suplemento y GMD=50g).

La GMD promedio del cuadro No. 5 también es inferior 0,455 kg/a/día y dentro del mismo cuadro tomando en cuenta únicamente trabajos de suplementación realizados sobre campos de basalto, la ganancia de peso promedio da un valor de 0,515 kg/a/d, considerando que se utilizaron distintos tipos de suplemento.

La diferencia en respuesta respecto al bloque fue de 0,658 kg/día; esto puede explicarse, que si bien los bloques Cattle Hi Pro son concentrados energético-proteico, contienen cantidades importantes de cenizas, minerales,

vitaminas y oligoelementos, por lo que la concentración calórica se ve “diluida” y su aporte de energía y proteína es menor respecto al DDGS. A su vez, como se dijo anteriormente, los bloques tendrían una mayor respuesta en situaciones donde el forraje base es de peor calidad.

La magnitud de la respuesta a la suplementación con DDGS en este ensayo fue muy alta con respecto al testigo, pero es consistente con la calidad de la pastura, la cual fue muy buena y a su vez la cantidad de forraje que era alta para la época del año. Seguramente la respuesta hubiese sido buena igual con forraje de peores características y esto se respalda en Morris et al. (2005) que suplementó vaquillonas con DDGS con dos dietas distintas (alta y baja calidad) y consiguió GMD que aumentaban linealmente según se incrementaba el nivel de DDGS, aunque la tasa de aumento fue mayor para el forraje de baja calidad que para el de alta calidad.

El peso vivo al finalizar el invierno también difirió entre los tratamientos, siendo mayor en las terneras suplementadas con DDGS (262 kg vs. 209 y 195 kg para testigo y bloque respectivamente). Tomando en consideración que las ganancias de primaveras también fueron altas, si se hubiese querido inseminar/entorar las terneras de este tratamiento a los 15 meses de edad (20 de noviembre) hubiese sido posible ya que el peso y el desarrollo de las mismas era adecuado para el biotipo al que pertenecen (Morris y Smeaton, 2009).

5.2.3 Consumo de suplementos y eficiencia de conversión

5.2.3.1 Bloques

El consumo de los bloques Cattle Hi Pro, el cual promedialmente fue de 131 gramos/animal/día, estuvo dentro del rango recomendado en la etiqueta del producto, el cual para categorías de cría indica consumos entre 100-150 gramos por cabeza por día (Crystalyx®).

A pesar de que en la figura No. 9 el consumo observado de bloque expresado en g/a/d mostró variación con las semanas de medición (136; 90; 167 g/a/d), este efecto no fue significativo.

En cuanto a la interacción tratamiento x semana x día dentro de semana, se ve que para ambos suplementos, hubo variaciones entre las semanas de medición, pero entre los días dentro de la misma semana solo hubo diferencias estadísticas para el tratamiento suplementado con DDGS en la semana 2, el día 4 respecto al día 5.

A pesar de que ambos suplementos se dieron en autoconsumo, la respuesta en consumo fue distinta según el suplemento; el bloque presentó un consumo más estable que el DDGS, es decir que no varió entre días de la misma semana en ninguna de las tres semanas mientras que el DDGS tuvo una respuesta normal con variación entre días.

No se pudo establecer una única causa y se deduce algún posible motivo; en la semana 2, días 4 (figura No. 10) el consumo de DDGS disminuyó, pudiendo tener que ver con que se realizó comportamiento animal por primera vez y la presencia de observadores en las parcelas afectó negativamente el consumo de este suplemento.

Si bien Bracho (2017) afirma que si la pastura es de buena calidad el consumo de bloques disminuye y Sánchez (1998) señala que a menor oferta, mayor es el consumo de BM, esto no sucedió en el presente trabajo ya que, como se dijo anteriormente, el consumo fue el esperado.

De acuerdo a que se respetó durante todo el periodo de suplementación la recomendación de Crystalyx® de colocar una batea cada 10 animales, pero siempre colocando al menos dos en cada parcela, es que se evitaron comportamientos de dominancia y el consumo no se vio afectado por esta razón.

Otro aspecto a destacar es que no se observaron animales que no comieran el suplemento; seguramente como lo dice Araujo Febres (1997) los ingredientes que componen el bloque le confieren la consistencia adecuada y una alta palatabilidad y eso se hizo notar desde el acostumbamiento cuando inmediatamente después de poner los recipientes en la parcela había terneras consumiendo. Tampoco se vio que existiera ningún tipo de rechazo y los desperdicios del suplemento medidos como las pérdidas por efecto del clima (lluvias) fueron bajas (17,4 g/día) si se las compara con otros trabajos que reportan pérdidas debido a este factor de 29,1 g/día (Simeone et al., 1999); los días de lluvia la consistencia del bloque era algo más líquida de lo normal pero los animales igual lo consumían.

5.2.3.2 DDGS

El consumo de DDGS estuvo siempre por encima del 1% del PV que se había planteado como objetivo; el valor promedio de consumo expresado como %PV fue de 1,45, variando en el rango 1,31- 1,59 ($P= 0,152$). El consumo expresado en kilos por animal por día, tomo un valor promedio para todo el periodo de suplementación de 3,093. Es importante resaltar que este consumo es de la mezcla de DDGS de sorgo y sal fina; si se descuenta la sal el consumo de DDGS puro es de 1,27 % del PV y 2,691 kg por animal por día.

Beretta y Simeone (2013) sugieren niveles de inclusión de sal en torno al 12 a 13% del concentrado para estabilizar el consumo de suplemento en valores del 1% del PV animal. Si bien se utilizó esta recomendación (sal al 13% de la MS del suplemento ofrecido), esta no permitió restringirlo al 1% PV, al igual que ocurrió en los ensayos de Rovira et al. (2007), Rovira et al. (2008), Velazco y Rovira (2009). Tal vez otros factores como el tipo de suplemento, las características de la pastura, podrían haber afectado el consumo de concentrado (Beretta y Simeone, 2013).

El CMS del suplemento DDGS aumentó conforme aumentó el peso de las terneras (comportamiento que era esperable) y si este se expresa en kg/a/d tuvo diferencias significativas entre las semanas de medición (2,6 kg/a/d en la semana 2; 3,2 semana 7 y 3,6 semana 11). Por otro lado este CMS de DDGS presentó variaciones entre días dentro de una misma semana (únicamente en la semana 2, día 4 respecto al día 5) y también entre semanas de medición. Aunque esto ya fue analizado en la parte de bloques, cabe recalcar que no se encontró una explicación clara para este comportamiento pero lo que si se descarta es que hayan habido problemas de acidosis o similares (consumo “serrucho”).

Se considera que el DDGS es un alimento “seguro” ya que como explica Klopfenstein (2001) como consecuencia del proceso de producción que sufren los granos de destilería el contenido de almidón es bajo, pudiendo reducirse el riesgo de acidosis ruminal sin que se pierda valor nutricional

Gustad et al. (2006) señalaron que en los niveles de suplementación de 1,08 y 1,27% de PV los novillos consumiendo rastrojo de maíz no consumieron la totalidad del suplemento ofrecido; es por esa razón que los autores sugieren un límite práctico de 1,1% del PV de DDGS, en donde por encima de este valor no aumentarían significativamente la ganancia de peso. A pesar de que esto último no fue medido, se sabe que las terneras llegaron a consumir el 1,59% de su PV sin observarse ningún tipo de problema ni rechazo.

MacDonald et al. (2007), Hess et al. (2008) afirman que con niveles superiores al 1% de PV de GD, el contenido de lípidos en la dieta puede comenzar a limitar la productividad animal. Si bien este valor fue superado, no se vieron efectos negativos que perjudicaran la performance animal.

Cambiando un poco el enfoque, la información recabada es consistente en decir que, en general, la suplementación con GD aumenta la ganancia de peso y disminuye el consumo de forraje (Morris et al. 2005, Gustad et al. 2006, MacDonald et al. 2007, Loy et al. 2008). Esto concuerda con Elizalde (2003a) que afirma que en forrajes de alta calidad el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre el proceso digestivo. Esto se relaciona con la tasa de sustitución que se define como la cantidad de pastura, que deja de comer un animal por cada unidad de suplemento adicionado que ingiere (Klein, 2003).

En el presente ensayo, como se dijo anteriormente, la disponibilidad de forraje no presentó diferencias estadísticas entre las distintas semanas de medición, pero se puede hablar de que existió una tendencia, donde en el caso del tratamiento suplementado con DDGS, la disponibilidad se mantuvo constante entre las semanas 2-7 y tendió a disminuir hacia la semana 11 (anexo No. 29)

Por otra parte, si bien el experimento comenzó con la misma carga promedio (243 kg PV/ha), debido a las distintas ganancias de peso que

presentaron los tratamientos, se evidenciaron diferencias con el transcurso del tiempo, por lo que la carga promedio para el periodo invernal fue de 281,6; 282,5 y 321,0 kg PV/ha para bloque, testigo y DDGS respectivamente (anexo No. 35).

Considerando estos aspectos, entonces se podría pensar que en el tratamiento con DDGS donde la carga aumento en mayor medida y la disponibilidad tendió a bajar recién hacia el final del experimento, habría ocurrido durante los primeros 60 días, cierto grado de sustitución.

Martínez-Pérez et al. (2013) remarcan que si el DDGS es ofrecido a niveles iguales o menores a 0,4% de PV no se afecta negativamente la ingesta de forraje. Elizalde (2003a) asevera que la sustitución de forraje por suplemento para forrajes de alta calidad comienza en niveles de suplementación de 0,2 a 0,3% del PV. Teniendo en cuenta que el nivel de suplementación teórico fue al 1% PV y considerando lo investigado por estos autores es que se podría presumir que estaban las condiciones dadas para que se dé un efecto de sustitución de forraje por concentrado, aunque este parámetro no se midió en el ensayo.

Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad (digestibilidad > 60%) varían entre 0,5 a 1 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, citados por Elizalde, 2003a). Aunque Mayne (1991) afirma que en forrajes de alta calidad, un incremento en la asignación de forraje produce una mayor tasa de sustitución y según Rearte y Pieroni (2001) este parámetro está afectado por la digestibilidad de la MS del forraje, entre otros factores, el valor de este ensayo podría encontrarse dentro del rango citado.

La eficiencia de conversión del suplemento obtenida en el ensayo fue de 5,21 kg MS de suplemento por kg adicional de PV ganado. Este valor se encuentra en el límite inferior del rango reportado por Esteves et al. (2013) para terneros suplementados en autoconsumo, sobre campo nativo con dos fuentes proteicas distintas (5,2 - 6,2 kg alimento/kg de PV) y en el límite superior conseguido por Rovira y Velazco (2009) de EC de 4,4 y 5,4 kg MS/ kg PV en terneros suplementados con ración comercial (16% proteína), en autoconsumo con 9% y 15% de sal, respectivamente.

Por su parte Blasina et al. (2010) lograron una EC menor, de 3,7 kg MS/ kg PV, en terneros también suplementados en autoconsumo sobre campo natural con ración comercial. Si bien, la eficiencia de conversión es superior a este último dato, se entiende que el valor obtenido es muy bueno para esa categoría. Esto coincide con Pordomingo (2013) las categorías jóvenes son las más eficientes, debido a que el efecto del mantenimiento de toda la masa corporal es menor, sumado a como se compone la ganancia (deposita mayor proporción de músculo y hueso que grasa).

5.3 COMPORTAMIENTO INGESTIVO

Para la actividad de pastoreo efectivo hubo interacción tratamiento x semana y tratamiento x día dentro de la semana, por lo tanto no se puede atribuir la variación de este parámetro directamente a los tratamientos estudiados.

La actividad de pastoreo efectivo difirió entre tratamientos. Sobre la base de 9 horas y 40 minutos de observación y la probabilidad estimada de hallar un animal pastoreando en cada tratamiento, los animales testigo dedicaron más tiempo (406 minutos) que los animales suplementados con bloque (359 minutos) y éstos más tiempo que los suplementados con DDGS (162 minutos). Estos resultados concuerdan con la lógica de que, en los animales testigo el forraje era la única fuente de alimento mientras que en los suplementados las diferencias en consumo de MS de suplemento podrían explicar dichos tiempos; cuando se suplementa con bloque no se esperan grandes consumos por lo que esto lleva a que los animales extiendan su tiempo de pastoreo para alcanzar sus requerimientos. En el caso del DDGS el CMSS fue del 1,45% PV (promedio), que sumado a la composición química que presenta el alimento, se estima que la cantidad de nutrientes aportados por el suplemento fue mayor y por ende se redujo el tiempo efectivo de pastoreo.

En los tratamientos testigo y bloque, el pastoreo efectivo fue la actividad principal, es decir que insumió más tiempo (70% y 62% respectivamente), no así en el tratamiento DDGS que solo ocupó 28% de las horas luz, y el descanso fuera la actividad principal (37% de las horas luz).

Esta lógica de resultados concuerda con lo reportados por Campos y Terra (2002b) donde los animales suplementados disminuyeron 23% el tiempo de pastoreo respecto a los no suplementados. Rovira et al. (2007) reportan en animales suplementados en autoconsumo 270 minutos de pastoreo/cabeza. Blasina et al. (2010) señalan valores de tiempo de pastoreo de 504 minutos para animales testigo y 330 minutos para suplementados al 1% del PV en autoconsumo lo que representa el 84% y 55% del tiempo evaluado, respectivamente. Probablemente estos valores sean superiores ya que consideran pastoreo efectivo y pastoreo búsqueda en su conjunto y los datos antes presentados son solo para pastoreo efectivo, además de diferencias en el forraje disponible y otros aspectos particulares de cada trabajo.

La interacción significativa observada (tratamiento x semana, $P < .0001$) evidencia un aumento en el tiempo de pastoreo efectivo conforme avanzó el periodo experimental, únicamente en el testigo; es decir que la probabilidad de encontrar un animal realizando esta actividad en la semana 7 y 12 fue mayor con respecto a la 2 (0,77 promedio vs. 0,52). Aunque el forraje disponible no varió significativamente entre semanas, sí hubo una tendencia a disminuir entre la semana 2 y 7 en el tratamiento testigo, lo cual sumado al aumento de peso que

tuvieron las terneras habría contribuido a que la asignación de forraje disminuyera (anexo No. 36). Tal vez esa haya sido la causa de que los animales tuvieran que pasar más tiempo pastoreando para consumir la misma cantidad de pastura. Este razonamiento es válido asumiendo que el peso de bocado fue siempre igual y sabiendo que la tasa de bocado no tuvo cambios en esas semanas.

Respecto a la tasa de bocado, esta no difirió entre tratamientos, lo que podría estar asociado a que las características de la pastura (disponibilidad, altura, % de restos secos) y la composición química de la misma no varío estadísticamente entre los tratamientos. Si existió una diferencia significativa entre la semana 12 con respecto a la 2 y 7.

Dado que el forraje disponible y la tasa de bocado en los diferentes tratamientos fueron igual, pero el tiempo de pastoreo fue diferente se puede concluir que los animales suplementados con DDGS consumieron menor cantidad de forraje que los otros dos tratamientos, lo que indica, como ya se dijo anteriormente, una cierta tasa de sustitución de forraje por suplemento. Esta conducta la reportan Rovira et al. (2007), quienes dicen que existió una correlación alta y negativa ($r = -0,77$) entre el tiempo de consumo de suplemento y el tiempo de pastoreo donde por cada 10 minutos de incremento en el tiempo de consumo de suplemento, el tiempo de pastoreo se reducía 13 minutos. Este razonamiento es válido asumiendo que el peso de bocado fue igual en los diferentes tratamientos ya que tampoco se detectaron diferencias significativas en cuanto a la altura del forraje y calidad entre los tratamientos.

En cuanto al consumo de suplemento, los animales que consumían DDGS dedicaron mayor tiempo (93 minutos) que los que consumían bloques (16 minutos). El valor obtenido para la suplementación con DDGS en autoconsumo es muy similar al reportado por Rovira et al. (2007) 99 minutos por ternero por día; estos autores a su vez agregan que los animales estuvieron 91 minutos cerca del comedero (radio de 5 metros) sin consumir suplemento ni pastoreando simplemente parados, indicando que el lugar físico del comedero es un centro de atracción para el animal.

El tiempo dedicado al descanso difirió significativamente entre tratamientos, donde los animales suplementados con DDGS pasaron la mayor parte del tiempo descansando 213 minutos (37% del tiempo evaluado), los suplementados con bloque 95 minutos (16%) y el testigo 73 minutos (13%). A su vez se observó una disminución del tiempo de descanso para el tratamiento testigo en la semana 12, lo que concuerda con el aumento del tiempo de pastoreo en esta misma semana.

Con respecto a la rumia se observó que en la semana 12 dedicaron menos tiempo respecto a la semana 2, esto condice con los valores de FDA

obtenidos en el análisis químico donde se observó una tendencia a disminuir hacia el final del ensayo. Si se calcula la digestibilidad a partir del valor de FDA (Montossi et al., 2000) este valor sería algo menor, a pesar de que a lo largo de todo el ensayo los valores de digestibilidad de la pastura fueron muy buenos.

También se desprende de los resultados que, los animales suplementados con bloques dedicaron más tiempo a la rumia que los demás tratamientos, esto no condice con la lógica del funcionamiento de los bloques ya que estos deberían mejorar las condiciones ruminales (con respecto al testigo al menos) y así disminuir el tiempo de rumia. Tal vez, que la excelente composición química de la pastura (calidad y por ende digestibilidad) hizo que se “anulara” el efecto de los bloques.

Rovira et al. (2007) en un trabajo sobre campo natural con suplementación en autoconsumo midieron un tiempo de 258 minutos al día para las actividades de descanso, consumo de agua y rumia, el cual se aproxima al de los animales suplementados con DDGS (288 minutos).

En cuanto al consumo de agua, si bien los valores se obtuvieron por diferencia de las demás actividades, se puede observar un aumento en los animales suplementados con DDGS respecto a los otros dos tratamientos. Esto puede deberse al contenido de sal que se utilizó para limitar el consumo de concentrado ya que como dicen Rovira y Velazco (2012b) con esta metodología de suplementación el consumo de agua puede llegar a ser el doble en comparación a los animales que solo comen forraje.

Un dato particular, fue que en todos los parámetros de comportamiento ingestivo hubo efecto día dentro de la semana (en descanso fue una tendencia $P=0,047$). Analizando los datos, se encontró que en la semana 2- día 4, fue el que siempre difirió de los demás días de medición, concordando con que fue el primer día que se realizó comportamiento animal. Esto se asocia a un posible “efecto observador”, ya que cuando se registraron las observaciones a campo las mismas se realizaron caminando y se cree que pudo haber cierta perturbación en el comportamiento cotidiano de las terneras. A partir de ahí se cambió la metodología de observación y se realizó a caballo presumiendo que el impacto del observador fue menor.

Sintetizando los resultados, las terneras que pastorearon campo natural en invierno sin acceso a suplemento, registraron GMD, que si bien fueron significativamente inferiores a las registradas en terneras suplementadas con DDGS, fueron muy altas y no mostraron diferencias entre sub-periodos (anexo No. 20) a pesar de que la asignación de forraje si fue disminuyendo con el correr del tiempo (anexo No. 36).

Relacionado con lo anterior, se observó una tendencia por parte de estos animales a dedicar mayor tiempo a la actividad de pastoreo que los otros dos tratamientos pudiendo haberse incrementado los requerimientos de mantenimiento; aun así el consumo total de nutrientes por parte de los animales testigo parece haber sido suficiente para cubrirlos y la GMD obtenida se justifica a la calidad del forraje (cuadro No. 18) y a la disponibilidad existente a lo largo del ensayo.

Como se asumen iguales consumos de forraje entre los tratamientos y la forma de suministro de los concentrados fue la misma (autoconsumo), las diferencias que hubo en respuesta entre los animales suplementados se pueden explicar, entre otras cosas, por la calidad de los suplementos y la naturaleza de la fuente proteica. Los granos de destilería utilizados contienen 30,3% de PC y los bloques Cattle Hi Pro un 35,5%, pero se sabe que los primeros presentan una alta proporción de PNDR mientras que la proteína de los bloques es fundamentalmente urea (nitrógeno no proteico).

La carga promedio fue siempre mayor en el tratamiento suplementado con DDGS respecto al suplementado con bloques y la asignación de forraje promedio fue menor (anexos No. 35 y No. 36); a su vez los animales que consumían DDGS dedicaron una alta proporción del tiempo en actividades de descanso y consumo de suplemento por lo que la menor actividad de pastoreo pudo haber determinado menores requerimientos de mantenimiento comparado con los otros dos tratamientos.

En síntesis, teniendo en consideración lo anterior y que el DDGS contiene energía muy digestible, alto aporte de aminoácidos esenciales, sumado a la cantidad y calidad del otro componente de la dieta (forraje) es que se cree que la respuesta de este tratamiento fue superior con diferencias estadísticas, teniendo como resultado terneras con un PV al final del invierno de 262 kg.

5.4 PERFORMANCE ANIMAL DURANTE EL PERIODO RESIDUAL

Se destaca la ganancia sostenida de peso de todos los animales a lo largo de la primavera; este comportamiento es esperable ya que la pastura natural presenta su pico de producción en dicha estación del año. Pero es importante resaltar que el tratamiento alimenticio que tuvieron las terneras durante el invierno no repercutió en la GMD de a primavera, las cuales no presentaron diferencias significativas.

Se sabe que animales que sufren restricciones alimenticias en invierno (de ciertas características Bavera et al., 2005), muestran durante la primavera, mayor ganancia media diaria respecto a los animales que no presentan restricción. En el presente trabajo no se dieron las condiciones para que las terneras manifestaran crecimiento compensatorio, es decir, que la posible restricción alimenticia que podrían haber sufrido las terneras testigo de acuerdo a lo antecedentes reportados en el cuadro No. 3 no existió o no fue suficiente para que se diera un posterior crecimiento compensatorio.

Esto a su vez concuerda con Borges y Frick (2002) quienes consideran una ganancia diaria de 0,250 kg/a/día como un valor de ganancia invernal “umbral” por debajo de la cual existe crecimiento compensatorio; las GMD invernales de todos los tratamientos estudiados estuvieron por encima de ese valor (cuadro No. 19).

Las GMD de primavera (cuadro No. 22) fueron superiores a las reportadas por Blasina et al. (2010) para un campo de basalto de Fm. Arapey donde registraron ganancias primaverales promedio 0,645 kg/a/d para los tratamientos que fueron suplementados en invierno y 0,725 kg/a/d para el testigo; en este caso los autores señalan la existencia de crecimiento compensatorio en animales del grupo testigo. Por otro lado si se comparan las ganancias obtenidas con las citadas por Straumann (2006), Costa et al. (2008), estas son similares (0,806 y 0,898 kg/a/día respectivamente) con la diferencia que estos trabajos se realizaron sobre CNm de la región este del país.

A pesar de que los animales testigo y bloque vieron incrementada su GMD mientras que los animales suplementados con DDGS vieron disminuida su GMD respecto a las de invierno, al finalizar el periodo residual el PV final fue diferente entre tratamientos. Los animales del tratamiento con DDGS presentaron un PV final superior al del testigo ($P=0,038$) y el bloque ($P=0,041$). Algo similar ocurrió en un experimento realizado por Quintans et al. (1993) donde destaca que los 29 kg de diferencia que existían al finalizar el periodo de suplementación invernal entre los animales no suplementados y suplementados con el nivel alto, se mantuvieron sin variantes a lo largo de todo el periodo posterior al experimento, obteniendo pesos finales distintos.

5.5 IMPLICANCIAS PRÁCTICAS DEL USO DE SISTEMAS DE AUTOCONSUMO

Como dicen Rovira y Velazco (2012b) la simplicidad operativa de la suplementación en autoconsumo no debe ser motivo para dejar librados al azar parámetros productivos, por el contrario, es una tecnología que requiere un control constante para lograr su buena aplicación y éxito.

Una desventaja que aluden estos autores es la pérdida parcial de control del nivel de consumo de ración que efectivamente logran los animales, la cual en este caso fue mayor a la prevista en el tratamiento con DDGS. Por lo tanto una recomendación es presupuestar un poco más de suplemento del valor que arroja el cálculo teórico (15-20% más).

Si bien no es necesario ir a racionar todos los días, es recomendable chequear regularmente tanto los recipientes de los bloques (deben estar en la posición correcta ya que cuando les queda poco contenido pueden darlos vuelta) como los comederos (ver si el contenido desliza adecuadamente dentro del comedero y recarga el frente de ataque). En el caso particular del DDGS hay que tener especial cuidado los días de lluvias intensas o con viento pues se puede humedecer el suplemento y perjudicar la recarga (es fundamental la orientación norte de la parte frontal del comedero).

A su vez es importante la ubicación de los mismos (comederos y bloques) ya que como se dijo anteriormente las terneras pasan bastante tiempo en sus alrededores no solo consumiendo, sino también descansando y rumiando. Por lo tanto es esencial colocarlos en lugares firmes, en donde el agua de lluvia escurra y así minimiza la formación de barro.

Otro factor a considerar, en este caso en el tratamiento con DDGS, es la elección de la granulometría de la sal a utilizar, la cual debe presentar un tamaño similar al del concentrado para evitar que el animal seleccione al consumir.

Es muy importante considerar los aspectos económicos cuando se evalúa una nueva tecnología, por ser éstos determinantes de su adopción por parte de los productores. Es difícil generar recomendaciones a partir de datos experimentales de un solo año, como en este caso. Sin embargo, dentro de estas limitantes, se cree pertinente plantear el resultado económico de la suplementación con DDGS que en este ensayo tuvo una muy buena respuesta que repercutió positivamente en la performance de las terneras en comparación al testigo.

A continuación se presenta en el cuadro No. 25 un detalle económico que contiene el costo del kilo producido, el precio de la ternera a fin del invierno y la

ganancia (en U\$/ha.) obtenida por los kg adicionales que se lograron gracias a la suplementación con este concentrado.

Cuadro No. 25. Resultado económico de la suplementación invernal con DDGS en terneras de destete pastoreando campo natural diferido.

Precio DDGS (U\$/kg)	0,275
EC suplemento (kg MS de DDGS/kg adicional de PV)	5,21
Costo kg adicional (U\$/kg)	1,43
Precio ternera (U\$/kg en pie)	1,73
Valor del kg producido (U\$/kg en pie)	0,30
Ganancia adicional (kg adicionales/ternera)	53,5
Carga (terneras/ha)	1,52
Ganancia adicional/ha (kg adicionales/ha)	81,0
Ganancia adicional/ha (U\$/ha)	24,1

El precio del DDGS fue el que se pagó cuando se realizó la compra del mismo en mayo 2018 (incluye el flete). Para el precio de la ternera (kg de carne en pie) se tomó como referencia el remate No. 198 de Plazarural perpetrado el 6 de septiembre de 2018. No se tienen en cuenta gastos de sanidad animal ni mano de obra ya que se considera que igual hubiesen estado si no se hubiese suplementado.

Se observa que la diferencia entre el kg producido y el precio de venta de una ternera en setiembre (fin del ensayo) fue de 0,30 U\$. La ganancia adicional, es decir los kg de diferencia que existieron entre el tratamiento con DDGS y el testigo, fue de 53,5 al finalizar el periodo de 90 días. Sabiendo que la carga era de 1,52 terneras/ha, el margen por los kilos ganando por la suplementación en ese periodo, fue de 24,1 U\$ por hectárea.

Cabe resaltar que en el momento que se compró el suplemento había un escenario de precios muy altos para todos los granos y subproductos, incluido el DDGS, debido a la escasez de forraje que había a nivel país consecuencia del déficit hídrico ocurrido en el verano 2018-2019.

Entonces pareció adecuado elaborar un análisis de sensibilidad con dos variables que fluctúan según las condiciones climáticas y circunstancias particulares: el precio del suplemento y el precio de la ternera.

Cuadro No. 26. Margen en U\$\$ por hectárea según varía el precio del DDGS y la ternera.

Precio DDGS (U\$\$/kg)	Precio ternera (U\$\$/kg en pie)					
	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
0,150	58	66	74	82	91	99
0,175	48	56	64	72	80	88
0,200	37	45	53	61	69	78
0,225	27	35	43	51	59	67
0,250	16	24	32	40	48	56
0,275	5	14	22	30	38	46
0,300	-5	3	11	19	27	35
0,325	-16	-8	1	9	17	25

Se considera la dotación y la eficiencia de conversión obtenida en el ensayo.

Como se observa en el cuadro No. 26 son muy pocos los escenarios de precio donde el margen por los kg adicionales da un resultado negativo; en la mayoría de los casos el valor es positivo y se considera alto ya que se asume que los kg adicionales se lograrán en una suplementación que dura 90 días.

6. CONCLUSIONES

Terneritas de destete con un peso promedio al inicio del invierno de 163,4 kg, recriadas en campo natural diferido sobre suelos de basalto sin acceso a suplemento (disponibilidad invernal promedio de 1830,9 kg de MS/ha y una carga promedio de 0,74 UG/ha), experimentaron una ganancia de peso de 0,519 kg por animal por día. Se debe resaltar que la GMD es coherente con la composición química que mantuvo la pastura a lo largo del ensayo (cuadro No. 18).

Teniendo en consideración la primera hipótesis, se puede decir que la suplementación invernal con granos de destilería secos de sorgo (DDGS) ofrecido en régimen de autoconsumo a terneras de destete manejadas sobre campo natural diferido sobre basalto, incrementó la ganancia diaria de peso vivo respecto al testigo sin suplementar; la respuesta a la suplementación fue de 0,594 kg/día comparado con el testigo y la eficiencia de conversión del suplemento fue de 5,21:1. El nivel de inclusión de sal utilizado como regulador de consumo no permitió restringirlo al 1% PV, teniendo un consumo promedio de este concentrado de 1,27% del peso vivo (1,45% del PV de la mezcla DDGS+sal).

Sin embargo, la suplementación invernal con bloques Cattle Hi Pro (35,5 % PC) permitió tener GMD de 0,455 kg/animal/día. Este tratamiento no tuvo respuesta a la suplementación invernal ya que las ganancias diarias de peso vivo no tuvieron diferencias estadísticas con las del testigo ($P=0,4514$) y tampoco el PV al finalizar el invierno (208,8 vs. 195,4 kg, testigo y bloque respectivamente). El consumo medio diario de suplemento fue de 0,131 kg por animal, el cual se encuentra dentro del rango recomendado.

El comportamiento animal fue afectado por los distintos tratamientos, existiendo diferencias estadísticas en el tiempo dedicado al pastoreo efectivo, descanso y a la actividad de consumo de suplemento. Los animales sin suplementar y los suplementados con bloques dedicaron la mayor parte del tiempo al pastoreo efectivo y en segundo lugar al descanso, aunque existió diferencia en ambas actividades entre tratamiento. Por otro lado los animales del tratamiento con DDGS tuvieron como actividad principal el descanso, en segundo lugar el pastoreo efectivo y la probabilidad de encontrar un animal realizando la actividad de consumo de suplemento fue alta en comparación con el otro suplemento (0,161 vs. 0,028 en bloque).

A partir del manejo conjunto primaveral, las terneras presentaron ganancia de peso elevadas independientemente de cuál había sido su manejo nutricional invernal, aunque no se manifestó crecimiento compensatorio ya que no existió restricción alguna durante el invierno. Igualmente al finalizar la etapa residual (12/12) las terneras que recibieron suplementación invernal con DDGS presentaron un peso vivo significativamente mayor que los animales suplementados con bloque y los testigo.

A pesar de ser dos concentrados energético-proteico, que fueron suministrados bajo la misma modalidad, la fuente de energía y proteína contenida en ellos afectó la respuesta y el comportamiento animal. Se concluye que el DDGS de sorgo es un alimento potencialmente adecuado para su uso en suplementaciones de terneras que pastorean campo natural diferido de basalto durante el invierno, que puede ser suministrado en autoconsumo, permitiendo expresar el potencial de crecimiento de los animales logrando pesos de 260 kg al inicio de la primavera.

7. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en un predio comercial ubicado en el departamento de Paysandú (31°57'49" S, 57°11'35" O). Se utilizaron 40 hectáreas de campo natural diferido sobre suelos de basalto, las cuales se dividieron en 6 parcelas iguales (2 repeticiones por tratamiento), se contó con sesenta terneras de destete ($163,4 \pm 4,9$ 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 bloques (B): pastoreo continuo de campo natural + suplementación con bloques Cattle Hi Pro (Crystalyx). 3) Suplementación con granos secos de destilería de sorgo (DDGS): pastoreo continuo de campo natural + suplementación con DDGS de sorgo a razón del 1,0 kg MS/ 100 kg de peso vivo. Ambos suplementos fueron ofrecidos en autoconsumo y en el caso del tratamiento 3 se incluyó sal al 13% de la MS ofrecida para regular el consumo al 1% del peso vivo. Las terneras fueron gradualmente introducidas al consumo de suplemento durante un periodo de 5 días de acostumbramiento, para luego ser suplementados durante 90 días, comenzando el 14 de junio y finalizando el 11 de setiembre de 2018, con una carga inicial de 0,7 UG/ha. Se evaluó el efecto de la suplementación invernal con concentrados energético-proteicos ofrecidos en autoconsumo sobre la performance animal respecto a un testigo sin suplementar. A su vez, se estudió si la fuente de energía y proteína utilizada (granos de destilería vs. bloque multinutricionales) pudo haber afectado la magnitud de la respuesta y la eficiencia de conversión del suplemento. Se realizaron mediciones de disponibilidad, altura y porcentaje de restos secos del forraje disponible, como también análisis de calidad del mismo; en cuanto a los animales se registró el peso cada 14 días, se midió el consumo de suplementos y se realizó comportamiento ingestivo. Durante la primavera se manejaron conjuntamente todos los animales sobre campo natural y sin acceso a suplemento con el fin de evaluar el efecto residual de los tratamientos invernales. El forraje disponible promedio para el periodo invernal fue de $1830,9 \pm 201,3$ kg de MS/ha con una altura promedio de $3,9 \pm 0,4$ cm sin diferencias significativas entre tratamientos ($P=0,643$; $P=0,731$ respectivamente). A pesar de haber realizado diferimiento de forraje de otoño a invierno, la calidad del mismo fue muy buena (12,2% proteína; 36,2% FDN; 14,2% FDA) y tampoco hubo efecto tratamiento ni interacción tratamiento x semana. Durante el invierno la ganancia media diaria presentó interacción días x tratamiento ($P<.0001$), la GMD de los animales alimentados con DDGS se diferenció de los otros dos tratamientos (1,113 kg/d vs. 0,519 y 0,455 kg/d testigo y bloque respectivamente). En consecuencia, se registraron diferencias estadísticas en el peso vivo final de invierno del tratamiento suplementado con DDGS respecto al testigo y el suplementado con bloque. El consumo de suplemento fue de 0,131 y 3,093 kg/a/d para bloque y DDGS, respectivamente y la EC del DDGS fue de 5,21:1. Asociado al consumo de suplementos, en el comportamiento animal en pastoreo se

observaron diferencias significativas entre tratamientos en la actividad de pastoreo efectivo, descanso, actividad de consumo de suplemento ($P < .0001$), rumia ($P = 0,002$). En primavera el PV aumento linealmente ($P < .0001$), pero la interacción día x tratamiento no arrojó diferencias estadísticas ($P = 0,520$) evidenciando que el tratamiento invernal no tuvo efecto sobre la GMD de primavera.

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

8. SUMMARY

The present work was conducted in a commercial farm located in Paysandú department (31°57'49 " S, 57°11'35 " O). Forty hectares of stock piled native grass were used, which were divided into 6 equal paddocks (2 repetitions per treatment), there were sixty weaned female calves (163,4 ± 4,9 kg), which were randomly assigned to the following treatments: 1) Control (C): permanent grazing of native grass without access to supplement. 2) Block supplementation (B): permanent grazing of native grass + supplementation with Cattle Hi Pro blocks (Crystalyx). 3) Supplementation with Dry Distillers Grains plus Solubles of sorghum (DDGS): permanent grazing of native grass + sorghum DDGS supplementation at a rate of 1,0 kg DM / 100 kg live weight. Both supplements were offered in self-feeders and in the case of treatment 3 salt was included at 13% of the offered DM to regulate DDGS intake at 1% of live weight. Calves were gradually introduced to supplement intake, and then supplemented for 90 days, starting on June 14th. and ending on September 11th. 2018, with an initial stocking rate of 0,7 stock unit per hectares. It was evaluated the effect of winter supplementation with energy-protein concentrates offered in self-feeders on animal performance with respect to an unsupplemented control. Moreover, it was studied if the source of energy and protein used (Dry Distillers Grains vs. multi-nutritional block) could have affected the magnitude of the response and the conversion efficiency of the supplement. Measurements of availability and height of forage were made, as well as quality analysis. As for the animals, the weight was recorded every 14 days, the consumption of supplements and ingestive behavior were recorded. During the spring all the animals were managed together on a native pasture paddock without access to a supplement in order to evaluate the residual effect of the winter treatments. The average available forage for the winter period was 1830,9 ± 201,3 kg DM/hectare with an average height of 3,9 ± 0,4 cm without significant differences between treatments (P = 0,643; P = 0,731 respectively). Despite having deferred forage from autumn to winter, the quality of it was very good (12,2% protein; 36,2% NDF, 14,2% ADF) and there was no treatment effect or interaction treatment x week. During the winter, the average daily gain (ADG) showed interaction days x treatment (P<.0001), the ADG of the animals fed with DDGS differed from the other two treatments (1,113 kg/d vs. 0,519 and 0,455 kg/d control and block respectively). Consequently, statistical differences were recorded in the final winter live weight of the treatment supplemented with DDGS in respect to the control and supplemented with block. The supplement consumption was 0,131 and 3,093 kg per animal per day for block and DDGS respectively, and the conversion efficiency of DDGS was 5,21: 1. The consumption of supplements was associated with the animal grazing behavior, where significant differences were observed between treatments in the effective grazing activity, rest, supplement consumption activity (P <.0001), rumination (P = 0.002). During spring the live weight increased linearly (P<.0001),

but the interaction day x treatment did not show statistical differences ($P = 0.520$) showing that the winter treatment had no effect on the spring ADG.

Keywords: Female calves; Stock piled natural grass; Winter supplementation; Energy-protein blocks; Dry Distillers Grains plus Solubles of sorghum; DDGS; Self-feeding system.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Abella, D.; Fossati, A.; Ghirardi, P. 2008. Alternativas de alimentación para la recepción de terneros destete. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 87 p.
2. ANKOM Technology. 2019. Product catalog ANKOM 200 Fiber Analyzer. (en línea). New York, USA. s.p. Consultado 5 set. 2019. Disponible en <https://www.ankom.com/product-catalog/ankom-200-fiber-analyzer>
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists, US). 2012. Official methods of analysis. 19th. ed. Maryland, USA. p. irr.
4. _____. 2016. Official methods of analysis. 20th. ed. Maryland, USA. p. irr.
5. AOCS (American Oil Chemist' Society, US). 2017. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS. Official Method Ba 5a-49. Ash in Oilseed Cake and Meals. 7th. ed. Urbana, Illinois, USA. s.p.
6. Araujo Febres, O. 1997. Experiencias con bloques multinutricionales en el Estado Zulia. (en línea). Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ). no. 14: 377-384. Consultado 11 mar. 2019. Disponible en <http://www.infogranjas.com.ar/2017-01-25-18-57-05/320-alimentacion-animal-bovinos/5112-experiencias-con-bloques-multinutricionales-en-el-estado-zulia>
7. _____.; 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. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 9: 104-107.
8. _____. 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 12 mar. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Judith_Petit_Aldana/publication/329197437_Manual_de_ganaderia_doble_proposito-

[Capítulo 11/links/5bfc6ad5a6fdcc76e722aafd/Manual-de-ganaderia-doble-proposito-Capitulo-11.pdf](#)

9. Arduín, E.; Purtscher, S.; Rebollo, C. 2018. Utilización de burlanda seca de sorgo (DDGS) en la suplementación estival de terneros destetados precozmente sobre praderas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
10. Arroquy, J.; Berruhet, F.; Brunetti, M.; Martínez Ferrer, J.; Pasinato, A. 2014. Uso de subproductos del destilado de granos en bovinos para carne. In: Jornada Nacional de Forrajes Conservados (1^a, 2014, Manfredi). Recopilación de presentaciones técnicas. Córdoba, INTA. pp. 1-59.
11. Ayala, W.; Carriquiry E; Carámbula, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la región Este. 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. 1-28 (Actividades de Difusión no. 49).
12. Baeck, J. M. 2000. Ganancias de peso otoñales: ¿un problema de la Pampa Húmeda solamente? (en línea). Oeste Ganadero. 2(7): 2-11. Consultado 27 may. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/31-ganancias_de_peso_otonales.pdf
13. Baethgen, W. E.; Giménez, A. 2004. La variabilidad climática, el cambio del clima y el sector agropecuario. In: Jornada sobre Clima y Respuesta Hídrica de Pasturas en Zonas Ganaderas (2004, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 2-9 (Actividades de Difusión no. 364).
14. Baldi, F.; Mieres, J.; Banchemo, G. 2008. Suplementación en invernada Intensiva: la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. In: Jornada de Producción Animal (2008, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 39-52 (Actividades de Difusión no. 532).
15. 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. 5-8. Consultado 5 feb. 2019. Disponible en <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/bargo.pdf>

16. Barreto, S. N.; Negrín, D. M. 2005. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de razas carniceras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 106 p.
17. Bartaburu, D. 2010. Un problema de este año: ¿cómo mejorar la utilización de las pasturas naturales de baja calidad? Algunos comentarios sobre la suplementación proteica. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 135: 36-38. Consultado 16 feb. 2019. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R135/R_135_36.pdf
18. Bavera, G.; Bocco, O.; Beguet, H.; Petryna, A. 2005. Crecimiento y desarrollo compensatorios. (en línea). Río Cuarto, Córdoba, UNRC. FAV. s.p. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/11-crecimiento_y_desarrollo_compensatorios.pdf
19. Belyea, R. L.; Rausch, K. D.; Tumbleson, M. E. 2004. Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind ethanol processing. Bioresource Technology. 94(3): 293-298.
20. Beretta, V.; Heinzen, M.; Simeone, A. 2000. Suplementación invernal con bloques energéticos a terneras destetadas precozmente pastoreando pradera con baja asignación de forraje. In: Congreso Argentino de Producción Animal (23º., 2000, Córdoba, Argentina). Memorias. Balcarce, Asociación Argentina de Producción Animal. p. 103.
21. _____.; Simeone, A. 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. pp. 48-51.

22. 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 (14^a., 1994, Salto, Uruguay). Anales. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Serie Técnica no. 94).
23. _____.; Pittaluga, O.; Brito, G.; Pigurina, G.; Risso, D. 1996. Recría de reemplazos en Basalto. In: Jornada sobre Producción Ganadera en Basalto (1996, Paysandú). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. cap. 9, pp. 1-8 (Actividades de Difusión no. 108).
24. _____. 1998a. Principales características climáticas y edáficas de la región de Basalto en Uruguay. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-10 (Serie Técnica no. 102).
25. _____.; Bemhaja, M. 1998b. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la Unidad Queguay Chico. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Serie Técnica no. 102).
26. _____. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de Basalto. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61-74 (Serie Técnica no. 151).
27. 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 (10^o., 2006, Maracaibo, Venezuela). Trabajos presentados. Maracaibo, FVC-LUZ. pp. 43-61.
28. Blasi, D. A.; Drouillard, J.; Brouk, M. J.; Montgomery, S. 2001. Corn gluten feed composition and feeding value for beef and dairy cattle. (en línea). Manhattan, KS, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Service. 13 p. Consultado 15 feb. 2019. Disponible en <https://www.bookstore.ksre.ksu.edu/pubs/mf2488.pdf>

29. Blasina, M.; Piñeyrúa, 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.
30. Bologna, J. 1998. Los recursos naturales de la región de Basalto superficial: limitantes y oportunidades. In: Foro sobre Basalto Superficial (1997, Artigas). Trabajos presentados. Montevideo, Plan Agropecuario. pp. 10-42.
31. Borges, M.; Frick, C. 2002. Factores que afectan la fertilidad de vaquillonas Hereford y Brahman x Hereford en el servicio de 18 meses. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 132 p.
32. Bracho, H. 2017. Elaboración de bloques multinutricionales para alimentación de bovinos, usando contenido ruminal e ingredientes minerales. (en línea). Engormix. com. s.p. Consultado 11 mar. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/elaboracion-bloques-multinutricionales-alimentacion-t41152.htm>
33. Brake, A. C.; Goetsch, A. L.; Forster Jr. L. A.; Landis, K. M. 1989. Feed intake, digestion and digesta characteristics of cattle fed bermudagrass or orchard-grass alone or with ground barley or corn. *Journal of Animal Science*. 67(12): 3425-3436.
34. Brito, G.; 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).
35. _____.; _____.; 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 sobreaño. 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).

36. _____.; Lagomarsino, X.; Luzardo, S.; Montossi, F.; La Manna, A. 2014. Suplementación infrecuente sobre campo natural de la recría bovina de sobreaño. *In*: Berretta, E. J.; Montossi, F.; Brito, G. eds. Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del basalto. Montevideo, INIA. pp. 183-197 (Serie Técnica no. 217).
37. Bruni, M.; Trujillo, A. I.; Facchin, L.; Saragó, L.; Chilbroste, 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.
38. Campos, F.; Terra, G.; Santamarina, I.; Pigurina, G. 2002a. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos 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).
39. _____.; _____. 2002b. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 112 p.
40. Cangiano, C. A. 1996. Las pasturas como fuente de alimentación de rumiantes. *In*: Cangiano, C. A. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, Argentina, INTA. 145 p.
41. _____. 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.
42. Cao, Z. J.; Anderson, J. L.; Kalscheur, K. F. 2009. Ruminant degradation and intestinal digestibility of dried or wet distillers grains with increasing concentrations of condensed distillers solubles. (en línea). *Journal of Animal Science*. 87(9): 3013-3019. Consultado 13 feb. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/26272527_Ruminal_degr

[adation and intestinal digestibility of dried or wet distillers grains with increasing concentrations of condensed distillers solubles](#)

43. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Hemisferio Sur, Montevideo, Uruguay. 464 p.
44. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
45. Castells, R.; Reyes, G. 2000. Efecto de la administración del forraje diferido de campo natural de basalto sobre la ganancia de peso de terneras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
46. Cazzuli, F.; Montossi, F. 2017. Antecedentes de investigación en auto-suministro y suplementación sobre campo natural. *In*: Montossi, F. ed. Sistemas de suplementación mediante auto-suministro para la mejora de la recría invernal de terneros sobre campo natural en el norte del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 5-17 (Serie Técnica no. 234).
47. Cibils, R.; Vaz Martins, D.; Risso, D. 1997. Qué es suplementar? *In*: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 7-10 (Serie Técnica no. 83).
48. Corrigan, M.; Erickson, G.; Klopfenstein, T.; Vander Pol, K.; Greenquist, M.; Luebbe, M. 2007. Effect of corn processing and wet distillers grains inclusion level in finishing diets. Nebraska Beef Cattle Reports. no. 67: 33-35.
49. Costa, A.; Moreira, R.; Scarsi, A.; Ayala, W.; Quintans, G. 2008. Efecto de tres ganancias invernales sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera (tercer año de evaluación). *In*: Seminario de Actualización Técnica sobre Cría Vacuna (2008, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 70-76 (Serie Técnica no. 174).
50. Creighton, K. W.; Wilson, C. B.; Klopfenstein, T. J.; Adams, D. C. 2003. Undegradable intake protein supplementation of compensating spring-born steers and summer-born steers during summer grazing. Journal of Animal Science. 81(3): 791-799.

51. Cromwell, G. L.; Hays, V. W.; Scherer, C. W.; Overfield, J. R. 1972. Effects of dietary calcium and phosphorus on performance and carcass metacarpal and turbinata characteristics of swine. *Journal of Animal Science*. 34(5): 746-751.
52. Crystalyx. s.f. Global research. Wigton, UK. s.p.
53. _____. 2019. Crystalyx Cattle Hi Pro: descripción y utilización. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 30 abr. 2019. Disponible en <http://www.crystalyx.com.uy/product/crystalyx-cattle-hi-pro/>
54. De León, M.; Peuser, R.; Bulaschevich, M.; Boetto, C. 2004. Suplementación de pasturas de baja calidad. (en línea). INTA Manfredi. Boletín Técnico no. 2. p. irr.
55. 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. Tacuarembó, INIA. pp. 24-28 (Actividades de Difusión no. 403).
56. Di Lorenzo, N. 2013. Uso de subproductos de la producción de etanol en nutrición animal. *In*: Jornada Nacional de Forrajes Conservados (4ª., 2013, Manfredi, Argentina). Memorias. Córdoba, INTA Manfredi. pp. 69-74.
57. Di Marco, O. 2011. Estimación de calidad de los forrajes. *Producir XXI*. 20(240): 24-30.
58. Díaz Royón, F; García, A. 2012. Características de los lípidos en los granos de destilería. *Albéitar: Publicación Veterinaria Independiente*. no. 152: 28-30.
59. _____.; García, A. 2013. Composición nutritiva de los granos de destilería obtenidos de diversos cereales. *Albéitar: Publicación Veterinaria Independiente*. no. 168: 52-54.
60. Doreau, M.; Chilliard, Y. 1997. Effects of ruminal or post-ruminal fish oil supplementation on intake and digestion in dairy cows. *Reproduction Nutrition Development*. 37(1): 113-124.

61. Edwards, R. A.; Greenhalgh, J. F. D.; McDonald, P.; Morgan, C. A. 1969. Nutrición animal. 6ª. ed. Zaragoza, Acribia. 587 p.
62. Elizalde, J. C. 2003a. Consideraciones técnicas y económicas en la alimentación de vacunos. Balcarce, UNMP. Facultad de Ciencias Agrarias/INTA Balcarce. s.p.
63. _____. 2003b. Suplementación en condiciones de pastoreo. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (1ª., 2003, Balcarce, Argentina). Resúmenes. Balcarce, s.e. pp. 17-28. Consultado 17 feb. 2019. Disponible en http://www.produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/56-suplementacion_campo.pdf
64. Equipo de Trabajo Unidad Experimental "GLENCOE". 2004a. Efecto de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne en novillos de sobreaño. In: Día de Campo sobre Producción Animal en Suelos de Basalto (2004, Paysandú). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 3-6 (Actividades de Difusión no. 377).
65. Equipo de Trabajo Unidad Experimental "GLENCOE". 2004b. Efecto de la suplementación energético/proteica en invierno sobre el crecimiento de vaquillonas Hereford. In: Día de Campo sobre Producción Animal en Suelos de Basalto (2004, Paysandú). Trabajos presentados. Tacuarembó, INIA. pp. 10-12 (Actividades de Difusión no. 377).
66. 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.
67. Fariñas, T.; Mendencia, 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 19 mar. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/11584872/Serie_t%C3%A9cnica_Manual_t%C3%A9cnico_No.92

68. FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, ES). 2018. Tablas FEDNA 2010-2018. (en línea). Madrid. p. irr. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>
69. Fernández Mayer, A. 2012. Bloques multinutricionales (BMN) y suplemento activador ruminal (SAR). (en línea). s.l., Engormix.com. s.p. Consultado 11 mar. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/bloques-multinutricionales-bmn-suplemento-t29493.htm>
70. Fisher, G.; Dowdeswell, A.; Perrot, G. 1996. The effect of sward characteristics and supplement type on the herbage intake and milk production of summer-calving cows. *Grass and Forage Science*. 51(2): 121-130.
71. 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.
72. Gagliostro, G. A. 2005. Aspectos nutricionales asociados a la suplementación con granos forrajeros. (en línea). In: INTA Exepochacra Ganadera (1º., 2005, Balcarce, Argentina). Artículos técnicos. Balcarce, INTA Balcarce. s.p. Consultado 5 feb. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/43-aspectos_nutricionales_granos.pdf
73. Ganesan, V.; Muthukumarappan, K.; Rosentrater, K. A. 2008. Effect of moisture content and soluble level on the physical, chemical, and flow properties of distillers dried grains with solubles (DDGS). *Cereal Chemistry*. 85(4): 464-470.
74. Giménez, J. 2016. La burlanda revoluciona el mercado de alimentación y producción ganadera lechera y cárnica. (en línea). Engormix. com. s.p. Consultado 13 feb. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/burlanda-revoluciona-mercado-alimentacion-t33025.htm>
75. 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.

76. Ham, G. A.; Stock, R. A.; Klopfenstein, T. J.; Larson, E. M.; Shain, D. H.; Huffman, R. P. 1994. Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. *Journal of Animal Science*. 72(12): 3246-3257.
77. 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.
78. Herrera, P.; Birbe, B.; Colmenares, O.; Domínguez, C.; Martínez, N. 2007. Uso de bloques multinutricionales y respuesta animal en sabanas bien drenadas de los Llanos Centrales. (en línea). In: Simposio de Tecnologías Apropriadas para la Ganadería de los Llanos de Venezuela (1º, 2007, Valle de Pascua, Guárico). Trabajos presentados. Maracay, Aragua, INIA. pp. 111-127. Consultado 11 mar. 2019. Disponible en http://avpa.ula.ve/eventos/i_simposio_tecnologias/pdf/articulo5.pdf
79. 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.
80. Hippen, A; García, A. 2009. La variabilidad de los granos de destilería para la producción lechera. *Albéitar: Publicación Veterinaria Independiente*. no 130: 4-8.
81. Hoffman P.; Combs D. 2007. Uso de la digestibilidad del FDN en la formulación de raciones. *Focus on Forage*. 6(3): 1-5.
82. Holmes, C. W.; Mc Lean, N. A.; Lockyer, K. J. 1978. Changes in the rate of heat production of calves during grazing and eating. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21(1): 107-112.
83. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). 2018. Climatología del invierno (junio, julio, agosto) en Uruguay 1981- 2010. (en línea). Montevideo. 17p. Consultado 3 abr. 2019. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2018-07/Documento-Invierno-2018.pdf>

84. Islas, A.; Soto-Navarro, S. 2011. Effect of supplementation of dried distillers grains with solubles on forage intake and characteristics of digestion of beef heifers grazing small-grain pasture. *Journal of Animal Science*. 89(4): 1229-1237.
85. Jaurena, M.; Bentancur, O.; Ayala, W.; Rivas, M. 2011. Especies indicadoras y estructura de praderas naturales de basalto con cargas contrastantes de ovinos. *Agrociencia Uruguay*. 15(1): 103-114.
86. Jaurena, M.; Porcile, V.; Baptista, R.; Carriquiry, E.; Díaz, S. 2018. La regla verde: una herramienta para el manejo del campo natural. *Revista INIA*. no. 54: 24-27.
87. Jenkins, K. H.; MacDonald, J. C.; McCollum, F. T.; Amosson, S. H. 2009. Effects of level of dried distillers grain supplementation on native pasture and subsequent effects on wheat pasture gains. *The Professional Animal Scientist*. 25(5): 596-604.
88. Klein, F. 2003. Utilización de praderas y nutrición de vacas a pastoreo. (en línea). *In*: Seminario: hagamos de la Lechería un Mejor Negocio (2003, Puerto Varas, Chile). Trabajos presentados. Valdivia, INIA Estación Experimental Remehue. p. irr. Consultado 5 feb. 2019. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR30035.pdf>
89. Klopfenstein, T. 1996a. Distillers grains as an energy source and effect of drying on protein availability. *Animal Feed Science Technology*. 60: 201-207.
90. _____. 1996b. Need for escape protein by grazing cattle. *Animal Feed Science and Technology*. 60(3-4): 191-199.
91. _____. 2001. Distillers grains for beef cattle. (en línea). *In*: Distillers grains feeding recommendations. Ames, Iowa, Iowa State University. p. irr. Consultado 13 feb. 2019. Disponible en <http://www.cie.us/documents/111005DGFRBeef.pdf>
92. _____.; Erickson, G.; Bremer, V. 2008. Board-invited review: use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *Journal of Animal Science*. 86(5): 1223-1231.

93. 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 invernala de terneros Hereford en basalto. In: Seminario de Actualización Técnica (2014, Treinta y Tres). Estrategias de intensificación ganadera. Montevideo, INIA. pp. 33-38 (Actividades de Difusión no. 734).
94. Lange, A. 1980. Suplementación de pasturas para producción de carnes. 2ª. ed. Buenos Aires, Comisión Técnica InterCrea de Producción de Carne. 74 p.
95. Li, C.; Li, J. Q.; Yang, W. Z.; Beauchemin, K. A. 2012. Ruminant and intestinal amino acid digestion of distiller's grain vary with grain source and milling process. *Animal Feed Science and Technology*. 175(3-4): 121-130.
96. Liu, C.; Schingoethe, D. J.; Stegeman, G. A. 2000. Corn distillers grains versus a blend of protein supplements with or without ruminally protected amino acids for lactating cows. *Journal of Dairy Science*. 83(9): 2075-2084.
97. Lodge, S. L.; Stock, R. A.; Klopfenstein, T. J.; Shain, D. H.; Herold, D. W. 1997. Evaluation of corn and sorghum distillers byproducts. *Journal of Animal Science*. 75(1): 37-43.
98. Loy, T. W.; Klopfenstein, T. J.; Erickson, G. E.; Macken, C. N.; MacDonald, J. C. 2008. Effect of supplemental energy source and frequency on growing calf performance. *Journal of Animal Science*. 86(12): 3504-3510.
99. 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. Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 17-22 (Actividades de Difusión no. 518).
100. _____; 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).

101. _____.; 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.
102. _____.; _____.; Brito, G. 2010a. La necesidad de la suplementación invernal sobre campo natural en la recría bovina. Revista INIA. no. 22: 11-15.
103. _____.; _____.; _____.; 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).
104. _____.; _____.; Lagomarsino, X. 2012. Uso de la suplementación en recrías sobre campo natural. Revista INIA. no. 28: 8-12.
105. _____.; 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).
106. MacDonald, J. C.; Klopfenstein, T. J.; Erickson, G. E.; Griffin, W. A. 2007. Effects of dried distillers grains and equivalent undegradable intake protein or ether extract on performance and forage intake of

heifers grazing smooth brome grass pastures. *Journal of Animal Science*. 85(10): 2614-2624.

107. Mac Loughlin, R. J. 2005. 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
108. Magri, G. 2013. Suplementación invierno-primavera con bloques proteicos y fosfóricos en vacas de cría pastoreando campo natural. (en línea). Montevideo, Compañía Cibeles. Investigación y Desarrollo. p. irr. Consultado 19 mar. 2019. Disponible en https://www.cibeles.com.uy/es/?pg=veter_investigacion
109. 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 19 mar. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a0242e/a0242e00.htm>
110. Marinissen, J.; Oriente, S. P. 2015. Suplementación sobre forrajes de baja calidad. Una experiencia real. (en línea). Buenos Aires, INTA. s.p. Consultado 16 feb. 2019. Disponible en <http://decisionganadera.com.ar/wp-content/uploads/2015/03/Suplementaci%C3%B3n-sobre-forrajes-de-baja-calidad-Una-experiencia-real.pdf>
111. 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. 103 p.
112. Martínez-Pérez, M. F.; Calderón-Mendoza, D.; Islas, A.; Encinias, A. M.; Loya-Olguín, F.; Soto-Navarro, S. A. 2013. Effect of corn dry distiller grains plus solubles supplementation level on performance and digestion characteristics of steers grazing native range during forage growing season. *Journal of Animal Science*. 91(3): 1350-1361.
113. Mayne, C. S. 1991. Effects of supplementation on the performance of both growing and lactating cattle at pasture. In: Mayne, C. S. ed.

Management issues for the grassland farmer in the 1990s. Hurley, Great Britain, British Grassland Society. pp. 55-71 (Occasional Symposium no. 25).

114. Mejía, J.; 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 11 mar. 2019. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41618395003>
115. Methol, M. 2015. Granos forrajeros: situación y perspectivas. Anuario Estadístico Agropecuario DIEA 2015: 171-186.
116. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). s.f. Estación meteorológica Paysandú. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 29 mar. 2019. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
117. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamientos de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas de Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
118. _____.; Saldanha, S. 1998. Caracterización de pasturas naturales sobre Basalto medio. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical, Grupos Campos (14^a., 1994, Salto, Uruguay). Anales. Montevideo, INIA. pp. 167-170 (Serie Técnica no. 94).
119. Montossi, F.; 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).
120. 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.

121. _____.; Smeaton, D. 2009. Reproduction in the beef cow herd. In: Profitable farming of beef cows. Massey, Massey University. pp. 42-69
122. NRC (National Research Council, US). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 248 p.
123. _____. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Science. 248 p.
124. _____. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th. rev. ed. Washington, D. C., National Academy Press. 381 p.
125. Ochoa, P. A.; Vidal, M. L. 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneras de destete pastoreando campo natural diferido. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 75 p.
126. 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 14 feb. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/cria_artificial/134-bienestar.pdf
127. Pearson, C. J.; Ison, R. L. 1994. Agronomía de los sistemas pastoriles. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 157 p.
128. Pérez Gomar, E.; Bemhaja, M. 1992. Caracterización y perspectivas de las rotaciones en los suelos arenosos del Noreste del Uruguay. Investigaciones Agronómicas. 1(2): 205-213.
129. 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).
130. _____. 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).

131. _____.; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D.; Berretta, E. J. 1997a. 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).
132. _____. 1997b. Suplementación dentro de una estrategia de manejo en áreas de ganadería extensiva. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 195-200 (Serie Técnica no. 13).
133. _____.; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D.; Berretta, E. J. 1998a. Alimentación de la recría en vacunos. *El País Agropecuario*. 4(40): 23-26.
134. _____.; Soares de Lima, J. M.; Berretta, E. J.; Montossi, F.; Pittaluga, O.; Ferreira, G. 1998b. Características del engorde a campo natural. *In*: Seminario de Actualización en Tecnología para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 137-145 (Serie Técnica no. 102).
135. 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).
136. Plazarural. 2019. Historial de remates. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 2 may. 2019. Disponible en https://plazarural.com.uy/remate_lotes/index/198
137. Pordomingo, A. J.; Wallace, J. D.; Freeman, A. S.; Galyean, M. L. 1991. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. *Journal of Animal Science*. 69(4): 1678-1687.
138. _____. 2003. Suplementación con granos a bovinos en pastoreo. (en línea). Anguil, La Pampa, INTA. 4 p. Consultado 5 feb. 2019. Disponible en <http://www.produccion->

animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/19-suplementacion_con_granos_a_bovinos_a_pastoreo.pdf

139. _____. 2013. Feedlot. Alimentación, diseño y manejo. INTA Anguil. Boletín Técnico no. 95. 170 p.
140. 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).
141. _____.; _____.; _____. 1994a. Alternativas de suplementación de vaquillonas. 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. 2-7 (Actividades de Difusión no. 34).
142. _____.; _____. 1994b. 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. Treinta y Tres, INIA. cap. 2, pp. 8-12 (Actividades de Difusión no. 34).
143. _____. 1994c. Suplementación de terneras y vaquillonas con afrechillo de arroz desgrasado. 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. 13-21 (Actividades de Difusión no. 34).
144. _____. 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).
145. Rearte, D. H.; Pieroni, G. A. 2001. Supplementation of temperate pastures. In: International Grassland Congress (19th., 2001, Sao Pedro, Brasil). Proceedings. Sao Pablo, Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp. 679-689.

146. Rich, T. D.; Armbruster, S.; Gill, D. R. 1976. Limiting feed intake with salt. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service Science Serving Agricultura. no. 3008. s.p.
147. 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).
148. Robinson, P.; Karges, K.; Gibson, M. 2008. Nutritional evaluation of four co-product feedstuffs from the motor fuel ethanol distillations industry in the Midwestern USA. *Animal Feed Science and Technology*. 146: 345-352.
149. Rodríguez, C. F. 2014. El uso de bloques nutricionales en ovinos. Tesis Dr. en Ciencias Veterinarias. Revisión bibliográfica. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Veterinaria. 48 p.
150. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. Dirección General de Extensión Universitaria. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.
151. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
152. _____.; 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).
153. _____.; _____.; Bonilla, O. 2008. Efecto de la estrategia de suplementación (autoconsumo vs. ración diaria) en el desempeño productivo de novillos. In: Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2007-2008. Montevideo, INIA. pp. 58-63 (Actividades de Difusión no. 534).
154. _____.; _____. 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).

155. _____.; _____. 2012a. En las puertas de un nuevo periodo invernal de suplementación. Autoconsumo de raciones con alto contenido de sal. Revista INIA. no. 28: 3-7.
156. _____.; _____. 2012b. Evaluación de un sistema de autoconsumo restringido con distinto contenido de sal en la ración en terneros suplementados sobre campo natural. In: Rovira, P. J.; Velazco, J. I. eds. Suplementación de bovinos en pastoreo: autoconsumo. Montevideo, INIA. pp. 23-31 (Serie Técnica no. 199).
157. _____.; Echeverría, J. 2014a. 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).
158. _____.; _____. 2014b. Efecto del nivel de suplementación de una mezcla de grano húmedo de sorgo y núcleo proteico en el desempeño productivo de terneros sobre campo natural. In: Rovira, P. 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).
159. _____.; Velazco, J. I. 2014c. Inclusión de fuentes proteicas al grano húmedo de sorgo en esquemas de suplementación de bovinos sobre campo natural. In: Rovira, P. 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).
160. _____. ed. 2014d. Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Montevideo, INIA. 92 p. (Serie Técnica no. 212).
161. _____. 2014e. Suplementación de terneros en autoconsumo con raciones con fibra (sin limitador de consumo). In: Seminario de Actualización Técnica (2014, Treinta y Tres). Estrategias de

intensificación ganadera. Montevideo, INIA. pp. 7-16 (Actividades de Difusión no. 734).

162. Sánchez, C. 1998. Bloques multinutricionales (BM) como suplemento alimenticio en caprinos. FONAIAP DIVULGA. 59: 1-9.
163. San Julián, R.; Montossi, F.; Berretta, E. J.; Levratto, J.; Zamit, W.; Ríos, M. 1998. Alternativas de alimentación y manejo invernal de la cría ovina en la región de basalto. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 209-227 (Serie Técnica no. 102).
164. Santini, F. J.; Rearte, D.H. 1997. Estrategia de alimentación en invernada. *In*: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 37-46 (Serie Técnica no. 83).
165. SAS INSTITUTE. 2008. SAS/STAT®; 9.2 user's guide. (en línea). Cary, NC. s.p. Consultado 27 may. 2019. Disponible en <https://support.sas.com/documentation/cdl/en/statugmixed/61807/PD%20F/default/statugmixed.pdf>
166. Scaglia, G. 1996. Alternativas de alimentación para la cría. *In*: Jornada Anual de Producción Animal (1996, Treinta y Tres). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 63-68 (Actividades de Difusión no. 110).
167. 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 13 feb. 2019. Disponible en <http://www.dairyweb.ca/Resources/FRNS2007/Schingoethe.pdf>
168. Schroeder, J. W. 2010. Granos de destilería: suplemento energético y proteico para el ganado lechero. (en línea). Fargo, North Dakota State University Extensión Service. 10 p. Consultado 13 feb. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/70-Granos_Destileria.pdf
169. 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 4 feb. 2019. Disponible en <http://www.upic.com.uy/Jornada Anual de la UPIC 2004.pdf>.

170. _____.; _____. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos en el sistema ganadero. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10^{a.}, 2008, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 9-23.
171. _____.; _____. 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. Consultado 6 feb. 2019. Disponible en <http://www.upic.com.uy/assets/pdf/upic-2006.pdf>
172. _____.; _____. 2009. Reformulando la ganadería en Uruguay: ¿Cómo se va a criar y engordar el ganado en los tiempos venideros? In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (11^{a.}, 2009, Paysandú, Uruguay). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Facultad de Agronomía.
173. _____.; _____.; Heinzen, M.; Soca, P. 1999. Efecto de la suplementación con bloques proteicos sobre la utilización de campo natural diferido por vacas de cría en gestación avanzada. Paysandú, Facultad de Agronomía. EEMAC. s.p.
174. Soares de Lima, J. M.; Del Campo, M.; Brito, G. 2005. Efecto de la suplementación invernal sobre el crecimiento de tejidos y el comportamiento reproductivo de vaquillonas sobreaño sometidas a una dieta energética proteica. In: Día de Campo sobre Cría Vacuna en Suelos Arenosos (2005, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 20-23 (Actividades de Difusión no. 403).
175. Sollenberger, L. E.; Moore, J. E.; Allen, V. G.; Pedreira, C. G. 2005. Reporting forage allowance in grazing experiments. *Crop Science*. 45(3): 896-900.

176. Spiehs, M. J.; Whitney, M. H.; Shurson, G. C. 2002. Nutrient database for distillers dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *Journal of Animal Science*. 80(10): 2639-2645.
177. Stein, H. H.; Gibson, M. L.; Pedersen, C.; Boersma, M. G. 2006. Amino acid and energy digestibility in ten samples of distillers dried grain with solubles by growing pigs. *Journal of Animal Science*. 84(4): 853-860.
178. _____.; Shurson G. C. 2009. Board-invited review: the use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *Journal of Animal Science*. 87(4): 1292-1303.
179. _____. 2011. Ingredientes alimenticios alternativos: concentración energética y en nutrientes, digestibilidad y niveles recomendados de inclusión. *In*: Curso de Especialización FEDNA (27°. , 2011, Madrid). Trabajos presentados. Madrid, FEDNA. pp. 105-109.
180. Straumann, J. M. 2006. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera: primer año de evaluación. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
181. Tjardes, J.; Wright, C. 2002. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. (en línea). Brookings, South Dakota State University. College of Agriculture and Biological Sciences. 5 p. Consultado 12 feb. 2019. Disponible en https://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1060&context=extension_extra
182. USGC (United States Grains Council, US). 2012. A guide to distiller's dried grains with solubles. 3rd. ed. Washington, D. C. 406 p.
183. Velazco, J.; Rovira, P. 2009. Alternativas de suplementación de novillos. Efecto del método de entrega de la ración. *In*: Deambrosi, E.; Montossi, F.; Saravia, H.; Blanco, P. H.; Ayala, W. eds. 10 años de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería. Montevideo, INIA. pp. 105-111 (Serie Técnica no. 180).

184. Verde, L. S. 1974. Estado actual de los conocimientos sobre crecimiento compensatorio. (en línea). Producción Animal. 3: 112-144. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/03-crecimiento_compensatorio.pdf

10. ANEXOS

Anexo No. 1. Descripción detallada del periodo de acostumbramiento

El alimento se suministró fraccionado en cantidades iguales, en la mañana (7 a.m.) y en la tarde (15 p.m.) en comederos grupales con acceso por un solo lado. El agua se proporcionó en tanques de Glifosato adaptados y se reponía en cada comida.

Cabe destacar que al segundo día de este periodo todos los animales formaban en el comedero y consumían correctamente su respectiva dieta.

A los animales pertenecientes al tratamiento GDA se les dio 2 kg MS/animal/día de fardo de alfalfa y el suplemento (el mismo que se utilizaría en el experimento) fue introducido gradualmente; el primer día se ofrecieron 0,3 kg MS/animal/día, el segundo 0,6 kg MS/animal/día y a partir del tercer día se aumentó diariamente a razón de 0,4 kg MS/animal/día hasta llegar a 1,8 kg MS de DDGS/animal/día, conforme como se describe en el cuadro No. 1. El consumo total el último día de este periodo, expresado en kg de MS era de 3,8 aproximadamente el 2,3% del PV.

Cuadro No. 1. Cantidad de concentrado y fardo que se suministró diariamente en el periodo de acostumbramiento.

Día	Concentrado	Fardo
	(kg/animal/día)	
1	0,3	2
2	0,6	2
3	1,0	2
4	1,4	2
5	1,8	2

El lote del tratamiento testigo, consumió durante los dos primeros días 2 kg MS/animal/día de fardo de alfalfa; a partir del día 3 y los días siguientes, se aumentó la cantidad de fardo en la misma proporción que se aumentaba el DDGS para igualar el consumo total de MS por animal. El tratamiento BEP recibió el mismo procedimiento con el fardo y el día 3 se introdujeron dos bloques de 22,5 kg cada uno (*), los cuales tuvieron una inmediata aceptación por parte de los animales.

Cuadro No. 2. Cantidad de fardo que se suministró diariamente en el periodo de acostumbramiento al tratamiento testigo y suplementado con bloque.

Día	Fardo (kg/animal/día)
1	2,0
2	2,0
3	3,0 (*)
4	3,4
5	3,8

Anexo No. 2. Metodología por la cual se realizó el análisis de suelo de acuerdo a cada parámetro analizado

- P Ácido Cítrico: extracción con solución de ácido cítrico al 0,5% en relación suelo: extractante 1:10, y posterior determinación del P extraído mediante absorbancia (882 nm) del complejo molibdofosfato reducido.
- Carbono orgánico en suelo (ME-LE-su-01): se realiza por combustión seca de la muestra y posterior detección de CO₂ por infrarrojo.
 - %MO = %C.org x 1,72. Para convertir el valor de C.Org obtenido con el método Dumas de combustión a 900°C y detección de CO₂ por infrarrojo al método con el cual se reportaba hasta el 10/08/2011 (Tinsley), debe multiplicar por 0,81.
- pH: se hace agitando la mezcla suelo:agua, en una relación 1:2,5.

Anexo No. 3. Registro de precipitaciones en el establecimiento durante el 2018, noviembre-diciembre de 2017 y años anteriores (2012-2018)

		Precipitaciones (mm)																																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Total mensual		
2017	noviembre																13				14													72	
	diciembre			8				5									30			20												19		82	
	enero	19				5						30	6															3						63	
	febrero							2			8								20								10								40
	marzo				17					12				5				6							21										61
	abril											50							6		30			75						35				190	
2	mayo		82	10				80			58																		30	20				286	
0	junio										21																								21
1	julio		37				30											5		50						7								129	
8	agosto																31									5					73	25		134	
	setiembre	22																		10										95	10			242	
	octubre	45										35																							80
	noviembre												104					20																	176
	diciembre										59	60						70										13							189
		Total anual 2018																														1611			

		Precipitaciones años anteriores (mm)											
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018					2018
enero		67	48	270	189	29	158	63					63
febrero		447	223	198	25	226	229	40					40
marzo		122	127	88	20	61	95	61					61
abril		41	62	357	22	572	114	190					190
mayo		68	214	165	125	72	241	286					286
junio		99	0	45	48	105	28	21					21
julio		20	68	289	10	211	43	129					129
agosto		183	28	25	431	32	170	134					134
setiembre		102	130	119	124	102	253	242					242
octubre		287	121	192	150	152	196	80					80
noviembre		57	300	183	74	144	72	176					176
diciembre		325	54	368	287	121	82	189					189
Total anual		1818	1375	2299	1505	1827	1681	1611					1611

Anexo No. 4. Registros para el año 2018 (3/6 al 31/12/18) de temperatura máxima, mínima, promedio, temperatura mínima medida a 5cm del césped, velocidad del viento medidos en la Unidad Experimental Glencoe

Fecha	Temp. Máxima	Temp. Mínima	Temp. Promedio	Temp.Min. Césped 5 cm	Velocidad viento						
	°C	°C	°C	°C	km/h						
03/06/18	11,8	3,8	8,7	2,3	9,2	01/08/18	12,3	2,1	6,7	-1,8	5,5
04/06/18	13,2	2,4	7,4	-0,4	2,9	02/08/18	11,9	-0,6	5,3	-4,6	5,3
05/06/18	14,1	3,6	8,8	0,9	3,6	03/08/18	13,1	1,7	6,3	-2,4	9,5
06/06/18	13,2	5,1	9,5	3,0	6,5	04/08/18	14,0	4,4	10,5	0,8	6,4
07/06/18	15,1	5,0	8,8	3,5	9,4	05/08/18	14,3	8,1	10,6	6,9	8,5
08/06/18	13,8	5,0	8,3	3,3	12,0	06/08/18	17,2	3,7	10,4	0,7	3,2
09/06/18	15,6	2,5	8,5	1,5	11,9	07/08/18	18,9	5,3	11,7	2,0	10,1
10/06/18	19,2	4,7	12,2	2,5	9,5	08/08/18	22,7	10,3	15,3	8,7	18,5
11/06/18	22,6	14,5	18,7	14,3	8,4	09/08/18	14,7	8,0	11,1	8,1	17,2
12/06/18	19,1	12,2	15,6	11,3	10,7	10/08/18	13,9	6,5	9,0	3,7	17,7
13/06/18	16,3	7,2	11,3	6,7	16,5	11/08/18	13,2	2,6	7,6	1,2	6,1
14/06/18	8,0	3,6	6,9	2,3	15,8	12/08/18	17,0	6,1	11,4	2,5	6,1
15/06/18	9,9	2,3	5,8	-0,3	4,2	13/08/18	21,8	5,7	13,5	1,2	7,7
16/06/18	11,3	-1,0	5,2	-3,0	1,4	14/08/18	24,8	7,1	16,2	3,9	8,6
17/06/18	12,1	-0,9	5,6	-4,1	0,7	15/08/18	19,4	7,6	14,6	2,8	9,8
18/06/18	14,1	1,1	7,0	-2,1	3,2	16/08/18	16,7	3,1	9,8	0,1	3,3
19/06/18	16,6	2,2	8,4	-0,6	3,3	17/08/18	19,2	5,8	11,5	3,6	9,5
20/06/18	19,7	2,5	11,3	-0,4	8,8	18/08/18	24,7	8,7	16,3	6,4	9,1
21/06/18	23,5	11,2	16,9	9,2	10,7	19/08/18	26,5	12,8	19,4	13,1	15,9
22/06/18	18,4	7,7	15,1	2,1	10,0	20/08/18	13,0	3,8	7,9	1,8	20,8
23/06/18	17,4	1,9	10,1	-0,7	4,6	21/08/18	10,9	0,9	5,4	-0,5	7,2
24/06/18	16,3	7,6	12,1	5,5	7,6	22/08/18	12,1	0,8	6,9	-1,9	2,6
25/06/18	10,2	0,3	5,7	-3,4	7,1	23/08/18	15,9	4,7	9,9	1,1	10,5
26/06/18	13,3	2,9	7,2	0,5	2,3	24/08/18	18,0	4,3	11,6	3,0	12,5
27/06/18	16,4	3,5	8,5	1,8	7,6	25/08/18	12,8	6,6	10,9	5,6	14,0
28/06/18	17,8	5,1	10,9	2,3	10,2	26/08/18	12,7	2,4	7,2	0,4	9,3
29/06/18	19,3	7,9	13,3	5,2	6,8	27/08/18	17,0	1,1	8,9	-0,4	15,7
30/06/18	18,2	14,2	16,7	13,5	4,1	28/08/18	20,2	6,7	12,2	4,3	14,5
01/07/18	19,8	14,0	16,5	13,0	5,0	29/08/18	24,6	6,7	15,4	5,2	8,5
02/07/18	22,6	13,6	19,0	12,7	4,7	30/08/18	22,7	12,0	17,5	9,4	11,9
03/07/18	18,7	8,0	14,3	6,9	14,5	31/08/18	19,8	10,6	16,8	10,6	24,7
04/07/18	9,9	3,9	7,5	4,9	12,2						
05/07/18	8,9	4,4	6,4	3,4	15,9						
10/07/18	11,8	3,8	8,2	0,2	8,9	04/09/18	18,7	10,0	14,4	6,1	9,5
11/07/18	14,2	2,3	8,4	-0,8	6,1	05/09/18	19,4	5,8	12,6	2,0	1,9
12/07/18	17,3	5,7	10,3	3,8	8,2	06/09/18	21,0	7,7	14,1	6,5	3,1
13/07/18	17,6	5,7	11,0	4,5	11,2	07/09/18	25,1	8,6	16,8	5,9	4,6
14/07/18	18,8	7,8	12,2	6,2	7,7	08/09/18	27,1	10,8	18,5	6,8	1,5
15/07/18	23,4	9,0	15,4	7,8	10,6	09/09/18	24,6	12,1	17,8	10,1	0,1
16/07/18	20,8	12,2	16,0	11,6	12,9	10/09/18	21,0	10,8	15,3	9,7	0,0
17/07/18	13,0	7,4	10,6	7,1	25,2	11/09/18	20,4	11,6	15,1	10,3	0,0
18/07/18	15,6	11,1	13,2	10,8	17,4	12/09/18	21,1	8,7	14,4	7,9	0,0
19/07/18	25,3	14,1	18,3	14,3	5,0	13/09/18	22,7	7,3	15,0	5,0	0,0
22/07/18	13,2	2,7	8,7	2,2	13,3	14/09/18	17,4	13,2	15,1	12,5	0,0
23/07/18	11,6	3,9	7,1	1,4	5,2	15/09/18	17,3	12,4	14,6	11,3	0,0
24/07/18	11,6	2,0	6,4	-0,6	10,1	17/09/18	23,5	15,7	20,0	15,5	0,0
25/07/18	13,5	0,3	7,1	-1,2	15,9	18/09/18	24,6	14,2	19,0	11,4	0,0
26/07/18	12,8	8,8	10,9	8,6	11,6	19/09/18	22,3	13,0	17,5	9,9	0,0
27/07/18	11,8	8,9	10,5	9,4	12,6	20/09/18	21,9	12,5	16,4	8,9	0,0
31/07/18	15,8	6,6	12,0	4,1	5,8	21/09/18	22,5	10,8	16,1	8,7	0,0
						22/09/18	27,5	13,8	20,4	13,0	0,0
						23/09/18	31,4	18,3	25,1	17,5	0,0
						24/09/18	22,7	17,4	19,3	17,3	0,0
						25/09/18	21,2	14,2	17,4	13,0	0,0
						26/09/18	21,9	13,0	17,4	12,4	0,0
						27/09/18	21,4	16,7	18,6	16,9	0,0
						28/09/18	18,7	15,8	16,9	16,2	0,0
						29/09/18	27,1	16,2	20,9	16,5	0,0
						30/09/18	29,3	16,0	21,6	16,4	0,0

01/10/18	25,3	17,1	20,8	16,5	0,0	01/12/18	26,5	17,8	21,5	15,6	0,1
02/10/18	21,6	7,0	14,4	4,6	0,0	02/12/18	24,0	11,5	18,1	9,6	0,0
03/10/18	16,7	3,7	10,2	1,3	0,0	03/12/18	21,0	7,7	14,5	5,4	0,1
04/10/18	21,0	5,2	13,0	2,3	0,0	04/12/18	25,4	7,5	17,1	4,1	0,1
05/10/18	21,5	8,6	14,5	5,9	0,0	05/12/18	29,1	12,3	20,5	10,9	0,0
06/10/18	20,0	6,8	13,6	3,9	0,0	06/12/18	25,4	9,4	18,0	7,6	0,2
07/10/18	20,5	8,4	13,9	6,2	0,0	07/12/18	20,7	8,8	15,8	5,9	0,0
08/10/18	26,2	8,3	18,1	5,8	0,0	08/12/18	22,1	5,8	14,6	3,1	0,2
09/10/18	29,2	16,2	22,8	13,9	0,0	09/12/18	27,3	7,8	18,8	4,6	0,4
10/10/18	27,1	15,0	20,7	13,8	0,0	10/12/18	31,3	13,2	23,1	10,0	0,0
11/10/18	22,4	9,7	15,9	7,8	0,0	11/12/18	33,9	16,4	25,1	15,2	0,0
12/10/18	15,1	8,4	11,5	7,3	0,0	12/12/18	27,5	18,9	22,5	19,3	0,0
13/10/18	15,5	10,0	12,3	9,9	0,0	13/12/18	26,7	19,4	22,7	19,0	0,0
14/10/18	20,5	11,8	15,3	8,2	0,0	14/12/18	32,5	19,2	25,6	18,5	0,0
15/10/18	22,9	9,3	16,1	4,2	0,0	15/12/18	26,7	17,8	21,6	17,1	0,0
16/10/18	25,5	9,5	17,9	5,7	0,0	16/12/18	25,9	16,3	20,4	13,9	0,0
17/10/18	27,8	12,0	20,8	8,8	0,0	17/12/18	31,4	14,0	24,1	11,4	0,0
18/10/18	31,4	18,6	24,1	15,8	0,0	18/12/18	30,8	18,3	22,5	18,7	0,0
19/10/18	28,4	16,9	22,5	15,8	0,0	19/12/18	22,6	17,6	19,6	18,3	0,0
20/10/18	23,5	14,4	18,4	13,1	0,0	20/12/18	24,6	17,7	21,2	17,2	0,0
21/10/18	22,6	8,9	15,8	7,1	0,0	21/12/18	29,1	18,3	22,4	16,2	0,0
22/10/18	25,6	9,0	17,6	7,6	0,0	22/12/18	27,8	18,6	22,5	17,7	0,0
23/10/18	26,4	12,5	18,7	10,3	0,0	23/12/18	29,0	17,7	22,7	16,7	0,0
24/10/18	22,4	12,9	17,4	11,3	0,0	24/12/18	28,3	15,5	22,0	13,0	0,0
25/10/18	24,0	8,3	17,0	7,3	0,0	25/12/18	29,6	16,1	22,8	14,0	0,0
26/10/18	26,5	13,0	19,5	11,9	0,0	26/12/18	31,7	15,4	24,1	12,9	0,1
27/10/18	20,6	12,0	15,9	10,1	0,0	27/12/18	33,0	20,7	26,6	19,3	0,0
28/10/18	23,7	8,7	16,2	5,5	0,0	28/12/18	33,9	21,8	27,5	20,9	0,2
29/10/18	25,7	11,0	18,5	8,9	0,0	29/12/18	36,1	22,3	28,2	21,2	0,1
30/10/18	27,3	12,6	20,2	10,3	0,0	30/12/18	35,1	22,9	28,4	21,9	0,2
31/10/18	30,0	16,8	21,5	14,9	0,0	31/12/18	27,2	18,8	23,7	18,5	0,0
01/11/18	24,0	14,1	18,7	12,3	0,0						
02/11/18	22,6	10,1	16,0	9,4	0,0						
03/11/18	29,2	8,9	20,1	7,6	0,0						
04/11/18	28,3	14,3	20,8	11,8	0,0						
05/11/18	28,7	12,5	20,7	8,9	0,0						
06/11/18	28,9	13,2	21,0	10,9	0,0						
07/11/18	26,7	15,3	21,1	13,9	0,0						
08/11/18	27,4	10,0	19,3	8,2	0,0						
09/11/18	31,6	12,6	22,7	11,9	0,0						
10/11/18	34,4	19,3	26,7	17,6	0,0						
11/11/18	35,3	19,7	27,6	17,9	0,0						
12/11/18	31,5	20,8	25,5	18,8	0,0						
13/11/18	26,8	22,5	24,5	21,7	0,0						
14/11/18	26,9	19,0	22,6	19,5	0,0						
15/11/18	26,1	16,2	20,2	14,4	0,0						
16/11/18	30,1	13,7	22,0	12,4	0,0						
17/11/18	28,0	14,6	21,2	13,7	0,0						
18/11/18	24,6	16,4	19,5	15,8	0,0						
19/11/18	23,2	12,9	18,3	10,0	0,0						
20/11/18	25,6	10,8	18,6	7,5	0,0						
21/11/18	29,6	11,8	21,2	8,1	0,0						
22/11/18	32,1	14,7	24,2	9,3	0,0						
23/11/18	33,0	19,6	26,1	18,6	0,0						
24/11/18	24,0	16,9	19,9	17,3	0,0						
25/11/18	25,9	13,5	19,7	11,4	0,0						
26/11/18	25,5	9,3	17,6	5,7	0,1						
27/11/18	25,0	13,0	19,6	10,5	0,0						
28/11/18	26,4	16,1	20,7	14,3	0,0						
29/11/18	27,0	17,0	21,5	16,1	0,1						
30/11/18	26,1	17,0	20,6	15,3	0,1						

Anexo No. 5. Comparación entre registros de PP, temperatura media y máxima para los meses previos al ensayo (Noviembre 2017- Mayo 2018) con la serie histórica 1961-1990

PP acumulada mensual	nov. 17	dic. 17	ene. 18	feb. 18	mar. 18	abr. 18	may. 18
	72	82	63	40	61	190	286
PP media mensual serie histórica 61-90	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.
	118	115	100	131	147	103	77
T. media	nov. 17	dic. 17	ene. 18	feb. 18	mar. 18	abr. 18	may. 18
	19,6	24,4	25,2	24,6	21,6	22,1	16
T. media serie histórica 61-90	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.
	20,4	23,1	24,8	23,7	21,6	18	14,8
T. max.	nov. 17	dic. 17	ene. 18	feb. 18	mar. 18	abr. 18	may. 18
	27,4	32,4	33,0	32,7	29,6	28,8	20,4
T. max. serie histórica	nov.	dic.	ene.	feb.	mar.	abr.	may.
	26,4	29,7	31,5	30	27,6	23,9	20,4

Anexo No. 6. Corrida SAS: tasa de bocado promedio

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	2	67	1.32	0.2747
Semana	2	67	13.35	<.0001
Día dentro de semana	3	32	14.25	<.0001
Tratamiento x semana	4	67	1.23	0.3048
Tratamiento x día dentro de semana	6	32	2.01	0.0927

Anexo No. 7. Corrida SAS: actividad de pastoreo efectivo

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	2	27	114.19	<.0001
Semana	2	54	15.71	<.0001
Día dentro de semana	3	81	10.06	<.0001
Tratamiento x semana	4	54	10.64	<.0001
Tratamiento x día dentro de semana	6	81	3.27	0.0063

Anexo No. 8. Corrida SAS: actividad de pastoreo búsqueda

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	2	27	0.51	0.6034
Semana	2	54	10.48	0.0001
Día dentro de semana	3	81	38.74	<.0001
Tratamiento x semana	4	54	2.09	0.0948
Tratamiento x día dentro de semana	6	81	2.60	0.0236

Anexo No. 9. Corrida SAS: actividad de rumia

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	2	27	7.65	0.0023
Semana	2	54	3.57	0.0351
Día dentro de semana	3	81	8.54	<.0001
Tratamiento x semana	4	54	2.24	0.0772
Tratamiento x día dentro de semana	6	81	3.33	0.0056

Anexo No. 10. Corrida SAS: actividad de descanso

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	2	27	111.69	<.0001
Semana	2	54	2.09	0.1341
Día dentro de semana	3	81	2.76	0.0476
Tratamiento x semana	4	54	5.57	0.0008
Tratamiento x día dentro de semana	6	81	0.59	0.7411

Anexo No. 11. Corrida SAS: actividad de consumo de suplemento

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	1	18	68.04	<.0001
Semana	2	36	4.18	0.0232
Día dentro de semana	3	54	6.82	0.0006
Tratamiento x semana	2	36	0.39	0.6812
Tratamiento x día dentro de semana	3	54	4.87	0.0045

Anexo No. 12. Corrida SAS: consumo de suplemento (kg/animal/día)

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm.	Den.	F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	1	2	3823.91	0.0003
Semana	2	4	58.28	0.0011
Tratamiento x semana	2	4	53.18	0.0013

Anexo No. 13. Corrida SAS: consumo de suplemento (%PV)

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm.	Den.	F-Valor	Pr > F
	DF	DF		
Tratamiento	1	2	866.63	0.0012
Semana	2	4	1.26	0.3774
Tratamiento x semana	2	4	3.13	0.1518

Anexo No. 14. Corrida SAS: consumo de suplemento variación entre días (kg/animal/día)

Tests de tipo 3 de efectos fijos					
Efecto	Núm.	Den.	F-Valor	Pr>F	
	DF	DF			
Tratamiento	1	42	2055.37	<.0001	
Semana	2	42	21.69	<.0001	
Día dentro de semana	2	42	19.62	<.0001	
Tratamiento x semana	6	42	7.88	<.0001	
Tratamiento x día dentro de semana	6	42	6.20	0.0001	
Semana x día dentro de semana	12	42	4.24	0.0002	
Tratamiento x semana x día dentro semana	12	42	3.96	0.0004	

Anexo No. 15. Corrida SAS: consumo de suplemento variación entre días (%PV)

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	1	42	2055.37	<.0001
Semana	2	42	21.69	<.0001
Día dentro de semana	2	42	19.62	<.0001
Tratamiento x semana	6	42	7.88	<.0001
Tratamiento x día dentro de semana	6	42	6.20	0.0001
Semana x día dentro de semana	12	42	4.24	0.0002
Tratamiento x semana x día dentro semana	12	42	3.96	0.0004

Anexo No. 16. Corrida SAS: ganancia media diaria de PV (1-90 días)

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	2	5.22	0.13	0.8839
Días	1	14.1	422.43	<.0001
Días x tratamiento	2	14.1	38.26	<.0001
Peso vivo inicial	1	2.97	4.33	0.1299

Anexo No. 17. Corrida SAS: ganancia media diaria de PV periodo 1-34 días

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	2	3.11	0.03	0.9684
Días	1	10.9	238.97	<.0001
Días x tratamiento	2	10.9	10.62	0.0027
Peso vivo inicial	1	1.98	0.76	0.4758

Anexo No. 18. Corrida SAS: ganancia media diaria de PV periodo 34-62 días

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	2	4.41	1.34	0.3521
Días	1	3	33.41	0.0103
Días x tratamiento	2	3	11.52	0.0391
Peso vivo inicial	1	2	1.23	0.3836

Anexo No. 19. Corrida SAS: ganancia media diaria de PV periodo 62-90 días

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	2	4.55	0.33	0.7347
Días	1	3.41	119.76	0.0009
Días x tratamiento	2	3.41	14.30	0.0219
Peso vivo inicial	1	1.98	5.30	0.1492

Anexo No. 20. Ganancia media diaria con sus intervalos de confianza según tratamiento, por periodo (días)

	Periodo (días)								
	1 a 34			34 a 62			62 a 90		
	GMD (kg/a/d)	Intervalo de confianza		GMD (kg/a/d)	Intervalo de confianza		GMD (kg/a/d)	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior		Inferior	Superior		Inferior	Superior
Bloque	0,654	0,441	0,867	0,171	-0,321	0,664	0,436	0,111	0,760
DDGS	1,225	1,012	1,438	1,121	0,629	1,614	1,164	0,840	1,489
Testigo	0,710	0,497	0,923	0,257	-0,236	0,750	0,466	0,142	0,790

Anexo No. 21. Corrida SAS: evolución del peso vivo, pesada 2

Procedimiento GLM			
Medias de cuadrados mínimos			
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer			
Tratamiento	P2 LSMEAN	Numero LSMEAN	
Bloque	176.136910	1	
Control	174.306545	2	
DDGS	183.556545	3	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRAT			
Pr > t para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)			
Variable dependiente: P2			
i/j	1	2	3
1		0.8751	0.2998
2	0.8751		0.1489
3	0.2998	0.1489	

Anexo No. 22. Corrida SAS: evolución del peso vivo, pesada 3

Procedimiento GLM			
Medias de cuadrados mínimos			
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer			
Tratamiento	P3 LSMEAN	NumeroLSMEAN	
Bloque	181.822225	1	
Control	183.463887	2	
DDGS	200.613887	3	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRAT			
Pr > t para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)			
Variable dependiente: P3			
i/j	1	2	3
1		0.9703	0.2004
2	0.9703		0.1604
3	0.2004	0.1604	

Anexo No. 23. Corrida SAS: evolución del peso vivo, pesada 4

Procedimiento GLM			
Medias de cuadrados mínimos			
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer			
Tratamiento	P4 LSMEAN	NumeroLSMEAN	
Bloque	185.162265	1	
Control	189.968867	2	
DDGS	211.468867	3	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRAT			
Pr > t para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)			
Variable dependiente: P4			
i/j	1	2	3
1		0.7729	0.1025
2	0.7729		0.0978
3	0.1025	0.0978	

Anexo No. 24. Corrida SAS: evolución del peso vivo, pesada 5

Procedimiento GLM			
Medias de cuadrados mínimos			
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer			
Tratamiento	P5 LSMEAN	NumeroLSMEAN	
Bloque	185.586739	1	
Control	194.556631	2	
DDGS	228.156631	3	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRAT			
Pr > t para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)			
Variable dependiente: P5			
i/j	1	2	3
1		0.5756	0.0570
2	0.5756		0.0580
3	0.0570	0.0580	

Anexo No. 25. Corrida SAS: evolución del peso vivo, pesada 6

Procedimiento GLM			
Medias de cuadrados mínimos			
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer			
Tratamiento	P6 LSMEAN	NumeroLSMEAN	
Bloque	196.145987	1	
Control	203.777006	2	
DDGS	247.177006	3	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRAT			
Pr > t para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)			
Variable dependiente: P6			
i/j	1	2	3
1		0.3408	0.0115
2	0.3408		0.0101
3	0.0115	0.0101	

Anexo No. 26. Corrida SAS: evolución del peso vivo, pesada 7

Procedimiento GLM			
Medias de cuadrados mínimos			
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer			
Tratamiento	P7 LSMEAN	NumeroLSMEAN	
Bloque	195.380933	1	
Control	208.809533	2	
DDGS	261.959533	3	
Medias de cuadrados mínimos para el efecto TRAT			
Pr > t para H0: MediaLS(i)=MediaLSn(j)			
Variable dependiente: P7			
i/j	1	2	3
1		0.2310	0.0121
2	0.2310		0.0120
3	0.0121	0.0120	

Anexo No. 27. Corrida SAS: ganancia media diaria de PV en primavera

Tests de tipo 3 de efectos fijos							
Efecto	Núm. DF	Den. DF	F-Valor	Pr>F	Estimador Error		
					Estimador	estándar	DF
Tratamiento	2	7.58	15.91	0.0019			
Días	1	5.56	593.92	<.0001			
Días x tratamiento	2	5.56	0.74	0.5200			
Peso vivo inicial	1	2	2.62	0.2470			

Etiqueta	Estimador	estándar	DF	Valor t	Pr > t	Alfa	Inferior	superior
Peso vivo inicial	3.0022	1.8546	2	1.62	0.247	0.05	-4.9809	10.9854
Ganancia diaria promedio	0.8461	0.03472	5.56	24.37	<.0001	0.05	0.7595	0.9327
Ganancia diaria bloque	0.8818	0.06014	5.56	14.66	<.0001	0.05	0.7318	1.0318
Ganancia diaria DDGS	0.7869	0.06014	5.56	13.09	<.0001	0.05	0.6369	0.9369
Ganancia diaria testigo	0.8696	0.06014	5.56	14.46	<.0001	0.05	0.7197	1.0196
Ganancia diaria Bloque-DDGS	0.09489	0.08504	5.56	1.12	0.31	0.05	-0.1172	0.307
Ganancia diaria Bloque - Testigo	0.01217	0.08504	5.56	0.14	0.891	0.05	-0.1999	0.2243
Ganancia diaria DDGS - Testigo	-0.08272	0.08504	5.56	-0.97	0.371	0.05	-0.2948	0.1294

Anexo No. 28. Corrida SAS: peso vivo final en primavera

Fuente	DF	Tipo IV SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	2633.311020	1316.655510	31.70	0.0306
Peso vivo inicial	1	51.837860	51.837860	1.25	0.3802

Procedimiento GLM
Medias de cuadrados mínimos
Ajuste para comparaciones múltiples: Tukey-Kramer

Tratamiento	PF_primavera LSMEAN	Número LSMEAN
Bloque	272.756289	1
Control	282.121855	2
DDGS	325.721855	3

Variable dependiente: PF_primavera

i/j	1	2	3
1		0.5760	0.0409
2	0.5760		0.0384
3	0.0409	0.0384	

Anexo No. 29. Corrida SAS: disponibilidad de forraje (kg MS/ha) y su efecto semana

Tests de tipo 3 de efectos fijos								
		Num	Den	F-Valor	Pr>F			
Efecto		DF	DF					
Tratamiento		2	3	0.51	0.643			
Semana		2	6	0.36	0.712			
Tratamiento x semana		4	6	0.22	0.915			
Procedimiento Mixed								
Medias de minimos cuadrados								
Efecto	Tratamiento	Semana	Estimador	Error estándar	DF	Valor t	Pr> t	Alfa
Semana		2	1940.16	174.23	8.52	11.14	<.0001	0.05
Semana		7	1763.61	174.23	8.52	10.12	<.0001	0.05
Semana		11	1788.96	174.23	8.52	10.27	<.0001	0.05
Tratamiento x Semana	Bloque	2	1984.58	301.78	8.52	6.58	0.0001	0.05
Tratamiento x Semana	Bloque	7	1646.76	301.78	8.52	5.46	0.0005	0.05
Tratamiento x Semana	Bloque	11	1871.35	301.78	8.52	6.2	0.0002	0.05
Tratamiento x Semana	DDGS	2	2005.55	301.78	8.52	6.65	0.0001	0.05
Tratamiento x Semana	DDGS	7	2073.46	301.78	8.52	6.87	<.0001	0.05
Tratamiento x Semana	DDGS	11	1841.13	301.78	8.52	6.1	0.0002	0.05
Tratamiento x Semana	Testigo	2	1830.35	301.78	8.52	6.07	0.0002	0.05
Tratamiento x Semana	Testigo	7	1570.63	301.78	8.52	5.2	0.0007	0.05
Tratamiento x Semana	Testigo	11	1654.4	301.78	8.52	5.48	0.0005	0.05

Anexo No. 30. Corrida SAS: altura del forraje (medido donde concentra el forraje)

Tests de tipo 3 de efectos fijos					
		Núm.	Den.	F-Valor	Pr>F
Efecto		DF	DF		
Tratamiento		2	3	1.23	0.4074
Semana		2	6	12.64	0.0071
Tratamiento x semana		4	6	2.54	0.1480

Anexo No. 31. Corrida SAS: altura del forraje (medido en el punto más alto de contacto de la hoja viva con la regla)

Tests de tipo 3 de efectos fijos					
		Núm.	Den.	F-Valor	Pr>F
Efecto		DF	DF		
Tratamiento		2	3	0.35	0.7314
Semana		2	6	1.67	0.2647
Tratamiento x semana		4	6	1.22	0.3933

Anexo No. 32. Corrida SAS: restos secos (%)

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	2	3	0.29	0.7654
Semana	2	6	8.68	0.0169
Tratamiento x semana	4	6	1.05	0.4538

Anexo No. 33. Corrida SAS: disponibilidad forraje verde (kg/ha)

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Núm. Den.		F-Valor	Pr>F
	DF	DF		
Tratamiento	2	3	0.84	0.5146
Semana	2	6	0.02	0.9766
Tratamiento x semana	4	6	0.25	0.9001

Anexo No. 34. Tasas de crecimiento de CN promedio mensual para noviembre-diciembre 2017 y enero-marzo 2018 y el promedio mensual histórico de 18 años

	Tasa de crecimiento promedio mensual (kg MS/ha/día)		Tasa de crecimiento histórica (18 años) promedio mensual (kg MS/ha/día)	
	Predio 1	Predio 2	Predio 1	Predio 2
nov. 17	18,6	16,6	16,4	17,9
dic. 17	12,5	12,6	15,1	17,1
ene. 18	9,5	13,1	14,8	16,2
feb. 18	7,6	11,9	13,9	15,7
mar. 18	8,1	12,8	11,8	13,2
abr. 18	9,1	10,0	8,9	9,4
may.18	7,5	7,3	6,6	6,7

Fuente: elaborado con base en datos convenio UBA. Lart; IPA; UdelaR. Fcien. ²

Anexo No. 35. Evolución y promedio de carga animal en el periodo invernal según tratamiento en kg PV/ha y en UG/ha

Fecha de pesada	B	DDGS	T	B	DDGS	T
	kg PV/ha			UG/ha		
14/6	245,4	242,0	242,0	0,65	0,64	0,64
3/7	267,7	277,7	263,7	0,70	0,73	0,69
17/7	277,2	303,1	277,1	0,73	0,80	0,73
31/7	283,8	318,8	286,2	0,75	0,84	0,75
14/8	287,4	342,6	291,7	0,76	0,90	0,77
27/8	303,8	371,2	305,5	0,80	0,98	0,80
11/9	305,9	392,0	311,4	0,81	1,03	0,82
	kg PV promedio/ha			UG promedio/ha		
	281,6	321,0	282,5	0,74	0,84	0,74

UG: Unidad Ganadera tomada como 1 animal de 380 kg en mantenimiento (Leborgne, 2008).

Anexo No. 36. Evolución y promedio de la asignación de forraje en el periodo invernal según tratamiento en kg de MS de forraje/100 kg de PV

	Semana			Promedio
	2	7	11	
Testigo	7,05	5,57	5,50	6,04
Bloque	7,53	5,89	6,25	6,56
DDGS	7,33	6,60	5,03	6,32

*Cálculo de asignación de forraje (kg de MS de forraje/ kg de PV) según Sollenberger et al. 2005.