



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

**EFFECTO DEL APORTE DE ENSILAJE DE SORGO
A LA DIETA DE VAQUILLONAS QUE
PASTOREAN VERDEO DE TRIGO**

Tesis presentada para optar al grado de
MAGISTER EN CIENCIAS AGRARIAS

Licenciada en Producción Animal María Lucía Coria

BAHÍA BLANCA

ARGENTINA

27 de septiembre 2010

PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Magister en Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito del Departamento de Agronomía durante el período comprendido entre el 01/04/2008 y el 29/04/2010. Director: Dr. Hugo Laborde, Co-Director: Ing. Agr. Msc. Martín Arzadún (MAA) y Comité Adjunto: Dra. María Inés Amela.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el/....../..... , mereciendo la calificación de(.....)

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en especial al Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS) y a la Estación Experimental Agropecuaria Bordenave por haberme brindado la posibilidad de efectuar la carrera de posgrado.

Al Dr. Hugo Laborde por su orientación en la realización de este trabajo, por su buena predisposición y acompañamiento.

Al Ing. Agr. Martín Arzadún por su buena predisposición y acompañamiento en la realización de este trabajo.

Al Sr. Cristian Ibarra por su permanente colaboración durante el desarrollo experimental del trabajo de tesis.

A la Lic. Marcela Martínez por su entera predisposición y paciencia en todo momento.

Agradezco el apoyo y cariño de mi familia que siempre están presentes en todos los momentos importantes de mi vida.

A todos muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
Índice de contenidos	I
Índice de tablas	IV
Índice de fotografías y figuras	V
Resumen	VI
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
Introducción	1
Disponibilidad de forraje y desempeño animal	2
Valor nutritivo del forraje	3
Determinación de la digestibilidad de los alimentos	4
Estimación de consumo	5
a. Colección total de heces	5
b. Uso de marcadores	6
Balance de nitrógeno (N)	7
Algunas limitantes productivas de verdeos invernales	9
Desbalance nutricional de las pasturas durante el invierno	9
Uso de cereales como cultivo doble propósito	11
Cultivo de sorgo	12
Ensilaje de sorgo	13
Relaciones forraje-suplemento	14
Hipótesis	17
Objetivo General	17
Objetivos Particulares	17
2. CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	18
Sitio experimental	18
Caracterización de variables climáticas	18
Componentes de la dieta	18
a. Verdeo de trigo (VT)	18
b. Ensilaje de sorgo (SS)	19
Experimento I. consumo, digestibilidad de la MS, uso del N y de la fibra del alimento	19

	Página
a. Animales y tratamientos	19
b. Manejo de la dieta	20
c. Mediciones	21
c1. Estimación de consumo y digestibilidad	21
c2. Balance de nitrógeno (N)	23
c3. Análisis de laboratorio	24
d. Diseño experimental y análisis estadístico	24
Experimento II. Disponibilidad del verdeo, peso vivo y respuesta productiva: ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea	25
a. Animales y tratamientos	25
b. Manejo de la alimentación	27
c. Mediciones	28
c1. Disponibilidad del verdeo	28
c2. Calidad de los componentes de la dieta	28
c3. Receptividad, ganancia diaria individual y peso vivo acumulado por hectárea	29
d. Diseño experimental y análisis estadístico	30
Experimento III. Estimación del consumo por medio de un marcador externo, LIPE®	30
a. Animales y tratamientos	30
b. Manejo diario	31
c. Mediciones	32
c1. Estimación del consumo de SS por oferta y rechazo	32
c2. Estimación de consumo de verdeo y SS con el uso del marcador	32
c3. Estimación de la digestibilidad de la dieta	33
d. diseño experimental y análisis estadístico	33
 CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 34
Condiciones climáticas	34
Experimento I. consumo, digestibilidad de la MS, uso del N y de la fibra del alimento	35
a. Estimación de consumo, DMS, uso del N y de la fibra del alimento	35
b. Calidad del VT utilizado	35
c. Estimación de consumo y digestibilidad	36

	Página
c1. Medición de consumo y digestibilidad por oferta y rechazo	36
c2. Estimación de consumo y digestibilidad mediante el uso de un marcador externo, LIPE®	40
c3. Balance de N	41
d. conclusiones del Experimento I	43
Experimento II. Disponibilidad del verdeo, peso vivo y respuesta productiva: ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea	43
Calidad nutritiva de los dos componentes utilizados en el experimento II	44
a. Resultados del análisis de ANVA para calidad nutritiva del VT	44
b. Parámetros de calidad	44
b1. Verdeo de trigo (VT)	44
b2. Ensilaje de sorgo (SS)	49
c. Análisis de varianza de disponibilidad del verdeo, peso vivo, ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea	51
d. Disponibilidad del VT	51
e. Ganancia de peso vivo (GD), receptividad y peso vivo acumulado (APV) ..	53
f. Conclusiones del Experimento II	57
Experimento III. Estimación del consumo voluntario por medio de un marcador externo, LIPE®	57
a. Análisis de varianza para consumo total, consumo de SS, consumo de VT y DIVMS	57
b. Disponibilidad y calidad nutritiva de los componentes de la dieta	58
c. Estimación de consumo	58
d. Conclusiones del Experimento III	62
 CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN GENERAL	63
 CAPÍTULO 5. IMPLICANCIAS	65
 CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA	66

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Precipitaciones y heladas registradas durante el año 2007 y el promedio de dos décadas anteriores, 1980-2000. (Estación meteorológica del MAA de Pasman)	34
Tabla 2. Probabilidad de F en el análisis de la varianza de consumo, DIVMS, digestibilidad de la fibra y de balance de N para las 7 dietas evaluadas	35
Tabla 3. Contenido de materia seca (MS), digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS (DIVMS), proteína bruta (PB), carbohidratos no estructurales (CNES), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), materia orgánica (MO), energía metabolizable (EM) de verdeo y ensilaje de sorgo	36
Tabla 4. Consumo de MS total, de VT, de SS y de MSD, contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en base seca, DIVMS, FDN y FDA de dietas con diferente asignación de ensilaje de sorgo y verdeo	38
Tabla 5. Producción de heces, digestibilidad de la MS, consumo estimado mediante marcador externo LIPE® y consumo estimado por oferta y rechazo del forraje ofrecido para las 6 dietas evaluadas en corderos estabulados	42
Tabla 6. Contenido de N en la dieta, N excretado en orina y heces. N retenido, digerido y balance de N.....	43
Tabla 7. Probabilidad de > F en el análisis de varianza de disponibilidad, peso vivo, ganancia diaria de peso y peso vivo acumulado por hectárea.....	52
Tabla 8. Efecto de la intensidad de pastoreo y el uso de ensilaje de sorgo sobre la receptividad, la ganancia diaria individual (GD) y el peso vivo acumulado (APV) por hectárea.....	56
Tabla 9. Probabilidad de >F en el análisis de varianza del consumo (total y de VT) y de la DIVMS.....	59
Tabla 10. Asignación de VT (verdeo de trigo), consumo de SS (ensilaje de sorgo), consumo de VT, consumo total, consumo de fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad <i>in vivo</i> de la MS (DIVMS) de la dieta para los 6 tratamientos evaluados.....	60
Tabla 11. Contenido de proteína bruta (PB), carbohidratos no estructurales (CNES), relación PB/CNES y relación DIVMS:PB, en las seis dietas evaluadas.....	62

INDICE DE FOTOGRAFÍAS Y FIGURAS

	Página
Fotografía 1. Jaulas de metabolismo.....	20
Fotografía 2. Dosificación de LIPE® en corderos.....	22
Fotografía 3. Dispositivo para dosificar el marcador externo, LIPE®.....	22
Fotografía 4. Colectores de heces y orina.....	24
Figura 1. Plano de distribución de las doce parcelas de VT a campo.....	27
Fotografía 5. Vista de una parcela de verdeo con el corral para el consumo del ensilaje de sorgo.....	28
Fotografía 6. Vista de los corrales donde se suministraba el ensilaje de sorgo.....	31
Figura 2. Consumo de MSD expresado en gMSD/animal/día para los 6 tratamientos evaluados. (800VT) 800g de verdeo + SS ad libitum; (600VT) 600g de verdeo + SS ad libitum; (400VT) 400g de verdeo + SS ad libitum; (200VT) 200g de verdeo + SS ad libitum.....	40
Figura 3. Calidad nutricional del VT a lo largo de los 5 muestreos realizados durante el período de pastoreo para los seis tratamientos evaluados. (a) Materia seca (MS), (b) Digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS), (c) Proteína bruta (PB), (d) Carbohidratos no estructurales (CNES), (e) Fibra detergente neutro (FDN), (f) Fibra detergente ácido (FDA), (g) Materia orgánica (MO) y (h) Energía metabolizable (EM). Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; Tratamientos: AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.....	47
Figura 4. Relación gPB/kgMO digestible a lo largo de los 5 muestreos realizados durante el período de pastoreo para los seis tratamientos evaluados. Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo. PB: proteína bruta, MO: materia orgánica.....	49
Figura 5. Disponibilidad del VT (kg MS/ha) para las 3 intensidades de pastoreo (A, M y B). a. sin aporte de ensilaje, y b. con aporte de ensilaje. (las barras verticales indican error típico). Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.....	54

Figura 6. Evolución del peso vivo de las vaquillonas durante el período de pastoreo para los diferentes tratamientos evaluados (las barras verticales indican error típico). Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo..... 55

Figura 7. Asignaciones de VT (kgMS/kgPV*ha) para los seis tratamientos evaluados. Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo..... 57

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar las interacciones entre el verdeo de trigo (VT) y el silaje de sorgo (SS), desde el punto de vista nutricional y productivo, para optimizar el aprovechamiento de ambos recursos. Para esto se realizaron tres experimentos: **I.** Consumo, digestibilidad de la MS, uso del N y de la fibra del alimento; **II.** Disponibilidad del verdeo, peso vivo y respuesta productiva: ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea; y **III.** Estimación del consumo voluntario por medio de un marcador externo, LIPE®. Calidad nutritiva del VT en %: junio: 25,6; 18,1; 18,0; 88,9; 36,2; 15,6; julio: 38,4; 18,2; 17,1; 88,8 36,3; 15,7; 08 de agosto: 45,6; 14,0; 16,6; 78,9; 42,1; 19,7; 24 de agosto: 41,7; 16,7; 14,7; 73,2; 52,4; 21,0; septiembre: 25,0; 18,6; 9,7; 71,4; 60,0 y 26,5 para materia seca (MS), proteína bruta (PB), carbohidratos no estructurales (CNES), digestibilidad de la MS (DIVMS), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), respectivamente. Los valores para los mismos parámetros de calidad del SS fueron: 30,4; 51,2; 7,8; 61,3; 35,3; 2,5; 18,9 y 1,9. En el Experimento I se utilizaron 24 corderos de $38 \pm 4,4$ kg de peso vivo (PV), que se ubicaron en jaulas de metabolismo individuales. Las dietas evaluadas fueron: VT *ad libitum*, SS *ad libitum*, 800VT (800g de VT+SS), 600VT (600g de VT+SS), 400VT (400g de VT+SS) y 200VT (200g de VT+SS). Mediciones: consumo de MS (C) de SS y VT por oferta y rechazo y con el marcador, FDN, FDA, DIVMS, DIVFDN (digestibilidad de la FDN) y DIVFDA (digestibilidad de la FDA); producción de heces (PH) y balance de nitrógeno (N). El Experimento II duró 101 días (del 11/06 a 19/09 de 2007). Se utilizaron 60 vaquillonas de 8 meses de edad y de $200 \pm 24,7$ kg PV, que se distribuyeron en 6 tratamientos en un arreglo factorial de dos alternativas de Disponibilidad (VT y VT+SS) y tres Intensidades (A, M y B), con dos repeticiones. En el Experimento III se utilizaron 24 vaquillonas. Los tratamientos fueron los mismos que en el Experimento II. Se estimó el C de SS por oferta y rechazo y C total con un marcador externo, LIPE®. La digestibilidad se determinó *in vitro*. En el Experimento I hubo efectos de dieta ($p < 0,01$) sobre contenido de FDN, FDA DIVMS, DIVFDA, contenido de N en la dieta, en la orina y retenido. Asignaciones crecientes de VT a una dieta basal de SS no mostraron diferencias entre sí, ni tampoco frente a las dietas puras, en el consumo de MS total con corderos. Animales que consumieron VT, pudieron reemplazar hasta un 75% de este ingrediente por SS, sin que decayera el consumo de MSD. Solamente en la dieta de VT *ad libitum* se cubrieron los requerimientos de mantenimiento de N de los corderos, siendo el balance negativo en los demás tratamientos. En el Experimento II, no hubo diferencias significativas para

disponibilidad de VT entre los tratamientos ($p= 0,9391$ para D y $p= 0,4171$ para I), sí hubo entre fechas (F) de muestreo y para las interacciones entre I*F y entre I*F*T. La disponibilidad promedio del VT fue de 800 kgMS/ha. La GP y el ADP presentaron diferencias significativas ($p<0,0001$) entre fechas de pesadas. La receptividad del verdeo aumentó en 83% ($p\leq 0,01$) por el uso de SS para AS y un 69% para MS, no siendo significativo el efecto para BS (31%). En el Experimento III hubo diferencias ($p<0,0001$) entre D, y para la interacción D x I ($p<0,05$) para C total, de VT y para DIVMS. El C total fue mayor en VT sin aporte de SS (A, M y B) para las tres I, con un efecto de sustitución con depresión del consumo del VT en los tratamientos con SS. Hubo variación en la relación PB:CNES entre las dietas a base de SS con VT respecto a las dietas basadas únicamente en VT sin embargo las GP de las vaquillonas no difirieron entre tratamientos. La utilización de altas intensidades de pastoreo de VT no afectarían las GP en vaquillonas, lo cual permitiría aumentar la carga animal o prolongar el período de pastoreo del VT sin afectar la producción. El encierre durante 20 horas en SS y pastoreo de 4 horas en VT en recría de vaquillonas aumenta la receptividad del mismo, pudiendo mejorar la estabilidad de los resultados productivos y aumentar de esta forma los beneficios de la explotación.

Palabras claves: ensilaje de sorgo, verdeo de trigo, carga animal, consumo, balance de N.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the association between wheat pasture (WP) and sorghum silage (SS), from a nutritional and production viewpoint, to optimize the use of both resources. Three experiments were performed: **I.** Consumption, digestibility of DM, N and use of forage fiber; **II.** Mass of WP, weight and growth performance: average daily gain (ADG) and beef production/ha and, **III.** Estimation of voluntary intake by an external marker, LIPE®. WP nutritional quality, %: June: 25.6, 18.1, 18.0, 88.9, 36.2, 15.6, July: 38.4, 18.2, 17.1, 88, 8; 36, 3, 15.7, August 8: 45.6, 14.0, 16.6, 78.9, 42.1, 19 7, August 24: 41.7, 16.7, 14.7, 73.2, 52.4, 21.0, September: 25 0, 18.6, 9.7, 71.4, 60.0 and 26.5 for dry matter (DM), crude protein (CP), non-structural carbohydrates (CNES), *in vitro* DM digestibility (DMD), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF), respectively. The values for the same quality parameters of SS were 30.4, 51.2, 7.8, 61.3, 35.3, 2.5, 18.9 and 1.9. In Experiment I, 24 lambs of 38±4.4 kg of body weight (BW) were placed in individual metabolism cages. The treatments were: WP *ad libitum*, SS *ad libitum*, 800WP (800g WP + SS), 600WP (600g WP + SS), 400WP (400g WP + SS) and 200WP (200g WP + SS). Total diet intake was determined by the difference between offered and rejected feed. Total fecal output (FO), as well as marker technique (LIPE®) were used to estimate *in vivo* DMD. Other determinations included: NDF, ADF, IVDMD, NDF digestibility, ADF digestibility and balance of nitrogen (N). The Experiment II lasted 101 days (from 11/06 to 19/09, 2007). 60 heifers of 8 months of age and 200 ±24.7 kg BW were used, which were distributed in six treatments in a factorial arrangement of two alternatives for availability (WP and WP + SS) and three intensities (A, M and B) with two replications. In Experiment III, 24 heifers were used. The treatments evaluated were the same as in Experiment II. SS intake was estimated by the difference between offered and rejected, and total intake of feed by an external marker, LIPE®. The DMD was determined *in vitro*. In experiment I there was effect of diet ($p < 0.01$) on NDF, IVDMD FDA, DIVFDA, N content in the diet, urine and N retained. Increasing WP allowances to SS basal diet showed no differences between them, nor against the pure diets, with the total DM intake in lambs. Animals that consumed WP, could replace up to 75% of this ingredient from SS, without to lower the consumption of MSD. Only in the *ad libitum* diet of WP N maintenance requirements of the lambs were covered, with negative balance in the other treatments. In experiment II there were differences ($p < 0.0001$) between diets, and interaction D x I ($p < 0.05$) for total C in WP and IVDMD. The total C was higher in WP without the addition of SS (A, M and B) for the three I with a substitution effect with

depressed in consumption of WP in SS treatments. In experiment III, there were no significant differences for availability of WP between treatments ($p = 0.9391$ for D and $p = 0.4171$ for I), there was differences between dates sampling (DS) and interactions between I x DS and between I x DS x D. The average forage availability for WP was 800 kgDM/ ha. The ADG and AW differ significantly ($p < 0.0001$) between weighing dates. The receptivity of WP increased by 83% ($p \leq 0.01$) by the use of SS for AS and 69% for MS, the effect was not significant for BS (31%). There was variation in the relationship PB: CNES between diets with SS respect to the diets based only on WP, however AG of the heifers did not differ between treatments. The use of high grazing intensities of WP would not affect the ADG in heifers, which would increase the stocking rate or extend the grazing period of WP without affecting production. The enclosure for 20 h in SS and grazing WP for 4 h in growing heifers increases the receptivity of WP, may improve the stability of the productive results and thus increase the benefits of farms.

Keywords: sorghum silage, wheat pasture, stocking rate, intake, N balance.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Introducción

En los países en los cuales las pasturas templadas constituyen la principal fuente de alimento de los rumiantes, estas presentan oscilaciones en la calidad y cantidad que frecuentemente no tienen un buen ajuste con la demanda de nutrientes de los animales para carne o leche a lo largo del ciclo anual. Esto provoca bajas ganancias de peso en otoño-invierno (Leaver, 1985; Elizalde y Santini, 1992) ó ganancias inferiores al potencial que pueden expresar esos animales.

Este desbalance entre la oferta de forraje y los requerimientos nutricionales del ganado hace que un aumento de la productividad y rentabilidad por hectárea de los establecimientos a través de un incremento de la carga animal no resulte un objetivo tan simple de conseguir (Abdelhadi y col., 2005).

Sumado a lo anterior, en los últimos años, en nuestro país se ha registrado una reducción del área ganadera, particularmente en el sudoeste bonaerense. Esto lleva a que en las explotaciones mixtas la producción de forraje dependa de sitios con mayores limitaciones, y también hace más necesario adoptar prácticas económicamente factibles que permitan mejorar el balance forrajero (Arzadún, 2007).

Algunas de las tecnologías empleadas, tendientes a atenuar la manifestación de la estacionalidad en la producción de las pasturas templadas, se basan en la utilización de cereales forrajeros (Arzadún y col., 2003) y en la elaboración y uso de diferentes reservas forrajeras en la época crítica.

La conservación del exceso de forraje obtenido en épocas de mayor producción, con el objetivo de cubrir los requerimientos de los animales en épocas de escasez, es una práctica que permite aumentar la carga animal y así incrementar la eficiencia del establecimiento (Phillips, 1988).

La utilización de verdeos de invierno es una práctica muy común en nuestro país. Su inclusión en la cadena forrajera constituye una estrategia de manejo que permite corregir el déficit de forraje en el invierno (Rosso y Verde, 1992). Como son recursos anuales, el costo de implantación del cultivo debe amortizarse dentro del año de implantación. Además, requieren lotes que generalmente son destinados a la agricultura con la que por lo tanto compiten.

Un alternativa que permitiría aliviar esta competencia es la utilización de verdeos de invierno con destino doble propósito. La estabilidad en los ingresos que percibe el

productor con este manejo debería ser mayor ya que dos productos, carne y cereal, están disponibles para su comercialización (Díaz y col., 1986; Redmon y col., 1995).

Durante la campaña 2006-2007 la producción de trigo en Argentina fue de 14,6 millones toneladas, en una superficie de 5.675.000 hectáreas. En la campaña 2007/08 la producción fue de 16,3 millones de toneladas sobre una superficie de 5.850.000 hectáreas (SAGPyA, 2008). La superficie de trigo implantada en el año 2002 fue de 6.344.553 has, constituyendo el 63% del total implantado correspondiente a los cultivos de cereales a nivel país. Para la misma campaña, la superficie implantada de trigo en la provincia de Buenos Aires fue de 2.837.461 has (Encuesta Nacional Agropecuaria, 2002).

El pastoreo de trigo en combinación con ensilaje puede resultar una alternativa para cubrir la baja disponibilidad de las pasturas perennes desde fines de otoño hasta principios de la primavera. El maíz y el sorgo han sido las especies más utilizadas como ensilaje, por su facilidad de cultivo, altos rendimientos y relativamente estables, y especialmente por la calidad nutritiva del material ensilado. Ambos son factibles de utilizar en el Sudoeste Bonaerense, pero el sorgo presenta una mayor tolerancia y adaptación a las escasas precipitaciones características de las zonas subhúmedas y semiáridas.

En este trabajo se utilizará el cultivo de sorgo, cuya participación ha crecido en los planteos mixtos de las zonas marginales de nuestro país, debido en gran parte a su mayor estabilidad en los rendimientos en comparación con el cultivo de maíz.

El incremento en la superficie sembrada de sorgo granífero en la campaña 2006/2007 con respecto a la anterior fue de 21,3% (SAGPyA, 2008). La superficie implantada, a nivel país, de sorgo granífero para la campaña 2006/07 fue de 700.000 has con un rendimiento de 2.795.000 toneladas; en la campaña 2007/08 la superficie fue de 805.000 has con una producción de 2.930.000 toneladas (SAGPyA, 2008).

Disponibilidad de forraje y desempeño animal.

Para evaluar la calidad nutritiva de un forraje y su efecto sobre la performance animal, la asignación del mismo no debe ser limitante, permitiendo alcanzar el máximo consumo posible por parte del animal (Méndez y Davies, 1999; Bodine y col., 2001; Coleman y Moore, 2003).

El consumo de materia seca (MS) de vacunos a pastoreo, en general no es afectado con disponibilidades de forraje de 900 a 3600 kg materia orgánica/ha ó

superiores a 1000 kg MS/ha (Chifflet de Verde y col., 1974; Torroba y Serna, 1975; NRC, 1987); ó cuando la disponibilidad de MS es superior a los 21-24 kg/100kg de peso vivo (Redmon y col., 1995).

Valor nutritivo del forraje.

Una gran parte de los sistemas ganaderos de nuestro país están basados en el pastoreo directo de recursos forrajeros, con ó sin aporte de suplementos tales como granos, subproductos de cosecha, forrajes conservados como los ensilajes, etc. En el caso de las pasturas y los forrajes conservados, la calidad del alimento ofrecido sufre variaciones que dependen de la especie, época del año, estado fisiológico, momento de corte o pastoreo, y otros factores.

Crampton y col. (1960) y Doble y col. (1971), concluyeron que la variación en el consumo voluntario del forraje responde en un 70% a la variabilidad en el valor nutritivo del mismo. Dichos autores observaron que cuando la digestibilidad (DMS) del forraje disminuye por debajo del 70%, se requiere mayor cantidad del mismo para maximizar las ganancias de peso.

Además, una disminución en la concentración de MS por debajo del 20% podría provocar una reducción en el consumo voluntario del forraje con la consiguiente caída en las ganancias de peso (John y Ulyatt, 1987). La reducida producción de Saliba producto del consumo de forrajes con bajos contenidos de MS, pueden reducir la digestión y consecuentemente el consumo (Butris y Phillips, 1987).

El valor nutritivo de un alimento incluye la composición nutricional cuantitativa (carbohidratos, proteínas, fibra, lípidos, vitaminas y minerales) y la eficiencia de utilización de estas fracciones por parte del animal, cuantificada a través de la eficiencia de conversión del alimento consumido en producto animal (Coleman y Moore, 2003).

El análisis de alimentos se lleva a cabo utilizando técnicas que intentan predecir alguno de los tres parámetros que constituyen la performance animal: el consumo, la DMS y la eficiencia de utilización (Cherney, 2000). Siendo que las variaciones en el consumo explican entre un 60 y 90% de la variación en la energía digestible del alimento (Mertens, 1994), sería conveniente entonces determinar las características de los forrajes más asociadas al consumo y a la DMS (Cherney, 2000). Entre ellas se encuentran la fibra, la lignina y la proteína cruda, junto con una precisa determinación del contenido de MS (Cherney y Mertens, 1998).

Determinación de la digestibilidad de los alimentos.

Las pruebas de digestibilidad permiten estimar la proporción de nutrientes presentes en una ración que pueden ser absorbidos por el aparato digestivo (Church y Pond, 1994) quedando disponibles para el animal (Bondi, 1989).

La digestibilidad depende mayormente de la composición nutritiva de los componentes de la dieta, y es afectada por cantidades importantes de materiales de origen no dietético presente en las heces (Merchen, 1993). Éstas últimas, constituyen una importante vía de excreción de compuestos nitrogenados, minerales y glúcidos no fibrosos de origen endógeno (Church y Pond, 1994), encontrándose reportes que indican que no hay secreción de carbohidratos a nivel intestinal (Bondi, 1989).

Por lo mencionado en el párrafo anterior, los coeficientes de digestibilidad determinados por diferentes métodos se denominan “aparentes”. Es difícil cuantificar con exactitud las cantidades de origen endógeno de un determinado elemento presente en las heces, ocasionando la subestimación de su digestibilidad verdadera.

Los valores estimados de digestibilidad aparente de las fracciones correspondientes a proteínas y lípidos, sin incluir los aportes de compuestos endógenos, son siempre menores a los coeficientes de digestibilidad verdadera. Por lo que un dato de gran utilidad al trabajar con rumiantes es que el aporte de nitrógeno endógeno varía entre 0,5 a 0,6g cada 100g de MS consumida (aproximadamente un 4% de la proteína de la dieta), por lo que los coeficientes de digestibilidad aparente en raciones con un contenido de proteína inferior al 4%, son negativos (Bondi, 1989).

En sistemas bajo pastoreo, la digestibilidad *in vivo* es afectada por aquellos elementos que tienen efecto sobre el consumo, como la capacidad de selección del animal en función de la oferta de material, la disponibilidad de agua, la tasa de pasaje del alimento, la eficiencia metabólica de los animales y hasta las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa). Esto trae como consecuencia, que difícilmente la técnica *in vitro* pueda reproducir las transformaciones ocurridas en la digestibilidad *in vivo* (Cochran y col., 1986).

Estimación de consumo.

A continuación se describen las características de dos métodos para estimar el consumo voluntario: la colección total de heces y el uso de marcadores.

a. Colección Total de Heces.

La colección total de heces (CTH) es el método más confiable para medir digestibilidad, ya que involucra directamente factores tanto del alimento como del animal (Basurto y Tejada, 1992; Cochran y Galyean, 1994). Este método incluye la medición de la ingestión de una determinada dieta de composición conocida y la colecta total de las heces correspondiente al alimento consumido. Muestras del forraje ofrecido y rechazado, de orina y heces son analizadas en el laboratorio, para evaluar el balance de nutrientes ingeridos y excretados, como base de la determinación de la digestibilidad de los nutrientes en estudio. Esta es normalmente representada por un coeficiente de digestibilidad, expresado en forma porcentual que se calcula mediante la siguiente fórmula (Bondi, 1989):

$$\text{Coeficiente de digestibilidad (\%)} = [(NI - NH) / NI] \times 100$$

Donde:

NI = Nutriente ingerido

NH = Nutriente en heces

Alcanzar esta información a través de ensayos que involucren el CTH presenta una serie de desventajas desde el punto de vista práctico: es laborioso (Van Keulen y Young, 1977; Huhtanen y col., 1994) requiere de la disponibilidad de jaulas de colección, de personal adiestrado en su manejo (Van Keulen y Young, 1977; Laredo y col., 1988; Basurto y Tejada, 1992), el costo de mantenimiento de los animales (Basurto y Tejada, 1992) y la imposibilidad de utilizar hembras en los ensayos (Brandyberry y col., 1991).

El trabajo operativo del método de CTH, implica la medición diaria de consumo, la colección de heces una o dos veces al día, sin contaminarlas con la orina. En ensayos a pastoreo la situación se complica aún más (Laredo y col., 1988) ya que los animales deben estar adaptados al uso de arneses y al constante manipuleo (Doley y col., 1994), pudiendo causar un efecto negativo sobre los hábitos de pastoreo del

animal (Van Soest, 1994). Todo esto ha promovido el uso creciente de marcadores en los estudios de digestión ó para estimar digestión o consumo en forma indirecta.

b. Uso de marcadores.

La determinación de consumo de alimentos por el método de indicadores externos o internos fue desarrollada en función de los inconvenientes que presenta la recolección total de heces, siendo de gran utilidad en los sistemas a pastoreo (Rodríguez y col., 2006).

Esta técnica no requiere de muestreos de grandes cantidades de material, solamente es necesario conocer la cantidad de marcador ingerido y la concentración de éste en las heces luego de un período de adaptación. Conociendo la producción de heces (H) y la digestibilidad de la dieta (D), el consumo se calcula fácilmente:

$$\text{Consumo (kg/d)} = H / (1-D)$$

Si bien son varios los indicadores que se pueden utilizar en experimentos de estimación de digestibilidad y consumo (óxido crómico, alcanos, fibra indigestible, cenizas insolubles, lignina, lignina purificada y enriquecida, LIPE®, etc.) en este trabajo solamente se hará referencia al LIPE®, que es el marcador que se utilizará. El LIPE® es un marcador externo, un hidroxifenilpropano modificado, que se obtuvo a través del aislamiento de la lignina de plantas de maíz y soja por medio de solventes orgánicos y que fue enriquecida con grupos fenólicos no encontrados comúnmente en la dieta animal (Saliba y col., 2003).

La lignina es uno de los principales componentes de los tejidos vasculares de los vegetales, es responsable de la resistencia mecánica y protege a las plantas del ataque de microorganismos. Está formada por tres polímeros condensados, alcoholes p-cumaril, coniferil y sinapil, que se entrecruzan en una malla compleja, resistente a la hidrólisis ácida y alcalina y a varios complejos enzimáticos, inclusive a enzimas microbianas y del tracto gastrointestinal de animales superiores (Fukushima y Hatfield, 2003).

La lignina se ha utilizado como indicador interno, sin embargo son varios los trabajos que demuestran que este polímero fenólico puede ser degradado y/o tener su estructura primaria modificada después de pasar por el tracto gastrointestinal (Fahey y Jung, 1983; Van Soest, 1994).

Los primeros estudios relacionados con el LIPE® se iniciaron en el Departamento de Zootecnia de la Escola de Veterinaria da UFMG, Brasil (Saliba, 1998; Saliba y col., 1999). A partir de ese momento se realizaron varios trabajos con este indicador externo, tanto en vacunos como en porcinos, ovinos y aves (Saliba y col., 2005; Oliveira y col., 2005).

Saliba y col. (2004), a través de resonancia nuclear magnética y productos de oxidación con nitrobenzeno, caracterizaron la composición estructural del LIPE® antes y después de su pasaje por el tracto gastrointestinal de ovinos y verificaron que en las heces había espectros idénticos a los del LIPE® original, significando esto que el indicador no fue digerido ni absorbido, siendo totalmente recuperado en las heces.

A través de microscopia electrónica de barrido pudo ser observada la integridad estructural del polímero recuperado. Estos estudios revelaron que este marcador externo presenta propiedades físico-químicas bastante estables y una gran consistencia químico-estructural, siendo totalmente recuperado en las heces (Rodríguez y col., 2006).

El LIPE® ha sido utilizado en ensayos tanto de ovinos (Saliba y col., 2003) como de bovinos (Da Silva y col., 2006) comparándolo con otros marcadores y con la recolección total de heces, obteniéndose una muy buena recuperación del indicador en heces. Saliba y col. (2003) hallaron valores de recuperación fecal de LIPE® de 97.9 y 99.3% en conejos, 95.9% en ovinos y de 94.6% en porcinos.

A diferencia de otros marcadores, con el LIPE®, un único muestreo a horario fijo puede ser utilizado con seguridad dado que no presenta variación diurna en la excreción y a su distribución uniforme en las heces (Rodríguez y col., 2006).

El período de adaptación es de 48 horas, y el período de recolección de heces es de 5 días. La técnica analítica para su determinación en heces es la espectroscopia infrarroja. Esta técnica es rápida, sensible, muy simple y de muy bajo costo.

Su presentación comercial es en cápsulas de 100, 250 y 500 mg, en cajas de 100 cápsulas.

Dentro de las ventajas de este indicador se encuentran su bajo costo y el corto período de adaptación que requiere.

Balance de nitrógeno (N).

La relación entre el peso total de la proteína y el de su contenido en N es muy constante, de 6,25, las proteínas contienen un 16% de nitrógeno. Por eso, se puede

estimar el peso de la proteína conociendo el peso del N que contiene y multiplicándolo por 6,25.

El N es un componente fundamental de la dieta de los animales, sobre todo los que tienen elevadas necesidades de producción dado que es el elemento básico para la síntesis de proteínas, hormonas, factor de crecimiento, etc. Por lo tanto a los fines prácticos, el balance de N, es una forma útil de determinar la utilización de N dietario en la producción animal. Un balance positivo indica un predominio del anabolismo sobre el catabolismo animal.

El grado de utilización de la proteína de la dieta depende no solamente de su absorción, sino también de su utilización luego de ser absorbida. Las fuentes de proteína se pueden evaluar por su valor biológico, que es el porcentaje de N absorbido por el tracto gastrointestinal que puede ser utilizado por las funciones productivas del cuerpo (Pond y col., 1995).

El valor biológico de una proteína se determina experimentalmente a través de la medición del N consumido y del N excretado en orina y heces. Parte del N que se pierde en heces es producto de pérdidas endógenas, y las pérdidas de N por orina incluyen el exceso de N en la dieta y productos finales del metabolismo, como es la urea (Pond y col., 1995). La determinación del valor biológico de la proteína o balance de N, nos da una estimación de la eficiencia del uso de la proteína absorbida para las funciones de mantenimiento y crecimiento.

Cuando se alimenta a diferentes animales con dietas que proporcionan igual cantidad de energía y de materia seca, pero con diferentes cantidades de proteína, es de esperar que sus balances de N formen, de manera esquemática, una recta, que partiendo de un nivel bajo de N, va elevándose la ingestión del mismo, provocando una reducción gradual del balance negativo, hasta que se alcanza un punto de equilibrio. En este punto los nuevos aumentos de proteína no son capaces de hacer aumentar la retención de N y entonces la línea se hace horizontal (McDonald y col., 1979).

Los rumiantes tienen un límite para la concentración de NH_3 en el rumen, el exceso lo elimina por orina como urea, por ese motivo es que en el esquema nombrado anteriormente, la línea se vuelve horizontal. Aunque el animal ingiera más N con la dieta, no puede retenerlo, y entonces allí es donde se produce el “derroche” de proteína.

Algunas limitantes productivas de verdeos invernales.

La utilización del verdeo fresco como único componente de la dieta presenta limitaciones desde el punto de vista productivo. La variación en la producción de forraje a lo largo del ciclo anual es una de las limitantes, donde más del 50% de la producción de la MS se encuentra concentrada en el primer crecimiento otoñal (Méndez y Davies, 1999).

Otra limitación de los verdeos es el bajo contenido de MS que puede alcanzar valores del 5% en estado vegetativo temprano (Hogan y Weston, 1969) y por último, el desbalance entre proteína soluble (PS) y carbohidratos no estructurales solubles (CNES) (Méndez y Davies, 1999).

La calidad de este tipo de forraje en otoño es sumamente compleja debido al gran número de factores que intervienen en su manifestación por lo que reducirlo exclusivamente a un problema de desbalance de energía:proteína resulta en una sobresimplificación riesgosa. Cualquier medida que se adopte en ese sentido para la corrección del mismo no va a producir el efecto buscado (Méndez y Davies, 1999).

Bajas ganancias de peso en otoño-invierno en bovinos en pastoreo han sido descritas por numerosos autores y en distintas áreas agroecológicas en las cuales las pasturas y los verdeos constituyen la principal fuente de alimentación de los rumiantes (Elizalde y Santini, 1992; Kloster y col., 1995; Arzadún y col., 1996; Méndez y Davies, 1999). Todos ellos coinciden en que las causas de la baja productividad pueden estar ligadas a la disponibilidad de MS y al valor nutritivo del forraje consumido.

Desbalance nutricional de las pasturas durante el invierno.

El desbalance nutricional de las pasturas invernales durante otoño e invierno, se manifiesta en las bajas proporciones de CNES en relación al contenido de N (MacRae y col., 1985), lo cual produce una disminución en la performance animal y una elevada pérdida de N, causado principalmente por una disminución en la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Beever, 1993; Elizalde y col., 1996).

Sin embargo, una relación proteína: CNES alta no siempre tiene como consecuencia una disminución de la productividad animal, ya que ésta está ligada a la cantidad de energía rápidamente disponible en el rumen. Si la misma no resulta limitante para la síntesis de proteína microbiana posiblemente no se verá afectada la respuesta animal, aunque sí habrá un uso ineficiente del N de la dieta (Beever, 1993).

Es de gran relevancia maximizar la utilización de la proteína degradable a nivel ruminal para su conversión a proteína microbiana, ya que permitiría mejorar la eficiencia de utilización del alimento por parte del animal (Allden, 1981; Arzadún y col., 1996; Bargo y col., 2001; Arelovich y col., 2003).

Según Moore y col. (1998) los máximos consumos de forraje se obtienen con una relación de total nutrientes digestibles (TND): proteína bruta (PB) de 4:1, y se reduce en forma lineal a medida que el exceso de energía y/o reducción de la PB se hace más evidente. Estos autores sugieren que la óptima relación se encuentra entre 4:1 a 6:1.

Cuando utilizamos verdeos de invierno con un TND de 75% y una concentración proteica muy alta, llegando en algunos casos a 23% PB, la relación es de 3,25:1, por lo que suplementar con alimentos energéticos como el grano de maíz ó de sorgo resulta una buena alternativa para balancear la dieta.

Una sustitución parcial de forrajes invernales de alta calidad con cantidades moderadas de grano (30 a 40% de la MS ingerida) puede resultar en una mejor sincronización entre la energía y la proteína en el rumen, aumentando la síntesis de proteína microbiana y disminuyendo las pérdidas de N, sin afectar la digestión de la fibra (García y col., 2000; Elizalde y Santini, 1992).

En nutrición animal el término “sincronización nutricional” hace referencia al suministro, en forma simultánea, de proteína (N, proteína verdadera) y energía (carbohidratos solubles) al rumen, de forma que se encuentren disponibles en las proporciones requeridas por el animal (Hall y Huntington, 2007). Sin embargo, cada nutriente que no es derivado directamente de la dieta puede cambiar el patrón temporal de los recursos disponibles respecto de aquellos previstos con la dieta solamente.

Una sincronización nutricional de proteína y energía en el rumen no necesariamente generará incrementos en la eficiencia microbiana y en la productividad animal en la medida esperada (Hall y Huntington, 2007). En la medida que se quiera obtener resultados satisfactorios a través del concepto de sincronización nutricional, se debería tener en cuenta no solo el animal en sí, también, la complejidad de las interacciones de éste con su ambiente, los microorganismos del rumen y la dieta suministrada siendo más específicos en la designación de los nutrientes que serán sincronizados (Hall y Huntington, 2007).

Uso de cereales como cultivo doble propósito.

Los verdeos de invierno son un componente muy frecuente en la estrategia de empleo de recursos forrajeros durante el invierno en la pampa subhúmeda, en particular para rumiantes jóvenes en activo crecimiento. Proveen forraje rico en proteína, energía y minerales y bajo en fibra (Méndez y Davies, 1999).

Asimismo el trigo (*Triticum aestivum*), u otro cereal cuyo cultivo se destina a obtener grano, puede aportar forraje a modo de verdeo de invierno, constituyendo un uso llamado doble propósito. El uso de trigo doble propósito es importante en la economía agrícola de varios estados de USA (Redmon, 1995). También es una práctica que se viene llevando a cabo en Australia, Marruecos, Pakistán, Siria, Uruguay, y por supuesto Argentina (Rodríguez y col., 1990).

Las variedades de trigo potencialmente aptas para su uso con doble propósito, deberían tener un ciclo vegetativo largo (Del Luca y Fontanelli, 1995; Mellado Zambrano, 1995; Tavella y col., 1995) de modo que su producción de forraje pueda aprovecharse para pastoreo sin interferir desfavorablemente en la cosecha de grano.

El trigo doble propósito (TDP) como recurso forrajero posee una calidad nutricional similar a los verdeos que se usan solamente para pastoreo. Su contenido de PB es alto (>20%) al inicio del pastoreo y decrece a medida que avanza el invierno, sin que este contenido sea afectado por la presión de pastoreo usada (Arzadún y col., 2003).

En los trigos doble propósito el rendimiento en grano depende básicamente de las lluvias adecuadas y temperaturas elevadas de los meses de octubre y noviembre (Hernández, 1969).

Es de fundamental importancia conocer el sistema de manejo de estos trigos, que le permitan al productor mediante la obtención de carne y grano el máximo beneficio económico posible. Con respecto a esto, en un trabajo de 5 años, Hernández (1969) demostró que el pastoreo de trigo que produjo 88 kg/ha de carne provocó una reducción de 211 Kg/ha de grano. Arzadún y col. (2003) en un trabajo de tres años obtuvieron una ganancia promedio anual de 283 Kg/ha de peso vivo y 955 Kg/ha de grano de trigo doble propósito, con alta presión de pastoreo (3 animales ó 465 kg PV/ha). Los autores concluyen que considerando el precio histórico de comercialización del ganado de carne respecto del precio del trigo como cereal, la relación entre ambos productos obtenida resulta económicamente favorable para el productor de la región pampeana.

Otro efecto favorable que podría esperarse es la menor incidencia de diarreas que es habitualmente provocada por el consumo de forraje verde con excesivo contenido de agua. Además, si se impone una restricción al pastoreo del verdeo puede prolongarse su periodo de aprovechamiento o puede incrementarse la carga animal sobre el lote.

Puede incrementar la receptividad animal de la explotación y contribuir a una mayor estabilidad de los ingresos de las explotaciones.

Cultivo de sorgo.

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es una gramínea anual de origen tropical de la familia de las Poaceas con una muy alta tasa de crecimiento durante los meses cálidos. Es una especie que ha sido adaptada naturalmente y a través del mejoramiento genético a una gran variedad de ambientes.

Además de ser utilizado para la cosecha de grano, el sorgo también se destina para pastoreo directo como verdeo de verano, diferido en el invierno, para la elaboración de rollos y ensilajes. De esta manera, se minimizaría el déficit de forraje que se presenta en la época invernal en la región del sudoeste bonaerense.

En el área de influencia de la Chacra Experimental del MAA de Coronel Suárez, sitio donde se realizó este trabajo de investigación, los rendimientos alcanzados por este cultivo (resultados de 3 años de ensayo) fueron de 6500 kg grano/ha y 12000 kg MS planta entera/ha (Melin y col., 2008).

Al ser un cultivo anual ofrece una gran flexibilidad de manejo en las explotaciones ganaderas, por sus altos rendimientos estacionales de forraje de calidad que son aprovechados en pastoreo durante verano y principios de otoño.

La difusión de sorgos abarca generalmente áreas marginales para el maíz, dado que presenta una serie de características que favorecen su adaptación. Especialmente en suelos someros, con menor capacidad de retención de agua y menor fertilidad, los rendimientos de sorgos forrajeros son más consistentes que los de maíz.

Presenta un sistema radicular fibroso que puede extenderse 1,5 m alrededor del tallo, duplicando la proporción de raíces secundarias y pelos radicales en cualquier estado de crecimiento (House, 1982). Así, las raíces de la planta pueden penetrar un mayor volumen de suelo para obtener humedad, siendo más eficiente la absorción de nutrientes. Otra característica propia de esta especie es el alto contenido de sílice

presente en la endodermis radical, lo cual actúa como un refuerzo mecánico contra el colapso bajo condiciones de sequía (Doggett, 1970).

Posee menor área foliar que el maíz, hojas más angostas y cerosas con una cutícula gruesa, menor proporción de estomas en el haz que en el envés de las hojas y células motoras ubicadas cerca de la nervadura central que favorecen el rápido arrollamiento de la lámina, lo que le otorga una muy buena capacidad de regulación de la transpiración (Doggett, 1970).

El sorgo, además, tiene la capacidad de disminuir los procesos metabólicos y permanecer latente durante períodos de sequía, para retomar su crecimiento en períodos favorables de humedad. Antes situaciones de estrés hídrico el ciclo de crecimiento puede alargarse o acelerarse dependiendo del momento en que ocurre la sequía, las etapas más críticas para el cultivo de sorgo son las de panojamiento y floración (Bennett y Tucker, 1986).

Todas estas características le permite una mayor estabilidad en el rendimiento frente al maíz, bajo condiciones de fuerte estrés hídrico en verano propios de regiones subhúmedas o semiáridas.

Además de la adaptación a los ambientes semiáridos, característicos del Sudoeste Bonaerense, es importante destacar la presencia del cultivo de sorgo en las rotaciones agrícolas de los diferentes sistemas de producción, debido al aporte de rastrojos voluminosos al suelo y la capacidad de mejorar la estructura del mismo debido a su sistema radical profundo (Carrasco, 1989).

Ensilaje de sorgo.

La aptitud para ensilaje del cultivo de sorgo es similar a la del maíz y todos los tipos de sorgos pueden ser ensilados con éxito aunque la calidad es muy dependiente del estado de madurez del material ensilado, tipo de híbrido (forrajero, granífero, silero, azucarado, con nervadura marrón), condiciones de elaboración del ensilaje y los componentes ambientales que prevalecen durante el período de crecimiento del cultivo. El porcentaje de grano es una característica agronómica importante en el ensilaje, a medida que el contenido, en planta entera, aumenta de 0 a 48, el % de MS, materia orgánica (MO) y PB también aumenta, reduciéndose las concentraciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA; Young y col., 1996).

Los estudios comparativos de las características nutricionales de los ensilajes de sorgo respecto a los de maíz no suelen ser concluyentes. Algunos investigadores indican que los ensilajes de maíz resultan superiores, en cuanto a calidad, a los de

sorgo (Schimid y col., 1976; Baxter y col., 1984; Havilah y Kaiser, 1992). No obstante otros trabajos indican que los ensilajes de sorgo granado son equivalentes a los de maíz (Byers y col., 1965; Nordquist y col., 1967). Adewakun y col. (1989) hallaron una mayor digestibilidad de la MO, de la proteína, de la celulosa y una mayor retención de N de terneros en crecimiento consumiendo ensilaje de sorgo azucarado respecto del ensilaje de maíz.

El tamaño de picado, las nuevas formas de almacenamiento y preservación permiten hoy obtener ensilajes de buena calidad en forma consistente. Además, el suministro del ensilaje mediante su consumo *in situ* o autoconsumo por los animales, reduce sustancialmente los costos operativos.

Relaciones forraje-suplemento.

Cuando diferentes componentes o alimentos se suministran por separado, se puede observar como la cantidad y composición de un alimento puede afectar el nivel de utilización de otro alimento. Al introducir un nuevo componente a la dieta de un animal, pueden ocurrir diferentes situaciones (Bargo y col., 2003; Kellaway y Porta, 1993; Van Soest, 1982), que se denominan efectos asociativos entre diferentes componentes de la dieta.

Adición: ocurre cuando la cantidad de nutrientes que el animal obtiene del forraje base es reducida; debido esto a una baja digestibilidad, baja oferta forrajera ó reducido tiempo de pastoreo. En estos casos la suplementación completa la ración diaria y se produce un efecto de adición, aumenta el consumo total. Esto permite incrementar las ganancias de peso individuales, sin modificar la capacidad de carga del forraje base.

Sustitución: a medida que aumenta la calidad del forraje, el efecto aditivo se transforma en sustitución, en el que el animal deja de consumir parte del forraje base para comer el suplemento. En este caso no se obtendrá un efecto importante de la ganancia diaria de peso pero si sobre la carga animal ó la duración de utilización del forraje.

La reducción en el consumo de forraje al aumentar el consumo de suplemento se define como la tasa de sustitución (Kellaway y Porta, 1993). Factores tales como la calidad y digestibilidad de la pastura, el nivel de suplementación, y otros propios del animal pueden afectar la tasa de sustitución. También ésta puede depender de la disponibilidad del forraje, propiedades físicas y químicas del suplemento y estado

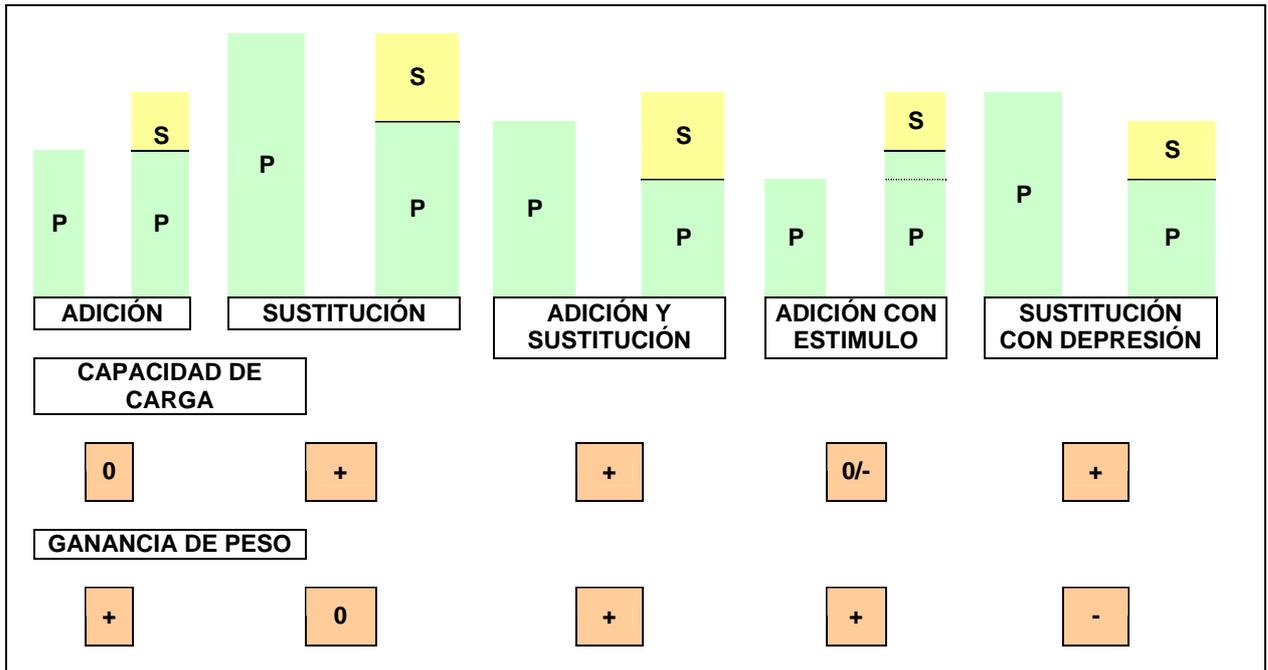
fisiológico de la vaca (Kellaway y Porta, 1993). Mientras menor sea la calidad del forraje utilizado, menor será la tasa de sustitución cuando el forraje está disponible *ad libitum* (Broster y Swan, 1979).

La tasa de sustitución es mayor cuando la oferta de forraje disponible para pastoreo es mayor. En vacas bajo pastoreo suplementadas con un concentrado (Bargo y col., 2002) la tasa de sustitución fue 0.26 y 0.55 kg de MS de pastura/kg de concentrado a bajo y alto niveles de forraje disponible, respectivamente. La suplementación con concentrado aumentó el consumo de MS total, pero el aumento fue mayor a bajos que a altos niveles de forraje disponible (5.8 vs. 3.6 kg/d).

Adición y sustitución: Es la combinación de los dos efectos anteriores, en la cual hay una mejora en la provisión de nutrientes, con una disminución no proporcional en el consumo del forraje base. Lo que ocasiona aumentos de la ganancia de peso individual y posibilidad de incrementar la carga animal. Su magnitud se modifica en función de la disponibilidad forrajera y nivel de suplementación.

Adición con estímulo: este caso se da en animales consumiendo pasturas de muy baja calidad o rastrojos de cosecha. Estos alimentos generan procesos fermentativos muy pobres, por lo cual son retenidos mucho tiempo en el rumen y, en consecuencia, el consumo es bajo. Una suplementación que mejore el funcionamiento ruminal, como por ejemplo con el agregado de granos y una proteína degradable en rumen, produce un incremento en el consumo de forraje. Aumenta la producción de los animales y la capacidad de carga disminuye o se mantiene, dependiendo de cuanto se incremente el consumo de forraje.

Sustitución con depresión: Este efecto se presenta cuando la inclusión del suplemento afecta negativamente el aporte de los nutrientes del forraje base, con lo cual disminuye la ganancia de peso, pero en contrapartida el menor consumo de pastura permitiría incrementar la carga animal. Típicamente se presenta cuando el suplemento produce una disminución de la digestión del forraje base, que es de mediana calidad.



Si bien las respuestas a la suplementación con grano en ganado vacuno han sido bien documentadas (Moore y col., 1999), el efecto del suministro de diferentes cantidades de ensilaje a bovinos a pastoreo sobre pasturas templadas no han sido evaluadas en forma extensa.

Hipótesis.

Asignaciones crecientes de verdeo de trigo a animales que consumen una dieta basal de ensilaje de sorgo:

- afectan el consumo total de MS.
- mejoran la digestión de la dieta y el uso del nitrógeno.
- aumenta la eficiencia de conversión de la dieta total.

Objetivo General.

Estudiar el efecto del suministro de verdeo de trigo a una dieta base de ensilaje de sorgo, desde el punto de vista nutricional y productivo, para optimizar el aprovechamiento de ambos recursos en rumiantes.

Objetivos particulares.

- Estimar el efecto de asignaciones crecientes de verdeo de trigo en corderos que consumen una dieta basal de ensilaje de sorgo sobre el consumo, digestibilidad y uso del nitrógeno.
- Evaluar el efecto del ensilaje de sorgo sobre el consumo del verdeo.
- Estudiar el impacto de diferentes niveles de disponibilidad de forraje a pastoreo, sobre el consumo de verdeo y de ensilaje de sorgo.
- Estudiar el impacto del uso combinado de verdeo y ensilaje en la receptividad del verdeo y en la ganancia de peso vivo en vaquillonas de recría.

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental

El trabajo experimental se llevó a cabo en la Chacra Experimental del Ministerio de Asuntos Agrarios (37° 11' LS, 62° 11' LW), ubicada a 5 km de la localidad de Paskan, partido de Coronel Suárez (Provincia de Buenos Aires).

A lo largo de 2007, se llevaron a cabo tres experimentos para cumplir con los objetivos planteados. Dos de estos experimentos se realizaron con vaquillonas de recría sobre verdeo de trigo con y sin aporte de ensilaje de planta entera de sorgo y el tercero con corderos en jaulas de metabolismo con dietas compuestas por diferentes proporciones de verdeo y ensilaje de sorgo.

Las dietas evaluadas en los tres experimentos estuvieron conformadas por el mismo verdeo de trigo y ensilaje de sorgo. A continuación se realiza una descripción de dichos componentes.

Caracterización de variables climáticas.

Se obtuvieron los datos de temperatura media (°C), precipitación (mm), heladas y promedio histórico de éstas variables de la Estación Meteorológica de Coronel Suárez, ubicada en la localidad de Paskan.

Componentes de la dieta.

a. Verdeo de trigo (VT)

El verdeo se sembró en forma directa (sembradora Juber 2018, Industria Juber Darregueira, Buenos Aires, Argentina), sobre un suelo con características de hapludol petrocálcico, haplustol típico somero y de profundidad moderada, en una proporción 70, 20 y 10%. El suelo presentaba una fertilidad moderada (6,7-12,5 ppm de fósforo y 4,7-4,9 % de materia orgánica). En el mes de abril de 2007, se sembraron 32 hectáreas de un cultivar experimental de la EEA Bordenave, con una densidad de 90 kg ha⁻¹ de semillas viables. El trigo se fertilizó a la siembra con 30 kg/ha de urea. La siembra en abril es la que mejor se ajustaría al uso de trigo como doble propósito (Arzadún y col., 2006).

b. Ensilaje de sorgo (SS).

En el mes de marzo, se confeccionaron 3 ensilajes bolsa (2,40 m de diámetro x 15 m de largo) de planta entera de sorgo a partir del picado de planta entera de un sorgo híbrido granífero, VDH 422, el cual fue sembrado el 05/12/2006. La composición del material cosechado fue: 17% de hoja, 60% de tallo y 23% de panoja. El forraje se cosechó utilizando una cosechadora autopropulsada, cuando el sorgo alcanzó el estado de grano duro con un contenido de humedad del 69%. El material fue picado hasta alcanzar un tamaño de partícula que osciló entre 2 y 4 cm. El pH alcanzado al estabilizarse la fermentación anaeróbica fue 4,25. Los tres ensilajes fueron ubicados dentro del lote que fuera posteriormente sembrado con VT, de tal manera que resultaran de fácil acceso por los animales en ensayo.

Para cumplir con los objetivos planteados se realizaron tres experimentos que se detallan a continuación.

Experimento I. Consumo, digestibilidad de la MS, uso del N y de la fibra del alimento.

a. Animales y tratamientos.

El experimento se llevó a cabo en el mes de julio 2007 en un galpón. Tuvo una duración de 8 días, 3 días de acostumbramiento y 5 días de mediciones. Se utilizaron 24 corderos Corriedale de $38 \pm 4,4$ kg de peso vivo, los cuales se ubicaron en forma aleatoria en jaulas de metabolismo individuales (Fotografía 1). Se pesaron todos los corderos al inicio del ensayo.

En este caso se utilizaron ovinos, en vez de bovinos, para simplificar el manejo del ensayo y las mediciones a realizar.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes (expresados en g de materia verde): VT *ad libitum*, SS *ad libitum*, 800 g de VT + SS *ad libitum*, 600 g de VT + SS *ad libitum*, 400 g de VT + SS *ad libitum* y 200 g de VT + SS *ad libitum* (Tabla 1).



Fotografía 1. Jaulas de metabolismo.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el experimento I.

N° Tratamiento	Dieta	Abreviatura
1	VT <i>ad libitum</i>	VT <i>ad libitum</i>
2	SS <i>ad libitum</i>	SS <i>ad libitum</i>
3	800 g verdeo	800VT
4	600 g verdeo	600VT
5	400 g verdeo	400VT
6	200 g verdeo	200VT

b. Manejo de la dieta

En los tratamientos 3 al 6 el verdeo estuvo disponible en los comederos durante 4 h (de 11 a 15 h), las restantes 20 h los animales tuvieron acceso a SS *ad libitum*. El período de acostumbramiento fue de 3 días, considerando que los animales provenían de un ensayo en el mismo sitio por lo que ya estaban acostumbrados a los movimientos y ruidos del galpón donde se desarrolló el experimento.

Diariamente se cosechó el VT de una parcela excluida, utilizando una motoguadañadora (Pavicich S. A.) y se picó a un tamaño de (2-4 cm) con una picadora marca Trapp para disminuir las diferencias de partícula con el SS.

El SS se extrajo diariamente de uno de los ensilajes bolsa utilizados también en los experimentos II y III. Entre extracciones el SS permaneció correctamente tapado para evitar la pérdida de calidad del mismo.

Tanto el VT como el SS se pesaron y se distribuyeron a las 11 y 15:30 h, según el tratamiento, en los 24 comederos de las jaulas de metabolismo, todos al mismo tiempo. Continuamente se controló la disponibilidad permanente de agua para todos los corderos.

c. Mediciones.

c1. Estimación de consumo y digestibilidad.

- Estimación de consumo mediante el pesaje de oferta y rechazo del forraje ofrecido. Durante los 5 días de medición, se pesó el VT y el SS a las 11 h y a las 15 h, durante esas 4 horas los corderos tuvieron disponible distintas proporciones de VT, excepto los del tratamiento de SS *ad libitum*. En este último caso como en el tratamiento de verdeo *ad libitum* también se cumplió con la rutina de juntar los rechazos a las 11 y 15 h, para mantener el mismo manejo que en los otros tratamientos.

Diariamente se tomaron muestras del forraje (VT y SS) ofrecido y rechazado de distintas jaulas al azar, para el análisis de MS. Estas muestras, se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante, se molieron en un molino tipo Wiley con tamiz de 1 mm de diámetro y se almacenaron para su posterior análisis de calidad en laboratorio.

- Estimación del consumo mediante el uso del marcador LIPE® (Fotografía 2). El marcador se suministró en forma diaria a partir del segundo día de comenzado el experimento a las 11 h durante 5 días, utilizando un dispositivo consistente en una pistola dosificadora adosada a una cánula gancho en cuyo extremo se colocó la píldora de LIPE® (Fotografía 3). Para facilitar y asegurarse la correcta ingestión del marcador, se inyectó la píldora con aproximadamente 500 ml de agua. La dosis de LIPE® utilizada fue de 500 mg/animal /día.



Fotografía 2. Dosificación de LIPE® en corderos.



Fotografía 3. Dispositivo para dosificar el marcador externo, LIPE®.

La recolección total de heces se realizó diariamente, entre las 14:00 y 15:00 h, para esto las jaulas de metabolismo estaban provistas de recipientes para su recolección (Fotografía 4). Estas se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante, y al final del período de muestreo se conformó una muestra compuesta con alícuotas de los 5 días de muestreo proporcionales a la producción diaria.

- Los coeficientes de digestibilidad *in vivo* de la MS (DMS) de VT y del SS se estimaron mediante la fórmula $DMS = ((C-PH)/C) * 100$, donde C es el consumo y PH, la producción de heces.

El consumo de SS se calculó a partir de la fórmula $C = PH / (1 - DIVMS)$, donde C es consumo de MS y PH es la producción de heces expresado en kg MS.

El consumo de MS digestible (MSD) de la dieta total se calculó de la siguiente manera: $CMSD = C * DIVMS / 100$, para los dos componentes, VT y SS.

Se determinó el consumo de Energía Metabolizable (EM), para cada alimento, y en las mezclas se calculó el total, mediante la suma de ambos consumos en términos de EM. $CEM = C * EM / 100$. Los valores de EM para VT y para SS se calcularon a partir de la siguiente ecuación: $EM = 4.4 \text{ Mcal energía bruta (EB)} * \text{Digestibilidad (\%)} * 0.82$.

c2. Balance de nitrógeno (N)

Para realizar el balance de N de los diferentes tratamientos evaluados se determinó el N consumido en los alimentos y el excretado en orina y heces.

Para recolectar la orina en la parte inferior de las jaulas se dispusieron recipientes con una solución de ácido clorhídrico (HCl), en dilución 1:4 con agua, evitando así el aumento de pH y la consecuente volatilización del nitrógeno (N) en forma de amoníaco (NH₃). El pH se midió diariamente con un peachímetro portátil marca Altomix. Las jaulas estaban provistas de una malla de metal para evitar la contaminación de la orina con heces u otros residuos (Fotografía 4).



Fotografía 4. Colectores de heces y orina.

Durante 5 días consecutivos, se pesó la orina y se extrajo una alícuota del 10% del peso total. Estas muestras fueron guardadas en frío y todos los días se fue agregando la alícuota en el mismo recipiente, identificado individualmente para cada cordero. Finalizado el experimento, se descongeló la orina de cada animal y luego de homogeneizada y filtrada, se guardó una submuestra para su posterior análisis.

c3. Análisis de laboratorio

- **Nitrógeno** en alimento, heces y orina por técnica macro Kjeldahl (AOAC, 1990).
- **Fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA)** en VT y SS por el método secuencial, con α -amilasa y sin sulfito de sodio, acorde al procedimiento descrito por Van Soest y col. (1991) en un baño procesador (Ankom Technology Corp., Fairpoint, NY, USA).
- **Carbohidratos no estructurales solubles (CNES)** en VT y SS por el método de antrona (Yemm y Willis, 1954).

d. Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 4 repeticiones considerando cada animal como repetición. Se realizó el test de Bartlett para comprobar la homocedasticidad de los datos analizados. Los datos se analizaron

mediante ANOVA, utilizando el programa GLM de SAS (SAS, 2000). Las variables analizadas fueron consumo, digestibilidad de la dieta y balance de N.

Experimento II. Disponibilidad del verdeo, peso vivo y respuesta productiva: ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea.

a. Animales y tratamientos.

La duración del experimento fue de 101 días (del 11/06 a 19/09 de 2007), que incluyó un período de acostumbramiento de 16 días (del 11 al 27 de junio). Se dio por finalizado el pastoreo con la aparición del primer entrenudo hueco visible en el verdeo.

En este experimento se utilizaron 60 vaquillonas Aberdeen Angus y cruza Aberdeen Angus x Hereford de 8 meses de edad, las cuales fueron previamente desparasitadas con ivermectina al 1% en dosis de 1 ml cada 50 kg de PV, aplicado en forma intramuscular.

Previo a dar comienzo al ensayo se pesaron los animales, cuyo peso vivo (PV) inicial fue de $200 \pm 24,7$ kg, y se distribuyeron en 12 grupos. Cada grupo estuvo conformado por 5 vaquillonas de PV semejante.

Los animales se identificaron con una caravana numerada y de diferente color según el tratamiento y parcela correspondiente. El objetivo de esta identificación fue facilitar el manejo durante las pesadas y detectar eventuales mezclas de animales de diferente tratamiento en las parcelas.

Sobre las 32 hectáreas de trigo se delimitaron 12 parcelas, empleando alambre eléctrico. Estas parcelas se adjudicaron a 6 tratamientos en un arreglo factorial de 2x3 en el cual los tratamientos principales fueron las dietas: pastoreo de verdeo de trigo (VT) y VT+ silaje de sorgo (SS) y 3 intensidades de pastoreo, con dos repeticiones (Figura 1). Las intensidades de pastoreo fueron impuestas inicialmente mediante diferencias en la superficie de las parcelas para trabajar con grupos de aproximadamente similar cantidad de animales. Se generó para ello una relación en la superficie de los lotes de 1-0,75-0,50 para los niveles de intensidad de pastoreo: baja (B), media (M) y alta (A), respectivamente.

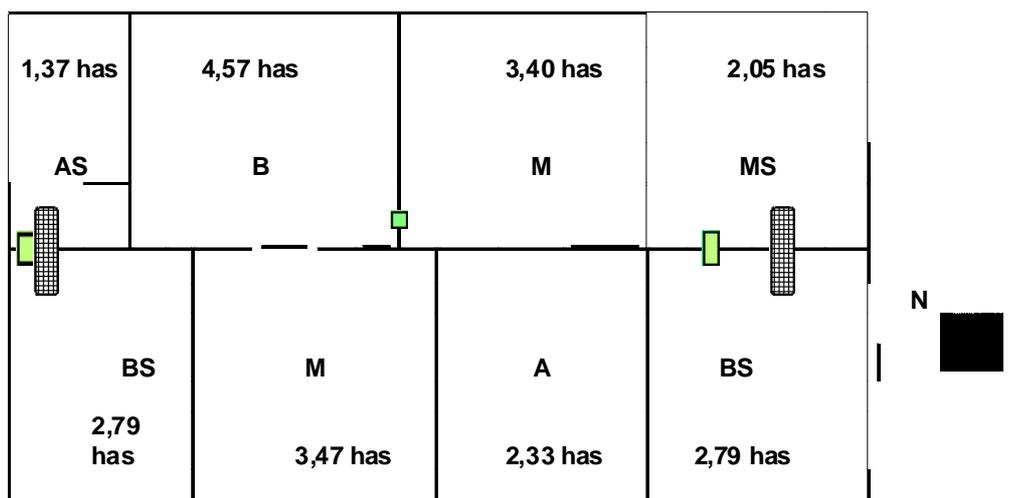
Las parcelas con acceso a ensilaje (AS, MS y BS) tuvieron un tamaño 40% menor que las de sólo pastoreo (A, M y B). Esto último considera experiencias anteriores con similar manejo donde la inclusión del SS incrementó la receptividad del verdeo en magnitudes como ésta (Piazza y col., 2007).

Materiales y Métodos

La carga se ajustó cada 21 días mediante el uso de animales volantes para lograr los niveles de asignación: 10, 15 y 20 Kg de MS/animal/día, para A, M y B intensidad, respectivamente. Los ajustes de carga fueron realizados tomando en cuenta la disponibilidad del momento y la acumulación de forraje esperada hasta comienzos de encañazón, el consumo potencial de los animales, y el grado de uso pretendido en cada tratamiento. Esta forma de ajuste se ha practicado en experimentos anteriores de pastoreo de trigo (Arzadún y col., 2003) y se utilizó en este caso la acumulación de forraje observada en el mismo sitio experimental de años anteriores.

De esta manera quedaron definidos los siguientes tratamientos experimentales:

Tratamiento	Intensidad de pastoreo	Disponibilidad forrajera
AS	Alta	Baja
MS	Media	Media
BS	Baja	Alta
A	Alta	Baja
M	Media	Media
B	Baja	Alta



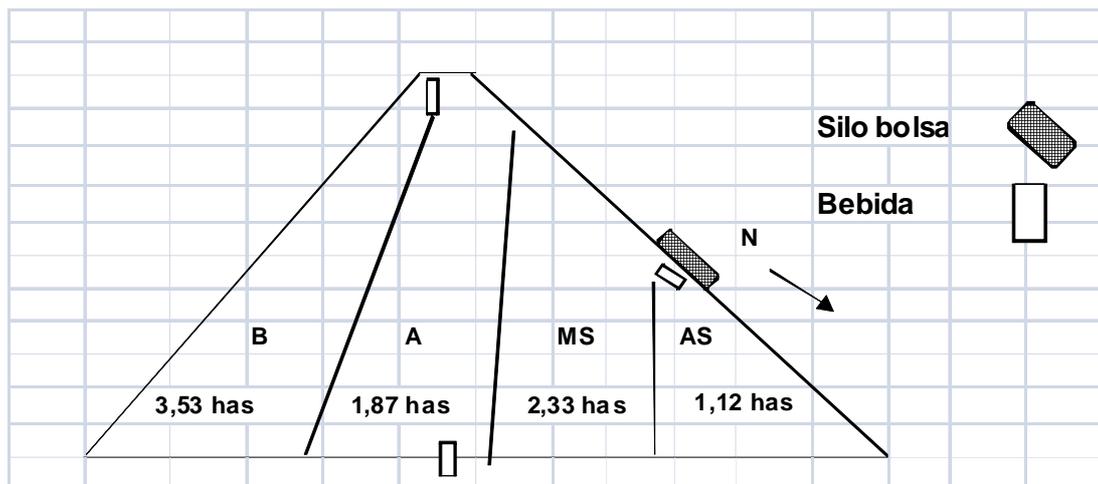


Figura 1. Plano de distribución de las doce parcelas de VT a campo.

b. Manejo de la alimentación.

Los animales cuya dieta consistió en VT +SS tuvieron libre acceso durante 20 h (de las 15:00 a las 11:00 h) , a un frente de dos metros de ancho de SS en un corral de 6 m², delimitado por alambrado eléctrico, ubicado dentro de la misma parcela de pastoreo. Los animales que no recibieron SS permanecieron durante las 24 h sobre las parcelas de verdeo. El sistema de pastoreo fue continuo en todos los casos, y las vaquillonas sólo salieron de las parcelas para las pesadas periódicas.

El ensayo comenzó cuando el verdeo alcanzó una disponibilidad de 850 kg MS ha⁻¹. Durante 16 días previos al comienzo del ensayo se realizó un proceso de adaptación de las vaquillonas con el objetivo de familiarizar a los animales al manejo diario en el caso de encierre, y adaptarlos al consumo de VT y SS. Este período de adaptación se realizó en las mismas parcelas donde se llevó a cabo el experimento.

Cada 21 días se tomaron muestras de VT, de SS y se pesaron los animales, según se detalla en el punto c.



Fotografía 5. Vista de una parcela de verdeo con el corral para el consumo del ensilaje de sorgo.

c. Mediciones.

c1. Disponibilidad del verdeo.

Se estimó la disponibilidad de VT desde el 11 de junio al 19 de setiembre (101 días), cada 21 días, un día previo a la pesada de las vaquillonas, se realizó el muestreo de las 12 parcelas de verdeo. En cada fecha, se utilizó un aro circular metálico de 0,25 m², el cual se arrojó en forma aleatoria en 5 sitios por parcela y se procedió a cortar con tijeras el forraje incluido dentro del aro. Inmediatamente luego del corte las muestras se pesaron para calcular la disponibilidad de cada parcela en Kg materia verde (MV) ha⁻¹. Se procedió a secar una submuestra (conformada por material de las 5 muestras) en estufa a una temperatura de 60°C hasta alcanzar peso constante para determinar el contenido de materia seca (MS).

En el caso del SS, se tomaron muestras de diferentes lugares de los 3 silos bolsa elaborados, se juntaron todas las muestras y se llevó a estufa a 60°C para su secado hasta peso constante. Una vez seco se procedió a la molienda de la muestra con un molino Wiley a través de un tamiz de 2 mm.

c2. Calidad de los componentes de la dieta.

Al material vegetal seco y molido (VT y SS), obtenido en los diferentes muestreos, se le realizaron los siguientes análisis de calidad en el laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Nacional del Sur (UNS).

- **Proteína bruta (PB)**, por técnica macro Kjeldahl (AOAC, 1990).
- **Fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA)**, por el método secuencial, con α -amilasa y sin sulfito de sodio, acorde al procedimiento descrito por Van Soest y col. (1991) en un baño procesador (Ankom Technology Corp., Fairpoint, NY, USA).
- **Carbohidratos no estructurales solubles (CNES)**, por el método de antrona (Yemm y Willis, 1954).
Además, se realizaron los siguientes análisis en el laboratorio de forrajes de INTA, EEA Bordenave.
- **Digestibilidad *in vitro*** (Tilley y Terry, 1963).

c3. Receptividad, ganancia diaria individual y peso vivo acumulado por hectárea.

El número total de animales que pastorearon cada parcela (suma de experimentales más volantes) fueron usados en el cálculo de la receptividad, como la suma final de animales*día/ha.

La ganancia diaria individual (GD) se determinó mediante pesadas realizadas en las primeras horas de la mañana sin desbaste previo. En el cálculo final de la GD se utilizó la primera y última pesada. Tres pesadas más fueron realizadas, cada 21 días, para controlar la evolución de los animales durante el pastoreo, coincidentes con los momentos de ajuste de la carga animal.

La acumulación de peso vivo por hectárea (APV) se calculó tomando en cuenta la receptividad obtenida en cada parcela multiplicada por el aumento individual promedio de los animales experimentales de dicha parcela.

d. Diseño experimental y análisis estadístico.

En el experimento I se utilizó un diseño factorial de 3x2 que fue analizado utilizando el procedimiento MIXED (SAS, 2000). El arreglo factorial estuvo constituido por las dos alternativas de dieta (VT y VT + SS) y las 3 intensidades de pastoreo. Se realizó el test de Bartlett para comprobar la homocedasticidad de los datos analizados. Las variables analizadas estadísticamente fueron: disponibilidad del verdeo para las diferentes fechas de muestreo, los parámetros de calidad del VT y SS y la GD. Se practicó análisis de varianza y contrastes específicos para evaluar el impacto del SS en cada nivel de intensidad de pastoreo.

Experimento III. Estimación del consumo voluntario por medio de un marcador externo, LIPE®.

a. Animales y tratamientos.

En el mes de septiembre 2007, se realizó el experimento de estimación de consumo, el cual tuvo una duración de 8 días (desde el 21 al 28 de septiembre) incluyendo acostumbramiento y período experimental. Se utilizaron 24 vaquillonas provenientes del experimento II. Las vaquillonas fueron asignadas a los mismos tratamientos que recibieron en el experimento II. Esto se realizó para evitar problemas de falta de acostumbramiento a la dieta y efectos de crecimiento compensatorio en los tratamientos con baja disponibilidad de verdeo.

Los tratamientos evaluados fueron los mismos que en el experimento II, es decir pastoreo con disponibilidades contrastantes (A, M y B) y con aporte de SS (AS, MS y BS). En este caso se utilizaron solamente tres parcelas de VT, con distinta disponibilidad.

El consumo de VT fue estimado mediante el suministro de un marcador externo, LIPE®. Para estimar el consumo de SS, éste se suministró diariamente en comederos ubicados en corrales (Fotografía 6). El objetivo de uso de los corrales y

no el frente de SS ubicado en la misma parcela de pastoreo, como en el experimento II, fue el de obtener una medición del consumo de SS. Se tendría en este caso una medición física del consumo de SS (oferta menos rechazo) y una estimación del consumo de verdeo y SS mediante el uso del marcador externo utilizado, LIPE®.

Además de la caravana numerada, se pintó un número en el anca izquierda de cada animal con pintura blanca y se le colocó en la cola una cinta adhesiva de diferente color según el tratamiento recibido para facilitar la identificación de las vaquillonas tanto en los pesajes como en la parcela.



Fotografía 6. Vista de los corrales donde se suministraba el ensilaje de sorgo.

b. Manejo diario

- Período de acostumbramiento: durante 3 días los animales se familiarizaron al manejo de encierre en los corrales, a la dosificación del marcador y muestreo de heces en la manga.
- Suministro del SS: las vaquillonas que recibieron SS se encerraron durante 20 h en corrales individuales de 4x2 m, ubicados próximos a la manga. El SS se obtuvo en forma manual diariamente de uno de los ensilajes bolsa utilizado en el experimento II. Entre extracción y extracción el ensilaje se mantuvo tapado.

El ensilaje se pesó y se suministró *ad libitum* en los comederos ubicados dentro de los corrales. Los animales que solamente pastorearon verdeo (sin aporte de SS) permanecieron las 24 h en las parcelas correspondientes. Todos los corrales estaban provistos de bebederos.

- Dosificación del marcador LIPE®: se suministró a las 15 h, durante 5 días consecutivos a partir del segundo día de acostumbramiento, con una dosis de 500 mg/día. Para su dosificación se utilizó el mismo dispositivo utilizado en el experimento I, (Fotografía 4). Para facilitar y asegurarse la correcta ingestión del marcador, se inyectó la píldora con aproximadamente 500 ml de agua. Esto se realizó en la manga, evitando el uso del yugo para disminuir el estrés de los animales.

c. Mediciones.

c1. Estimación del consumo de SS por oferta y rechazo.

Se pesó el forraje ofrecido y rechazado en los comederos ubicados dentro de los corrales. Esto se realizó diariamente a las 13 h, mientras las vaquillonas se encontraban en las parcelas de verdeo correspondiente según el tratamiento. A la misma hora se distribuyeron las distintas dietas en los comederos.

c2. Estimación del consumo de verdeo y SS con el uso del marcador.

Se realizó diariamente un muestreo de heces durante 5 días consecutivos, a partir del segundo día que se comenzó con la dosificación con LIPE®. A las 15 h se recolectó manualmente una muestra de heces del recto de cada animal, coincidiendo con el encierre a corral y la dosificación del marcador. Al finalizar el experimento se conformó una muestra compuesta por animal de 100 g con las heces recolectadas cada día secadas en estufa a 60°C hasta peso constante.

Las muestras fueron procesadas en la Facultad de Veterinaria de la Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) donde se realizó la determinación del contenido de LIPE® mediante espectrofotometría infrarroja (Saliba y col., 2004).

c3. Estimación de la digestibilidad de la dieta.

La digestibilidad de la dieta se calculó a partir de la digestibilidad *in vitro* (DIVMS) de VT y SS. A partir del conocimiento de SS consumido (medido por oferta y rechazo en los comederos) y la estimación del consumo total por medio del uso del marcador externo, se calculó la digestibilidad de la dieta.

d. Diseño experimental y análisis estadístico.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 4 repeticiones considerando cada animal como repetición. Se realizó el test de Bartlett para comprobar la homocedasticidad de los datos analizados. Los datos se analizaron mediante ANOVA, utilizando el programa GLM de SAS (SAS, 2000). Variables analizadas: consumo de VT, consumo de SS, digestibilidad de la dieta.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Condiciones climáticas.

Desde la siembra del VT hasta la finalización del período de pastoreo, o sea abril hasta septiembre (172 días) se registraron condiciones climáticas adversas, sequía e intensas heladas. Las condiciones climáticas fueron más rigurosas que las registradas en promedio para la zona (Tabla 1).

Las temperaturas medias registradas a partir de mayo y hasta septiembre fueron muy bajas (6,9°C en promedio) en el año 2007, acompañadas de una cantidad de heladas que hasta triplicaron el promedio de dos décadas anteriores.

Las precipitaciones fueron un 59% menor al promedio (Tabla 1). Este dato no es menor dado que la duración del período de pastoreo está relacionada con la acumulación de forraje durante el otoño, que también determina el comienzo del mismo. Es decir, que para el año de evaluación, la acumulación de VT fue escasa.

Tabla 1. Precipitaciones y heladas registradas durante el año 2007 y el promedio de dos décadas anteriores, 1980-2000. (Estación meteorológica del MAA de Pasman).

Mes	T°Media (°C)		Precipitaciones (mm)		N° de Heladas	
	2007	Promedio de 20 años	2007	Promedio de 20 años	2007	Promedio de 20 años
Enero	21,9	22,8	77,2	110,9	0	0
Febrero	20,4	21,8	68,3	97,7	0	0
Marzo	18,0	19,1	143,8	115,4	0	0,1
Abril	14,6	14,7	48,0	77,1	2	1,4
Mayo	7,5	11,1	28,2	51,4	12	4,3
Junio	4,9	8,0	11,4	23,1	26	8,8
Julio	3,8	7,6	3,0	25,7	22	10,2
Agosto	5,8	9,0	8,6	37,8	24	9,3
Setiembre	12,3	11,5	108,6	59,6	2	6,1
Octubre	15,8	14,5	63,5	98,1	0	2,4
Noviembre	14,8	17,5	63,8	106,0	2	0,7
Diciembre	18,5	21,0		85,2	0	0

Como se observa en la tabla 1, a partir de abril (mes en que se sembró el verdeo) la sequía y las heladas fueron importantes en 2007, lo cual afectó la acumulación de forraje en el otoño. Además, estas condiciones adversas se extremaron en los meses de junio a agosto.

Experimento I. Consumo, digestibilidad de la MS y de la fibra y uso del N del alimento.

a. Estimación del consumo, DMS, uso del N y de la fibra del alimento.

No se detectaron diferencias significativas entre dietas para el consumo total, expresado en gMS/día, gMS/kg^{0.75}/día y gMSD/animal/día (Tabla 2).

En los dos últimos días de muestreo se registró un descenso del consumo de VT sin causa aparente en todos los tratamientos, lo cual explicaría la falta de diferencias significativas entre tratamientos para esta variable (Tabla 2).

Hubo efecto de dieta ($p < 0.01$) sobre DMS, contenido de N en la dieta, N en la orina y N retenido.

Tabla 2. Probabilidad de F en el análisis de la varianza de consumo, DIVMS, digestibilidad de la fibra y de balance de N para las 7 dietas evaluadas.

Variables	Unidad	Probabilidad
Consumo Total	gMS/animal/día	0,2407
	gMS/kg ^{0.75} /día	0,2595
	gMSD/animal/día	0,1161
Consumo de SS	gMS/animal/día	<,0001
Consumo de VT	gMS/animal/día	<,0001
Digestibilidad		
MS	%	<,0001
FDN	%	0,0005
FDA	%	<,0001
Balance de Nitrógeno		
N dieta	gN/día	<,0001
N orina	gN/animal/día	0,0155
N heces	gN/animal/día	0,8194
N retenido	gN/animal/día	<,0001

SS: ensilaje de sorgo; VT: verdeo de trigo; DMS: digestibilidad de la MS (*in vivo*); FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; N: nitrógeno

b. Calidad nutritiva del VT utilizado.

El VT utilizado en este experimento, como se mencionó en Materiales y Métodos se extrajo de una exclusión, es decir que no estuvo sometido a un pastoreo previo. En la Tabla 3 se presenta la calidad de los dos componentes utilizados en las diferentes dietas evaluadas en el Experimento I y la proporción de cada parámetro en las distintas dietas.

Tabla 3. Contenido de materia seca (MS), digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS), proteína bruta (PB), carbohidratos no estructurales (CNES), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), materia orgánica (MO), energía metabolizable (EM) de verdeo y ensilaje de sorgo.

	g/kgMS ó Mcal/kgMS							
	MS	DIVMS	PB	CNES	FDN	FDA	MO	EM
VT	240±1,2	870±0,0	210±0,7	290±3,1	360±0,5	160±0,6	280±3,6	3,1±0,2
SS	300±0,0	510±1,4	80±0,2	20±0,3	610±1,5	350±1,0	190±0,8	2,0±0,4

VT: verdeo de trigo; SS: ensilaje de sorgo.

c. Estimación de consumo y digestibilidad.

c1. Medición de consumo y digestibilidad por oferta y rechazo.

No hubo diferencias significativas para la producción de heces entre los diferentes tratamientos ($p=0,85$), siendo el valor promedio de 177,3±45,5 gMS/animal/día.

El período de acostumbramiento de los corderos a la dieta en este experimento fue corto (3 días). Con respecto a esto, en un ensayo similar Phillips y Horn (2008), no observaron diferencias significativas en el consumo de VT en corderos que se encontraban previamente en una pastura natural respecto a los que venían comiendo el mismo verdeo.

Un contraste ortogonal entre los cuatro tratamientos que incluían ambos recursos en la mezcla (800VT, 600VT, 400VT y 200VT), mostró un efecto significativo en el componente lineal ($p\leq 0,05$) para consumo total (Tabla 4). El contraste ortogonal entre el tratamiento de 600VT y los de 400VT y 200VT mostró diferencias significativas ($p\leq 0,05$).

Se puede observar también, en la Tabla 4, que una reducción en la asignación de VT como se da en los tratamientos de 800VT y 600VT, no deprimió el consumo total de MS respecto al tratamiento VT *ad libitum*.

El consumo de SS varió entre tratamientos, siendo mayor cuando el SS se suministró *ad libitum*, y menor cuando se acompañó con 200g diarios de VT (Tabla 4). Ante aumentos de asignación de VT el consumo de SS se incrementó.

En los tratamientos con diferentes proporciones de verdeo (800VT, 600VT, 400VT y 200VT) y SS *ad libitum*, se pudo observar una notoria disminución en el consumo total de la dieta que se le asignó 600 g (600VT) con respecto a la de 400 g (400VT) y 200 g (200VT). Al pasar de un consumo promedio de 517g MS a 390 (400VT) y a 337 (200VT) (Tabla 3).

Resultados y Discusión

A medida que disminuyó la proporción de VT en la dieta a partir de 600VT el consumo total disminuyó en 127g y 180g para los tratamientos 400VT y 200VT, respectivamente.

En cuanto al consumo de MS del VT, se observó que los animales tuvieron un consumo bajo, esto se vio reflejado en el tratamiento *ad libitum*, en el que consumieron el 1,1% del PV (Tabla 4). Phillips y Horn (2008) trabajando con corderos de 31,7 kg de peso inicial hallaron un consumo de MS de 613 g de VT con 21% MS (1,9% PV). En este trabajo, en el tratamiento de VT *ad libitum*, el consumo no superó el 1,15% PV.

Una posible explicación al bajo consumo de VT observado podría ser la inestabilidad del ambiente ruminal provocada por el cambio de dieta de campo natural (previo al ensayo) a VT. El N del VT es altamente soluble y rápidamente digestible a nivel de rumen (Vogel, 1988). Como resultado el N es liberado a una mayor velocidad que la síntesis de proteína microbiana. El exceso de N es absorbido y excretado ó reciclado, pero un incremento de los niveles de N en el plasma sanguíneo puede actuar como una señal negativa que disminuye el consumo del VT (Lippke y col., 2000; Beck y col., 2005; Phillips y Horn, 2008).

El consumo de SS fue bastante estable entre tratamientos, no así el de VT que fue un 24% del total consumido en 800VT y disminuyó a 10% en 200VT.

El consumo de VT fue un 73, 74, 53 y 58% del VT ofrecido en 200VT, 400VT, 600VT y 800VT, respectivamente (Tabla 3). La forma de suministro del VT en 800VT, 600VT, 400VT y 200VT, no provocó una sustitución del VT por SS en los corderos que también disponían de SS en su dieta.

El contenido de MS de ambos componentes de la dieta (Tabla 2), superó el 17% en todos los tratamientos, valor por debajo del cual el consumo se vería limitado (Phillips y Horn, 2008).

En el tratamiento 600VT, con un consumo de 77 g de MS de verdeo, no mostró un descenso del consumo de MSD total respecto al de los animales consumiendo VT *ad libitum* (Figura 2). A partir de ese punto las dietas con mayor proporción de SS produjeron un menor consumo de MSD, por lo tanto este sería el límite en la sustitución de verdeo por ensilaje.

Resultados y Discusión

Tabla 4. Consumo de MS total, de VT, de SS y de MSD, contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en base seca, DIVMS, FDN y FDA de dietas con diferente asignación de ensilaje de sorgo y verdeo.

	MV					SS ad libitum	EE
	VT ad libitum	800VT	600VT	400VT	200VT		
	MS ofrecida (g)						
	192	144	96	48			
Consumo gMS/animal/día							
Total	439	463	517	390	337	462	12,6
SS	0	351	440	319	303	462	16,8
VT	439	112	77	71	35	0	15,4
Consumo g/kgMS ó Mcal/kgMS							
FDN	360,3b	550,7a	550,1a	580,1a	610,6a	590,9a	3,0
FDA	160,1e	280,2d	300,8c	300,4c	320,7b	350,3a	0,4
PB	970	590	510	420	340	350	
CNES	133	55	38	33	19	9	
MO	129	103	98	80	70	8	
EM	1,44	1,10	1,03	0,85	0,73	0,85	
TS (%)		77	85	92	96		
Digestibilidad in vitro (%)							
MS	63,2a	59,2a	57,3a	54,9b	54,8b	53,6b	4,0
FDN	40,5	50,7	48,2	47,3	43,0	49,6	3,9
FDA	14,9a	42,1b	45,9b	39,2b	35,6b	35,2b	5,1

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (Tukey, $p < 0,05$).

MV: materia verde; VT: verdeo de trigo; SS: ensilaje de sorgo; TS: tasa de sustitución; EE: Error Estándar de la Media

Tratamientos: (800VT) 800g de verdeo + SS ad libitum; (600VT) 600g de verdeo + SS ad libitum; (400VT)= 400g de verdeo + SS ad libitum; (200VT) 200g de verdeo + SS ad libitum.

La dieta resultante en los tratamientos 600VT y 800VT estuvo integrada por un 85 y 76% de SS y esto resultó en niveles de sustitución mayores que el encontrado por Arzadún y col. (2008). Arzadún (2008) trabajó con verdeo de cebada y ensilaje de sorgo granífero, con la diferencia que con dietas con más de 50% de SS se redujo el consumo total y comprometió el balance de N en el animal. Con el VT se alcanzaron niveles de sustitución mayores (35%) que los obtenidos con la cebada. En parte esto podría deberse a que el verdeo de cebada presenta en general un menor contenido de CNES que el verdeo de trigo (Méndez y Davies, 1999).

A los niveles prácticos, estos valores de sustitución son de gran interés porque permiten estimar el incremento de la receptividad del verdeo, y así efficientizar el uso del mismo a través de un aumento de la carga animal o prolongando el período de pastoreo.

Resultados y Discusión

Los niveles de sustitución, sin embargo, pueden modificarse durante el pastoreo debido a cambios de calidad del forraje a lo largo del mismo. En efecto, las condiciones a las que están expuestos, tanto climáticas, edáficas y de manejo introducen cambios en los niveles de sustitución.

En la figura 2 se pueden visualizar mejor los resultados de consumo de MSD. En este caso se produce nuevamente un quiebre en el consumo total de MSD, entre el tratamiento de 600VT y 400VT, entre los cuales las diferencias son significativas ($p < 0,05$).

Es interesante notar que los animales no variaron el consumo de MSD total aún incluyendo un 75% de SS en su dieta (800VT). Esto implicaría una adaptación de comportamiento ingestivo, ya que con una menor asignación de VT, los animales consumieron una mayor cantidad de SS manteniendo estable el consumo de MSD (Figura 2).

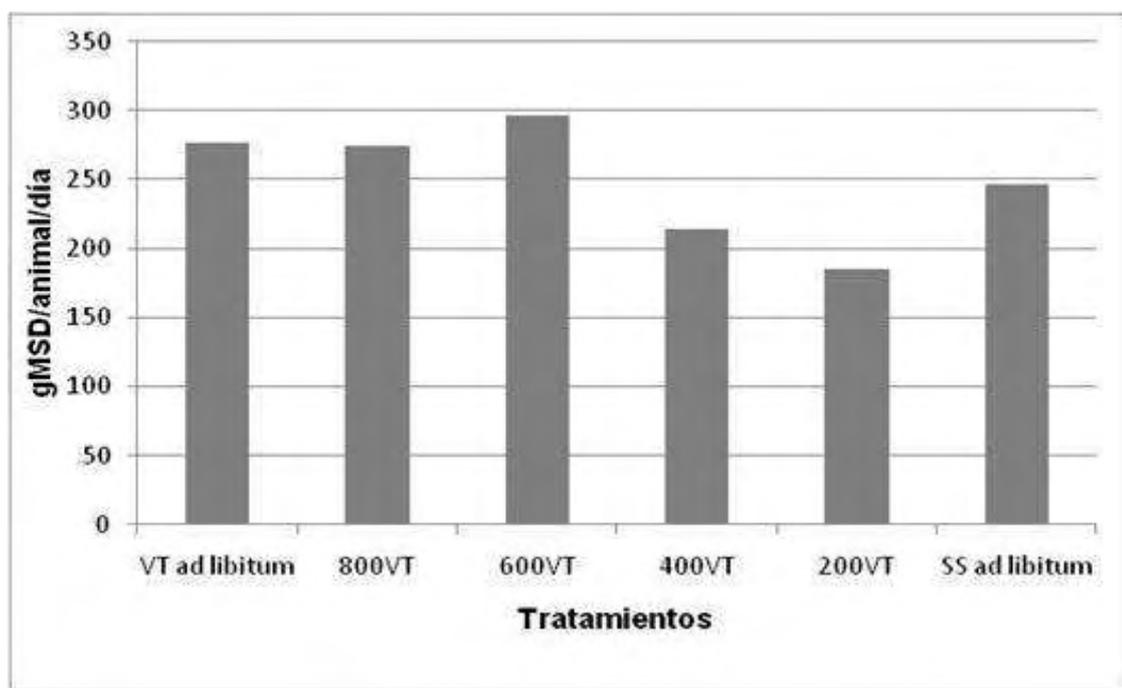


Figura 2. Consumo de MSD expresado en gMSD/animal/día para los 6 tratamientos evaluados. (800VT) 800g de verdeo + SS ad libitum; (600VT) 600g de verdeo + SS ad libitum; (400VT) 400g de verdeo + SS ad libitum; (200VT) 200g de verdeo + SS ad libitum.

Por otra parte el contenido de pared celular del forraje también afecta el consumo animal debido a la regulación física que ejerce, como ya se mencionó anteriormente. Con forrajes que contienen valores de FDN superiores a 600 g/kgMS, disminuye el consumo por su menor digestibilidad y tasa de pasaje por su tracto gastrointestinal.

Para los alimentos con menos de 550 gFDN/kgMS, la regulación del consumo es metabólica, para hacer constante el consumo de energía, según el nivel de requerimientos del animal (Mertens, 1994).

En la Tabla 4 se puede observar que los únicos tratamientos en que la FDN estuvo por debajo del 600 g/kgMS en la dieta de los corderos, fueron VT *ad libitum*, 800VT y 600VT. En los demás tratamientos, los valores de FDN estuvieron muy próximos a los 600 g/kgMS, con lo que se puede inferir que el consumo en estas dietas se vio disminuido por el elevado contenido de fibra de las mismas.

Sin embargo, la digestibilidad de la FDN no presentó diferencias significativas entre tratamientos. Esto implicaría que el aporte de VT no produjo ningún cambio en el ambiente ruminal, tendiente a favorecer la digestión de la fibra.

En la digestibilidad de la FDA, se hallaron diferencias significativas entre el tratamiento de verdeo *ad libitum* y el resto que tuvieron distintos aportes de SS (Tabla 4). Esto explicaría que el 40% de digestibilidad de la FDN fue dada por el aporte de hemicelulosa que contenían las paredes del verdeo.

c2. Estimación de consumo y digestibilidad mediante el uso de un marcador externo, LIPE®.

En el experimento I, además de la estimación del consumo por recolección total de heces (PH), también se obtuvo una estimación del mismo mediante el uso del marcador externo, LIPE®.

No hubo diferencias significativas ($p > 0.05$) para la producción de heces, DIVMS y consumo entre los diferentes tratamientos determinado por el uso del marcador externo. Tampoco fueron significativas las diferencias para las mismas variables estimadas por los dos métodos.

En la Tabla 5 se presentan los resultados de estimación de consumo a través del marcador externo LIPE® y por medición del forraje ofrecido y rechazado. También se presentan los resultados de DMS estimada a partir de la producción de heces estimada por el marcador externo y de la recolección total de heces de las diferentes dietas evaluadas.

Estos resultados coinciden con los hallados por Saliba y col. (2003) en un trabajo con corderos donde se comparó la estimación de consumo por la técnica *in vivo* con LIPE®, en el cual no hallaron diferencias significativas entre las dos técnicas. Laborde y col. (2006) trabajando con novillos en diferentes dietas (soja y grano de soja) obtuvo coeficientes de DMS similares por recolección de heces totales y LIPE®.

Resultados y Discusión

La estimación de consumo a partir de recolección total de heces es considerada como la técnica estándar por ser la más adecuada en términos de precisión (Cordova y col., 1978; Zorilla, 1979). Los resultados obtenidos en este experimento indicarían que el marcador externo LIPE® tiene una buena recuperación en heces, lo cual es necesario para que un indicador sea preciso en sus determinaciones (Rodríguez y col., 2007).

Tabla 5. Producción de heces, digestibilidad de la MS, consumo estimado mediante marcador externo LIPE® y consumo estimado por oferta y rechazo del forraje ofrecido para las 6 dietas evaluadas en corderos estabulados.

Variables	Dietas					SS <i>ad libitum</i>	EE
	VT <i>ad libitum</i>	800VT	600VT	400VT	200VT		
Producción de heces							
LIPE® gMS/animal/día	165	163	165	170	161	150	16,4
Of-Rec gMS/animal/día	160	185	195	164	169	194	45,4
DMS							
LIPE® %	63	63	67	55	50	60	11,0
Of-Rec %	63	59	57	55	55	54	8,0
Consumo							
LIPE® gMS/animal/día	452	425	400	382	365	324	83
LIPE® gMS/PV ^{0,75}	29	28	26	26	24	21	6,6
Of-Rec gMS/animal/día	439	463	517	390	337	462	110
Of-Rec gMS/PV ^{0,75}	28	30	33	26	22	29	6,7

LIPE®: producción de heces, digestibilidad y consumo estimados con el marcador externo, LIPE®: Of-Rec: medida por recolección total de heces; DMS: digestibilidad *in vivo* de la materia seca.

VT: verdeo de trigo; SS: ensilaje de sorgo Dietas: 800VT: 800 g de VT y SS *ad libitum*; 600VT: 600 g de VT y SS *ad libitum*; 400VT: 400 g de VT y SS *ad libitum*; 200VT: 200 g de VT y SS *ad libitum*. EE: error estándar de la media

c3. Balance de N.

Con respecto al análisis de varianza las diferencias entre los tratamientos fueron altamente significativas en todos los parámetros analizados vinculados al balance de N, excepto N en heces (Tabla 2). La ingestión de N decreció a medida que disminuyó la proporción de VT y aumentó la de SS en la dieta. La mayor diferencia en excreción de N entre dietas se manifestó en la orina (Tabla 6).

El N del VT fue altamente digerido (82%) y la mayor vía de excreción de N fue la orina. Lo contrario sucedió con la dieta de SS *ad libitum* y con el tratamiento 200VT, que tuvieron el menor nivel de N digerido (en promedio 49%).

Estas características contrastantes en ambos alimentos puros representan situaciones opuestas en el uso del N en el animal. Así, se ha encontrado en forrajes frescos un

Resultados y Discusión

desaprovechamiento del N que, teniendo una muy alta solubilidad en rumen, no es aprovechado para la síntesis de proteína microbiana y es eliminado como urea en orina (Church, 1974).

Más del 59% del N del VT es altamente soluble (Vogel, 1988) y cerca del 30% de ese N se pierde en forma de NH_3 a través de las paredes del rumen antes de llegar al intestino delgado (Beever y Siddons, 1986).

En este experimento la relación PB/CNES del VT fue de 0,72, mientras que dicha relación es de 3,12 en el SS. Esta relación es importante para maximizar la síntesis de proteína microbiana a nivel ruminal. Con relaciones próximas o inferiores a 1,1 parece ser mejor la performance animal (Pordomingo y col., 2002; Pordomingo y col., 2001).

Tabla 6. Contenido de N en la dieta, N excretado en orina y heces. N retenido, digerido y balance de N.

	Tratamientos (MV)						EE
	VT <i>ad libitum</i>	SS <i>ad libitum</i>	800VT	600VT	400VT	200VT	
	g N/animal/día						
dieta ingerida	17,0 a	5,7 b	8,7 b	8,4 b	6,7 b	5,1 b	1,12
orina	7,3 a	3,9 b	6,3 ab	5,1 ab	5,7 ab	4,4 b	0,56
heces	1,84	1,49	1,76	1,70	1,66	1,63	1,16
Retenido	7,6 a	0,26 d	0,76 c	1,52 b	-0,65 e	-0,75 e	3,32
	% de N						
Digerido	0,82	0,49	0,62	0,61	0,60	0,47	
Balance	0,39	-0,17	-0,92	0,0	-0,25	-0,39	

VT: verdeo de trigo; SS: ensilaje de sorgo; N: nitrógeno; MV: materia verde.

Dietas: 800VT: 800 g de VT y SS *ad libitum*; 600VT: 600 g de VT y SS *ad libitum*;

400VT: 400 g de VT y SS *ad libitum*; 200VT: 200 g de VT y SS *ad libitum*.

Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (Tukey, $p < 0.05$). EE: Error Estándar de la Media

En dietas elaboradas con alta proporción de ensilaje de sorgo se ha encontrado que una reducida disponibilidad del N en rumen se relaciona con proteínas asociadas a la fibra (que por lo tanto son menos digestibles) lo que reduce su digestibilidad. Esto se sumaría al bajo nivel proteico característico de este alimento.

En teoría la cantidad de proteína aportada por la dieta que puede producir la máxima retención de N a nivel ruminal, en un animal en crecimiento, debe cubrir el requerimiento proteico para el mantenimiento del animal (Church, 1974).

En este ensayo solamente el tratamiento de VT *ad libitum* alcanzó un contenido de N en la dieta que cubre las necesidades de mantenimiento de un ovino de 30 kg de PV (NRC, 1984). Esto explicaría en parte el balance negativo del N en los demás tratamientos. En general en los ensayos con animales confinados, el balance de N es negativo, esto podría deberse a que los animales no logran un consumo máximo y los niveles de nutrientes ingeridos no son suficientes para su crecimiento.

d. Conclusiones del experimento I.

Asignaciones crecientes de verdeo a una dieta basal de ensilaje de sorgo no mostraron diferencias entre sí, ni tampoco frente a las dietas puras, en el consumo de MS total con corderos.

Cuando la asignación de verdeo en la dieta fue de 400g ó menor, la digestibilidad disminuyó respecto a dietas con concentraciones de verdeo iguales ó mayores a 600g.

Animales que consumieron verdeo, pudieron reemplazar hasta un 75% de este ingrediente por ensilaje de sorgo, sin que decayera el consumo de MSD.

Solamente en la dieta de VT *ad libitum* se cubrieron los requerimientos de mantenimiento de N de los corderos, siendo el balance de este elemento negativo en los demás tratamientos.

Experimento II. Disponibilidad del verdeo, peso vivo y respuesta productiva: ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea.

La duración del período de pastoreo de este experimento (101 días) y la de un trabajo llevado a cabo en el mismo sitio donde se desarrolló este trabajo durante 3 años, varió entre 84 a 136 días (Arzadún y col., 2003). Estos períodos de pastoreo coinciden con los informados por Horn y col. (1995) con distintas variedades de trigo doble propósito y diferentes condiciones climáticas (promedio de precipitaciones 790 mm anuales) y edáficas (suelos franco-limosos), en Oklahoma (102 días, promedio de tres años). En los trabajos de Horn y col. (1995), se utilizaron niveles altos de

fertilización y se obtuvieron rendimientos de 3.350 kg de forraje/ha y 3.360 kg de trigo/ha.

Calidad nutritiva de los dos componentes utilizados en el experimento II.

a. Resultados del análisis de ANVA para calidad nutritiva del VT.

Como se mencionó en Materiales y Métodos, la calidad de VT se analizó a lo largo de todo el período de pastoreo del experimento III (junio a septiembre) con muestreos cada 21 días.

Durante el período experimental, desde el inicio hasta la finalización del pastoreo, en el cultivo de trigo no se detectó presencia de roya ni enfermedades de hoja que pudieran afectar la calidad nutricional de VT.

No hubo diferencias significativas ($p>0,01$) entre los tratamientos para una misma fecha de muestreo en los parámetros de calidad del VT (MS, DIVMS, PB, CNES, FDN, FDA, MO y EM). En cambio fueron significativas las diferencias entre fechas para las mismas determinaciones ($p<0,001$).

Algunos parámetros de calidad tendieron a diferenciarse entre tratamientos (PB, CNES y FDA) hacia el final del período de pastoreo ($p>0,10$) (Figura 2).

b. Parámetros de calidad.

b1. Verdeo de trigo (VT).

La composición química del VT fue similar a la de la mayoría de los verdes invernales para las fracciones estimadas que definen su valor nutritivo (Figura 3).

El contenido de MS mínimo observado (25%) fue similar al inicio y al final del período de pastoreo, aunque en el mes de agosto se alcanzaron valores de 45%.

Las escasas precipitaciones registradas en julio y agosto pudieron haber provocado un cierto estrés hídrico y un incremento del material muerto en el verdeo lo cual pudo aumentar el contenido de MS (Figura 3a).

Contenidos de MS menores al 17% limitarían el consumo (Phillips y Horn, 2008) pero como se observa en la figura 3, los valores de MS se hallaron por encima de ese valor durante todo el período de pastoreo. Esto es similar a lo reportado para otros verdes evaluados en la misma área (<biblio>)

Resultados y Discusión

Contenidos de agua en los verdeos superiores al 85% han sido correlacionados con trastornos metabólicos, particularmente diarreas, desbalances electrolíticos, deshidrataciones, depresión del consumo y bajos aumentos de peso (Ferri y Stritzler, 1993).

El contenido de agua del alimento no afectaría el consumo de MS mientras no se exceda el consumo de agua esperado por unidad de MS (NRC, 1987). El consumo de agua promedio de una vaca no lactante es 3 partes de agua por cada parte de MS (Winchester y Morris, 1956).

Debido a que el paso de agua por el rumen es muy rápido, la adición de agua intraruminal en exceso no afectaría el consumo. El nivel de humedad sí puede afectar la selección durante el pastoreo, ya que el animal prefiere los pastos succulentos a los forrajes secos (Allison, 1985). Los valores de DIVMS estuvieron en general por encima de los 700 g/kgMS durante todo el período de pastoreo, el valor más bajo fue 640 g/kgMS a principios de agosto (Figura 3b).

La digestibilidad de la dieta es otro factor que se encuentra estrechamente relacionado con el consumo, incrementándose este último al aumentar la digestibilidad. No obstante, según Ellis (1978) existe un punto en el cual el consumo se estabiliza o bien tiende a decrecer, esto se observa cuando la digestibilidad supera los 660 gr/kgMS.

Los valores de PB fueron los esperados para un verdeo de invierno sin fertilizar (Figura 3c). Otros autores hallaron valores de 24 a 30% de PB en verdeos de invierno pero fertilizados con altas dosis de nitrógeno a la siembra (Horn y col., 1995; Pordomingo y col., 2002).

En el caso de las dietas a base de verdeo, el contenido de PB del verdeo alcanza para cubrir los requerimientos de la categoría animal evaluada en este trabajo, vaquillona de recría, sin limitar ganancias de peso vivo de 1 Kg/día (NRC, 1984).

Resultados y Discusión

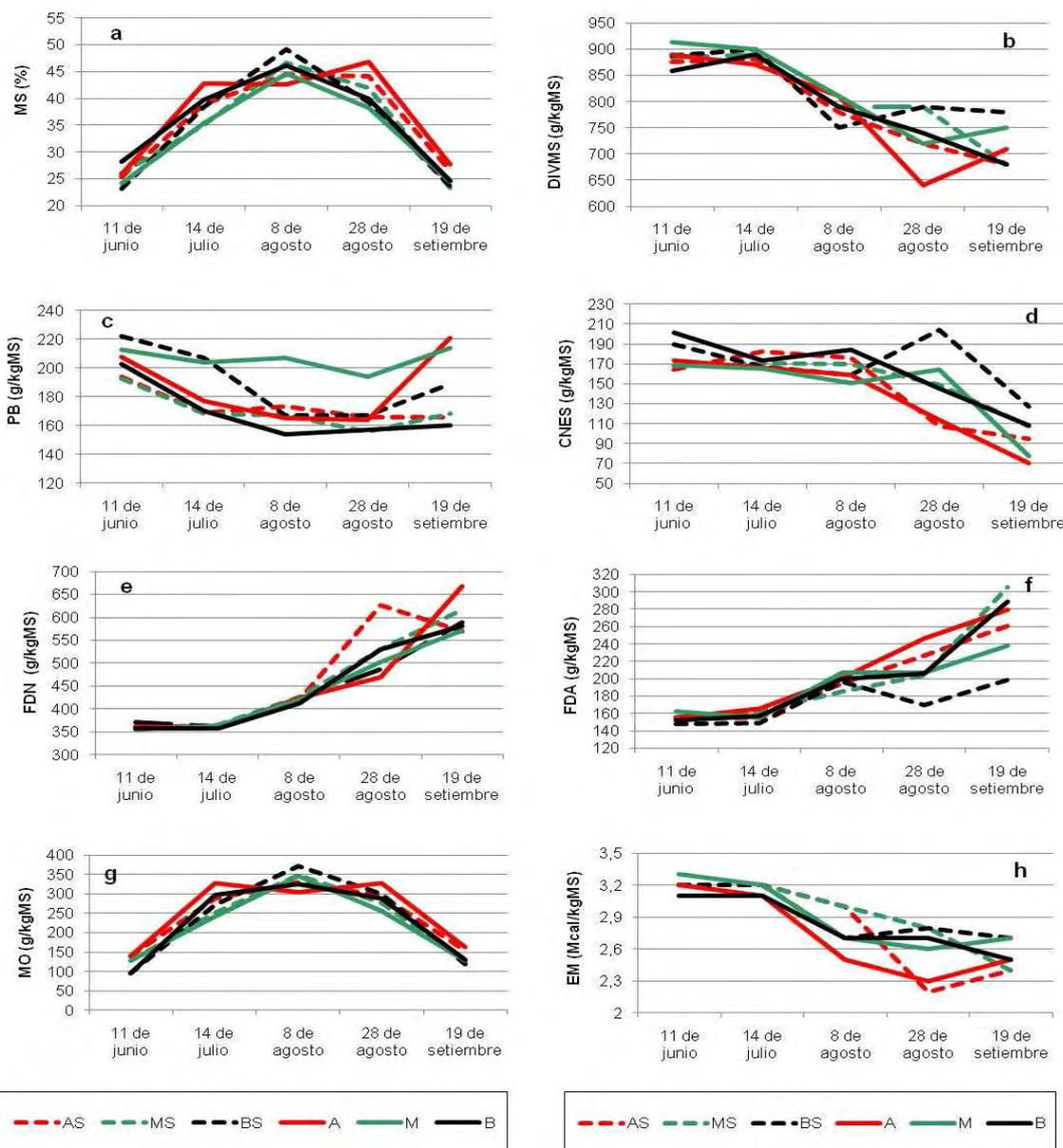


Figura 3. Calidad nutricional del VT a lo largo de los 5 muestreos realizados durante el período de pastoreo para los seis tratamientos evaluados. (a) Materia seca (MS), (b) Digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS), (c) Proteína bruta (PB), (d) Carbohidratos no estructurales (CNES), (e) Fibra detergente neutro (FDN), (f) Fibra detergente ácido (FDA), (g) Materia orgánica (MO) y (h) Energía metabolizable (EM). Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; Tratamientos: AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.

Los valores de CNES también fueron los esperados para un verdeo de invierno, $15,1 \pm 3,5\%$ (promedio para todos los tratamientos y fechas de muestreo) Los valores de CNES del VT coinciden con los hallados por otros autores para verdeos de invierno (Pordomingo y col., 2007; Freddi y col., 2003). En la figura 3d se puede observar que

Resultados y Discusión

los niveles de CNES se mantuvieron relativamente constantes con variaciones de poca magnitud durante los tres primeros meses.

A fines de agosto y septiembre el contenido de CNES en el verdeo disminuyó en todos los tratamientos evaluados (Figura 3d). Según Marino y col. (1995) el contenido de CNES se correlaciona en forma negativa con la concentración de N en la planta. Esta correlación se debería a la utilización de los CNES en la síntesis de proteínas destinadas al crecimiento. Los mismos autores, en 1996, trabajando con avena y raigrás anual también informaron un aumento en la concentración de N en el forraje y una disminución en el contenido de CNES durante la etapa inicial de rebrote invierno-primaveral.

La explicación de las bajas ganancias obtenidas en otoño-invierno debido al desbalance energético-proteico de los verdeos, ha tenido amplia difusión y aceptación como principal responsable de los resultados productivos de los planteos ganaderos en dicha época del año (Elizalde y Santini, 1992; Beever, 1993; Elizalde y col., 1996; Méndez y col., 1998; Méndez y Davies, 1999). Se argumenta que en verdeos con alto contenido de PB, el contenido de CNES de los mismos no alcanza para maximizar el uso del N soluble para síntesis de proteína microbiana (Elizalde y Santini, 1992). El exceso de N soluble se transforma en NH_3 en el rumen. Cuando el contenido de PB de la dieta varía entre 12 y 14%, el nivel de NH_3 alcanzaría los 5 mg/100ml de líquido ruminal, considerado el valor mínimo necesario para una adecuada actividad microbiana. Un incremento por encima de estos niveles no mejoraría la eficiencia de crecimiento microbiano (Cabrita y col., 2006), al contrario, se produciría un desperdicio de N, el cual difunde a través de las paredes del rumen y se pierde en la orina en forma de urea.

De estudios realizados con ganado vacuno y ovino puede decirse que las pérdidas de proteína o un incompleto pasaje de la misma hacia el intestino en forma de proteína microbiana se producen cuando los contenidos de PB exceden los 210g de PB/kg de MO digestible (Poppi y McLennan, 1995). Dicho valor representa una relación de gPB/McalEM de 55,6, 49,7 y 38,9 g para degradabilidades potenciales de proteína de 1, 0,9 y 0,7, respectivamente (Poppi y McLennan, 1995).

En este trabajo la relación PB/MO digestible (asumiendo una digestibilidad de la MO de 0,7) para el VT a lo largo del período de pastoreo se muestra en la Figura 4. Si bien hubo valores superiores a 210g PB/kgMO digestible al principio y fines del período de pastoreo para algunos tratamientos, el valor promedio de dicha relación fue de $190,5 \pm 23,5$. Se puede inferir que en este trabajo hubo entonces una completa transferencia de la proteína al intestino en las dietas compuestas únicamente por VT.

Resultados y Discusión

La MO del VT (Figura 3g) varió en forma similar que el contenido de MS, con una media de 233 gMO/kg MS, alcanzando los valores más altos a principios de agosto. Estos valores de MO coinciden con los hallados por Jaurena y Danelón (2006) para forraje fresco de trigo.

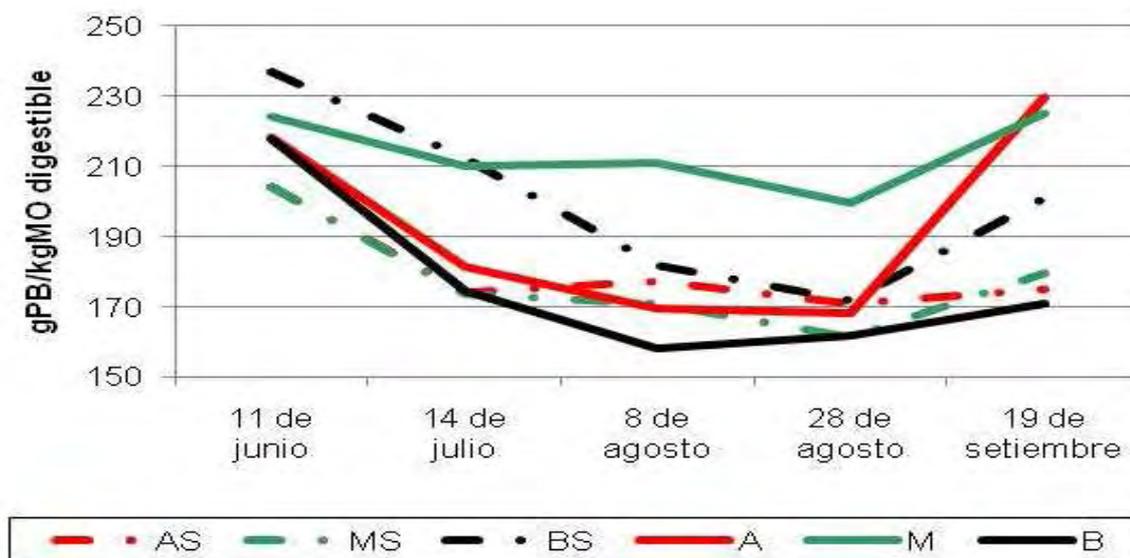


Figura 4. Relación gPB/kgMO digestible a lo largo de los 5 muestreos realizados durante el período de pastoreo para los seis tratamientos evaluados. Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo. PB: proteína bruta, MO: materia orgánica.

Los rumiantes necesitan una determinada cantidad de FDN en su dieta para mantener activa la rumia que garantiza a su vez un adecuado flujo de saliva y el mantenimiento de la capacidad buffer del rumen (Gagliostro y Gaggiotti 2004). Pero el consumo decrece cuando el animal se alimenta de forrajes con un alto contenido de fibra. Este tipo de forraje hace que se recargue la capacidad del rumen y se incremente el tiempo de permanencia de esta fibra en el tracto digestivo. Por el contrario, a medida que el contenido de FDN disminuye, se incrementa la proporción de MO digestible en el rumen (Zinn y Ware, 2007). Con concentraciones de FDN superiores a 600 g/kg MS se ve limitado el consumo (Mertens, 1994). En el presente trabajo, los valores de FDN a lo largo del período de pastoreo no superaron los 600 g/kg MS (Figura 3e), por lo cual se descarta que se limitara el consumo, por un efecto de llenado del rumen, en el caso de las dietas a base de VT únicamente, por un efecto de llenado del rumen.

Durante períodos de pastoreo continuo, generalmente se produce un incremento de la materia muerta del forraje, y disminuyen los niveles de proteína y DIVMS, incrementándose los de FDN (Nelson y Moser, 1994). En este trabajo la DIVMS y la FDN siguen ese modelo, en cambio la PB se mantuvo relativamente dentro de los mismos valores a lo largo del período de pastoreo.

En definitiva la composición química del verdeo manifestó cambios a lo largo del período de pastoreo, siendo similar a lo esperado para forrajes frescos en activo crecimiento (Horn y col., 1979). La MS, FDN y FDA tendieron a aumentar como consecuencia del avance de madurez de las plantas, mientras que la PB y los CNES tuvieron oscilaciones de poca magnitud.

La importancia de la FDA, constituida por celulosa, lignina y sílice, radica en que se encuentra estrechamente relacionada con la digestibilidad del forraje. Algunos programas de análisis de forraje, como el Relative Feed Value (RFV) utilizan ecuaciones de regresión para predecir la digestibilidad a partir de la FDA. En la bibliografía varios trabajos reportaron valores de r dentro de un rango de -0.39 a -0.93 entre digestibilidad y FDA (Moore y Coleman, 2001). El valor de r calculado en este trabajo para VT fue de -0.9, es decir que en este caso la FDA y la digestibilidad están inversamente relacionadas. Sin embargo, Moore y Coleman (2001), concluyen que la estimación de digestibilidad a partir de la FDA son inaceptables debido al amplio rango de variación en la relación de estos dos factores.

Los valores de FDA no presentaron grandes variaciones entre tratamientos hasta fines de agosto donde se comenzaron a acentuar las diferencias entre los tratamientos evaluados, sin llegar a ser éstas significativas. Los valores más bajos de FDA al final del período de pastoreo se registraron para baja intensidad de pastoreo con aporte de SS (BS) (Figura 3f).

b2. Ensilaje de sorgo (SS).

El SS presentó las siguientes características nutritivas (%): MS, 30,4 ($\pm 0,04$), DIVMS, 51,2 ($\pm 1,36$), PB, 7,8 ($\pm 0,16$), FDN, 61,3 ($\pm 1,48$), CNES, 2,5 ($\pm 0,29$) y MO 18,9, ($\pm 0,8$). El contenido de EM (Mcal/KgMS) fue 1,9 ($\pm 0,15$).

El rango de variación en el contenido de MS de ensilajes de sorgo se encuentra entre 28-35% (Di Marco, 2007; Paiva, 1976) ó entre 30-45% cuando se cosecha la planta en estado avanzado de madurez (Bolsen y col., 2003). El contenido de MS de la planta entera se incrementa con el grado de madurez de la misma, desde grano

Resultados y Discusión

lechoso a grano duro, y el rendimiento como el porcentaje de grano en planta entera tienden a incrementarse en los estados de madurez avanzados (Bolsen y col., 2003)

En ensilajes con contenidos de MS superiores al 45% se dificulta el prensado del mismo lo cual incrementa la probabilidad de desarrollo de hongos por la falta de condiciones de anaerobiosis, pudiendo reducir el consumo (Bolsen y col., 2003).

Por el contrario, contenidos de MS por debajo del 30% promueve la fermentación proteolítica, el desarrollo de aminos y ácido butírico en exceso, y la degradación de la fracción proteica con la consecuente reducción del valor nutricional del ensilaje, lo cual también podría reducir el consumo (Van Soest, 1982).

El SS utilizado en este trabajo, presentó un contenido de MS dentro del rango considerado apropiado (28-35%) para el desarrollo de una correcta fermentación durante el proceso de ensilado (Paiva, 1976).

Si bien en general se espera un aumento en este parámetro debido a pérdidas por efluentes durante el proceso de ensilado (Spada y col., 2007), en este trabajo el contenido de MS de la planta entera antes de ser picada fue de 31%, muy similar al del ensilaje ($30,4 \pm 0,04$).

La DIVMS se halló dentro del rango de variación reconocido para un ensilaje de sorgo (50-55%). Estos valores de DIVMS tan bajos no se relacionan con el contenido de grano del material ensilado, el problema reside en la degradabilidad del resto de la planta que es muy baja (Di Marco, 2007).

El contenido de PB del SS se encontró dentro del rango normalmente hallado para un ensilaje de planta entera de cultivo de sorgo. Valores de 7 a 9 % de PB son los registrados comúnmente para SS (Di Marco y Aello, 2006). De León (2006) cita para ensilaje del híbrido Vdh 422, el mismo que se utilizó en este ensayo, un promedio de 4,9 %PB.

La concentración de FDN del SS utilizado fue elevado, muy próximo al valor a partir del cual se considera que comienza a limitar el consumo a través de una regulación física del mismo (Mertens, 1994).

La FDN es un parámetro sumamente variable según el contenido de grano en los ensilajes. Disminuye con el aumento de la proporción de grano en la planta, debido a que el contenido de almidón del ensilaje diluye la FDN (Di Marco, 2007).

El contenido promedio de CNES en los ensilajes es en general bajo, aproximadamente 2% (McDonald y col., 1979), es decir que el ensilaje de sorgo utilizado en este trabajo se encontró dentro del rango considerado normal.

El contenido de EM también estuvo dentro del rango considerado habitual para un ensilaje de sorgo (NRC, 1984).

Resultados y Discusión

Los parámetros de calidad de ambos recursos utilizados (VT y SS) estuvieron dentro de los valores normales (NRC, 1984; Jaurena y Danelón, 2006) y coinciden con los de otros trabajos similares (Arzadún y col., 2003; Vogel y col., 1987).

c. Análisis de varianza de disponibilidad del verdeo, peso vivo, ganancia diaria de peso y peso acumulado por hectárea.

Los dos factores principales que influyen sobre el consumo de animales bajo pastoreo son la cantidad y la calidad del forraje disponible, siendo la cantidad de forraje el mayor factor limitante (NRC, 1987).

La intensa sequía y heladas mencionadas en el párrafo anterior, permitieron una tasa de crecimiento baja de forraje durante todo el período de pastoreo. No hubo diferencias significativas de disponibilidad forrajera entre los tratamientos para tipo de dieta y para intensidad de pastoreo durante todo el período de pastoreo, ($p=0,9391$ y $p=0,4171$, respectivamente).

En cambio hubo diferencias significativas para la disponibilidad del VT entre fechas de muestreo y para las interacciones entre intensidad y fecha y entre intensidad, fecha y tratamiento (Tabla 7).

Tabla 7. Probabilidad de $> F$ en el análisis de varianza de disponibilidad, peso vivo, ganancia diaria de peso y peso vivo acumulado por hectárea.

Variable	Efecto						
	T	I	F	T*I	T*F	I*F	T*I*F
Disponibilidad VT (kg MS/ha)	NS	NS	.0004	NS	NS	.0016	<.0001
GD (kg/animal/día)	NS	NS	<.0001	NS	NS	NS	NS
APV (kg/ha)	NS	NS	<.0001	NS	NS	NS	NS

T: tratamiento; I: intensidad de pastoreo; F: fecha de muestro/pesaje de vaquillonas. VT: verdeo de trigo; PV: peso vivo; GD: ganancia diaria individual; APV: acumulación de peso vivo por ha. NS: no significativo

d. Disponibilidad del VT.

En la figura 5 se presentan los valores de disponibilidad de VT a lo largo del período de pastoreo para los seis tratamientos evaluados.

A medida que avanzó el período de pastoreo, desde junio hasta septiembre, se acentuaron las diferencias de disponibilidad de VT entre los tratamientos. Para alta intensidad de pastoreo la disponibilidad de MS fue disminuyendo desde la segunda fecha de muestreo, siendo esto más notorio para los tratamientos sin aporte de SS.

Resultados y Discusión

Las parcelas con baja intensidad de pastoreo y aporte de SS presentaron, desde la segunda fecha de muestreo, las disponibilidades de MS más elevadas respecto de los otros tratamientos.

Estos resultados difieren de los hallados por Arzadún y col. (2003) en el mismo sitio en que se desarrolló este experimento. Ellos hallaron que al final del período de pastoreo, la disponibilidad de verdeo entre tratamientos fue diferente ($p < 0.01$) en los 3 años de ensayo.

Estas diferencias en la disponibilidad final entre los dos experimentos en parte se pueden explicar por las menores tasas de crecimiento del VT a lo largo del período de pastoreo en 2007 respecto a las registradas durante el mismo período en los tres años de ensayo del trabajo citado (hasta un 60% más de heladas en 2007).

El valor más bajo se registró en el muestreo del 08 de agosto, con 410 kgMS/ha para el tratamiento A; y la disponibilidad más alta fue de 1233 kgMS/ha en el muestreo del 19 de septiembre para BS.

Las disponibilidades del VT más bajas y altas fueron (promedio de las 5 fechas de muestreo) 612 Kg MS/ha, en A y 954 Kg MS/ha en BS (Figura 5).

Más del 60% del total de la MS producida durante todo el período de pastoreo se concentró en los primeros meses (junio, julio y principios de agosto).

Analizando cada fecha de muestreo, la menor disponibilidad (promedio de todos los tratamientos) se registró el 28 de agosto con 661 kgMS/ha (Figura 5).

La disponibilidad de VT tendió a ser un 23% mayor ($p = 0,199$), para AS y un 13% para BS respecto a los mismos tratamientos de igual intensidad pero sin aporte de SS (Figura 5). La intensidad media de pastoreo (M) no provocó diferencias en la disponibilidad del verdeo entre los tratamientos con y sin SS en los meses de junio, julio y agosto.

La disponibilidad del forraje varió en parte como consecuencia de las condiciones climáticas prevalecientes durante el período de evaluación. Luego de las importantes precipitaciones registradas a principio del mes septiembre (Tabla 1), se observó un aumento en la disponibilidad de forraje en todos los tratamientos excepto para A y MS, en los cuales ésta se mantuvo ó decayó levemente (Figura 5). Este aumento en la disponibilidad del verdeo a fines del período de pastoreo (septiembre) también se registró en uno de los años del ensayo trianual de Arzadún y col. (2003). Sin embargo en los dos años restantes, la disponibilidad fue decayendo en forma lineal con el avance del período de pastoreo.

Mott (1984) reportó una máxima performance animal con disponibilidades de forraje de 1200-1600 kgMS/ha. Según el NRC (1987) la máxima producción por

Resultados y Discusión

hectárea se alcanza con disponibilidades de forraje de 1800 kg MS/ha, y por debajo de 1125 kg MS/ha la reducción en la performance animal es notable.

Rayburn (1986), a través del análisis de los resultados de varios ensayos, indicó que con disponibilidades cercanas a 2250 kg/ha ó 40 gMO/kgPV, es máximo el consumo voluntario en vacunos y ovinos, y éste declina rápidamente al 60% del máximo con 450 kgMS/ha ó 20gMO/kgPV.

La disponibilidad media de VT durante todo el trabajo fue de 800 kg MS/ha, lo que podría estar afectando el consumo voluntario y la performance animal en los tratamientos sin aporte de SS a la dieta.

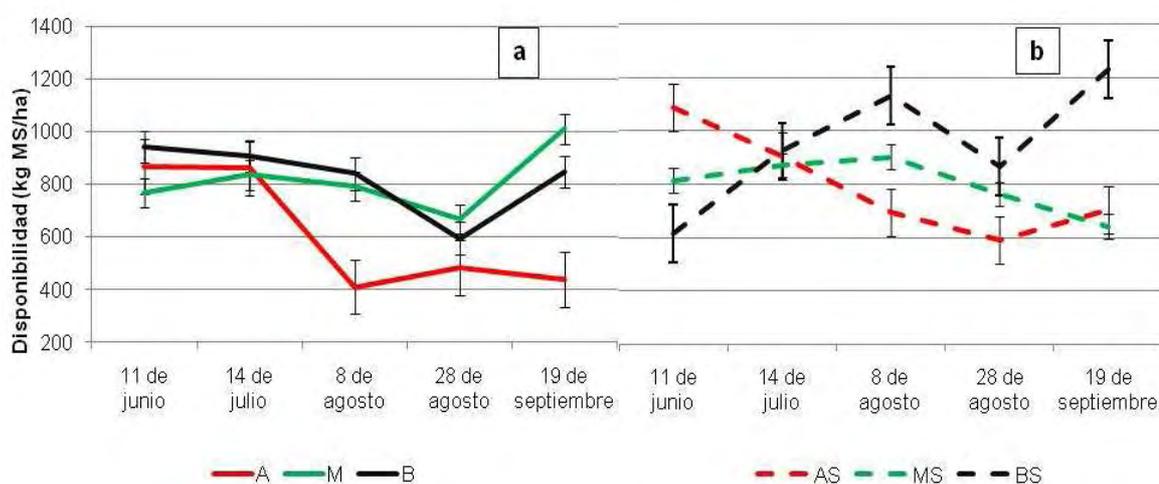


Figura 5. Disponibilidad del VT (kg MS/ha) para las 3 intensidades de pastoreo (A, M y B). a. sin aporte de ensilaje, y b. con aporte de ensilaje (las barras verticales indican error típico). Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.

Si bien las diferencias en disponibilidad entre las intensidades para una misma fecha de muestreo no fueron significativas, se observó una tendencia a una menor disponibilidad de VT con intensidad alta de pastoreo respecto a media y baja, con y sin SS.

e. Ganancia de peso vivo (GD), receptividad y peso vivo acumulado (APV).

La ganancia diaria de peso (GD) y la acumulación de peso vivo por hectárea (APV) presentaron diferencias significativas ($p < 0,0001$) entre fechas de pesadas

Resultados y Discusión

(Tabla 7 y Figura 6). Arzadún y col. (2003) hallaron diferencias significativas entre intensidades de pastoreo para GD y APV en los tres años que realizaron el trabajo.

En la figura 6 se muestra la evolución del PV de las vaquillonas a lo largo del período de pastoreo. Del 11 de junio al 27 de junio (16 días) fue el período de acostumbramiento de las vaquillonas a la dieta y al manejo diario. Se observan diferencias de PV entre los tratamientos para una misma fecha de pesaje pero éstas no llegaron a ser significativas ($p < 0,05$), como se mencionó anteriormente.

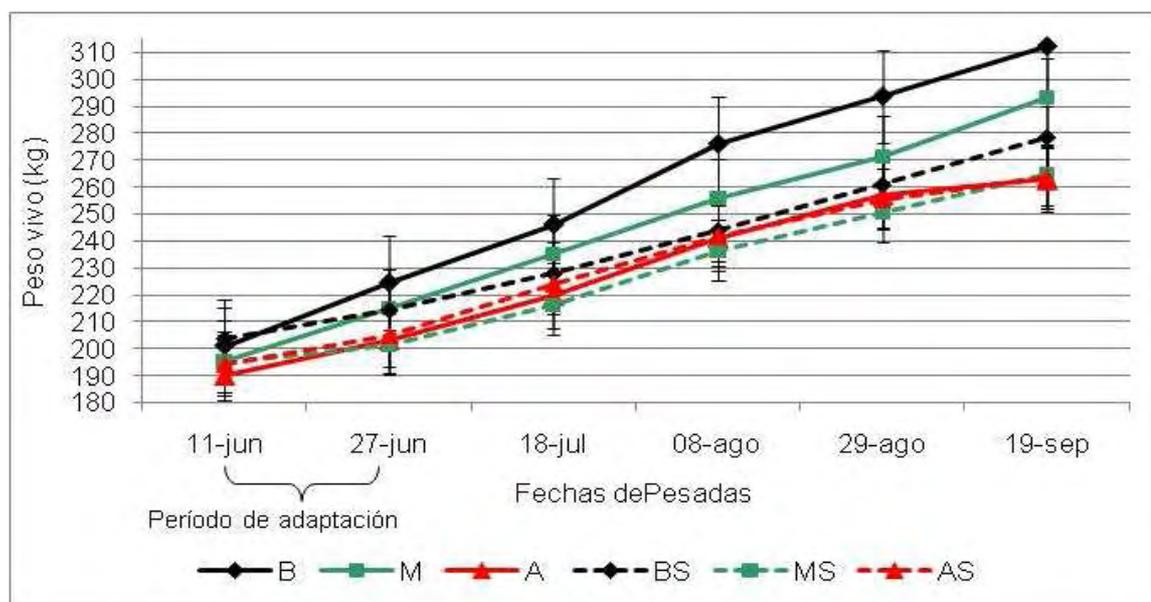


Figura 6. Evolución del peso vivo de las vaquillonas durante el período de pastoreo para los diferentes tratamientos evaluados (las barras verticales indican error típico). Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.

Se puede observar que hubo variación de la GD a lo largo del período experimental en todos los tratamientos evaluados, mostrando en todos los casos incrementos del PV con el avance del período de pastoreo (Figura 6).

Las bajas disponibilidades de VT en A (Figura 5) no afectaron las GD de las vaquillonas (Tabla 8) a lo largo del período de pastoreo. Esto es relevante porque, como se desarrollará más adelante, esto permitiría aumentar la carga animal sobre el VT sin afectar la productividad individual.

Si bien con tan bajas disponibilidades de forraje se vería afectado el consumo voluntario y en consecuencia la GD se vería disminuida (Chifflet de Verde y col., 1974; Cangiano, 1982; NRC, 1987), no es lo que se vio reflejado en los resultados de este experimento. El uso de SS sustituyendo al pastoreo de VT no deprimió la ganancia

Resultados y Discusión

individual y logró un importante incremento de la producción por hectárea cuando la intensidad de pastoreo se elevó (Tabla 8).

Tabla 8. Efecto de la intensidad de pastoreo y el uso de ensilaje de sorgo sobre la receptividad, la ganancia diaria individual (GD) y el peso vivo acumulado (APV) por hectárea.

Intensidad de pastoreo	Receptividad Animal/día/ha	GD g/animal/día	APV KgPV/ha
A	547	815	161
AS	1008	725	274
<i>Efecto del ensilaje¹</i>	**	---	**
M	339	930	126
MS	541	825	197
<i>Efecto del ensilaje</i>	**	---	*
B	335	1080	128
BS	437	845	130
<i>Efecto del ensilaje</i>	NS	---	ns
ANVA			
Intensidad	**	Ns	**
Ensilaje	**	Ns	**
Intensidad x ensilaje	*	Ns	*

¹ Efecto del ensilaje dentro de intensidad

Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.

**P≤0,01; * P≤0,10; ns P>0,10

La receptividad del VT aumentó en 84% ($p \leq 0,01$) por el uso de SS para la alta intensidad de pastoreo (AS) y un 60% para media intensidad de pastoreo (MS), no siendo significativo el efecto para baja intensidad de pastoreo (30%). Como consecuencia cuando los animales accedieron al SS, el APV por hectárea resultó incrementado ($p < 0,01$) un 70% en la intensidad de pastoreo A y un 56% en la intensidad de pastoreo M (Tabla 8).

El incremento de receptividad debido a la utilización de SS, encontrado al incrementar la intensidad de pastoreo debe ser necesariamente acompañado de una sustitución creciente del verdeo. Así, el nivel de esta sustitución debe guardar, aproximadamente, una relación matemática con ese incremento de receptividad si el consumo de forraje total de los animales permaneciera constante en los diversos tratamientos. Esa relación puede ser calculada como:

$$\text{Aumento de receptividad (\%)} = [(100\% / (1 - \% \text{Sustitución})) - 100]$$

La eficiencia de conversión del alimento se incrementó a medida que aumentó la proporción de SS en la dieta. En efecto, a medida que disminuyó la intensidad de pastoreo y se incrementó la proporción de SS en la dieta, de AS a BS, la eficiencia de conversión mejoró de 9,5 a 6,6 kgMS/kgPV. En el caso de las dietas sin aporte de SS, la eficiencia de conversión varió de 10,2 a 8,4 kgMS/kgPV, para A y B intensidad de pastoreo, respectivamente.

Entre los factores de manejo del pastoreo, la asignación forrajera (kgMS/animal o kgMS/kgPV) constituye un elemento de gran importancia debido a su efecto en el consumo animal (Peyraud y col., 1996).

A lo largo del período de pastoreo, las asignaciones de VT se mantuvieron relativamente constantes para cada tratamiento, excepto hacia el final (Figura 7). En los tratamientos con aporte de SS, la asignación de VT tendió a aumentar luego del 28 de agosto (Figura 7). La restricción en el horario de pastoreo (4 h) en estos tratamientos (AS, MS y BS) respecto a los mismos sin aporte de SS (24 h), junto con las precipitaciones registradas a principios de septiembre (Tabla 1) habrían ayudado a una mayor recuperación del VT en AS, MS y BS.

La asignación de VT fue menor en los tratamientos con aporte de SS debido a que como se mencionó en Materiales y Métodos, las parcelas con aporte de SS tenían una superficie menor respecto a las parcelas sin aporte de SS (Figura 7).

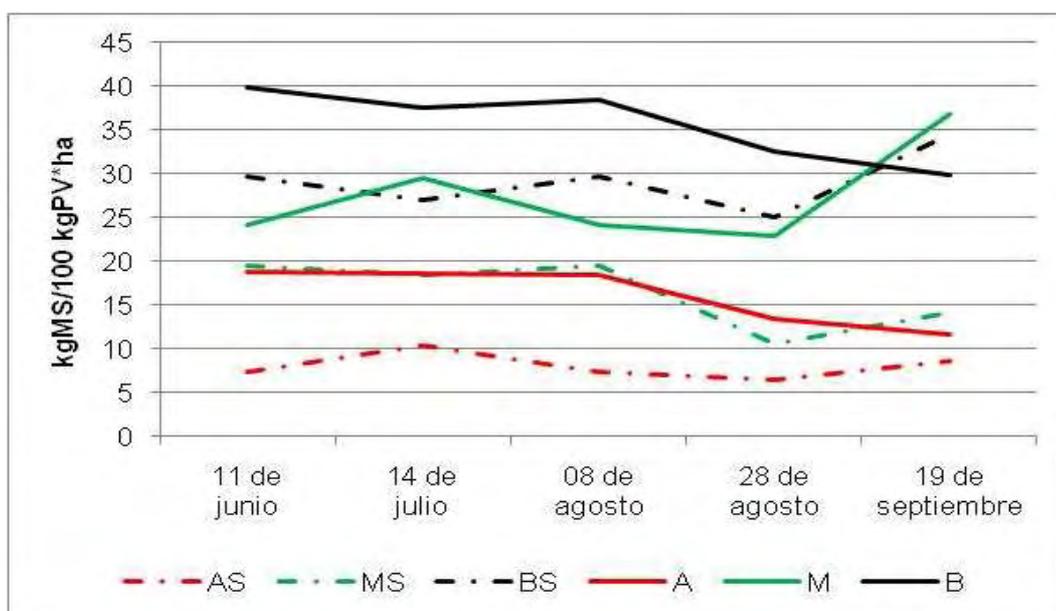


Figura 7. Asignaciones de VT (kgMS/kgPV*ha) para los seis tratamientos evaluados. Intensidades de pastoreo: A= alta; M= media; B= baja; AS= alta + ensilaje de sorgo; MS= media + ensilaje de sorgo; BS= baja + ensilaje de sorgo.

f. Conclusiones del Experimento II.

Las ganancias de peso de las vaquillonas fueron elevadas (790 g/día/animal) independientemente de la dieta e intensidad de pastoreo utilizadas, aún con disponibilidades de VT inferiores a 800 kgMS/ha.

La utilización de altas intensidades de pastoreo de verdeo no afectarían las ganancias diarias de peso en vaquillonas, lo cual permitiría aumentar la carga animal o prolongar el período de pastoreo del verdeo sin afectar la producción.

El encierre durante 20 horas en ensilaje de sorgo y pastoreo de 4 horas en verdeo de trigo en recría de vaquillonas aumenta la receptividad del mismo, pudiendo mejorar la estabilidad de los resultados productivos y aumentar de esta forma los beneficios de la explotación.

Experimento III. Estimación del consumo voluntario por medio de un marcador externo, LIPE®.

En este experimento se estimó el consumo mediante la medición de oferta y rechazo del SS y también mediante el empleo de un marcador externo, LIPE®. Se evaluaron 6 tratamientos de pastoreo con vaquillonas, bajo disponibilidades contrastantes (A, M y B) y con aporte de SS (AS, MS y BS), como se mencionó en Materiales y Métodos. Durante los 8 días de duración del ensayo, la dosificación del marcador y la extracción manual de heces se realizaron sin inconvenientes.

a. Análisis de varianza para consumo total, consumo de SS, consumo de VT y DIVMS.

En la tabla 9 se presentan los resultados del análisis de ANVA. Hubo diferencias significativas entre tratamientos (con y sin aporte de SS), y en la interacción dieta x intensidad de pastoreo para consumo total, consumo de VT y para DIVMS de las dietas evaluadas.

Resultados y Discusión

Tabla 9. Probabilidad de >F en el análisis de varianza del consumo (total y de VT) y de la DIVMS.

Variables	Efecto		
	Dieta (D)	Intensidad de pastoreo (I)	D x I
Consumo total	<.0001	NS	0.01
Consumo VT	<.0001	.0009	<.0001
DIVMS	<.0001	<.0001	<.0001

VT: verdeo de trigo; DIVMS: digestibilidad in vitro de la materia seca; NS: no significativo

b. Disponibilidad y calidad nutritiva de los componentes de la dieta.

La disponibilidad de VT para las diferentes intensidades de carga fueron (kgMS/ha): 1094 \pm 252, 568 \pm 96 y 329 \pm 136 para B, M y A, respectivamente.

El SS utilizado fue el mismo que en los experimentos anteriores (Tabla 2), los parámetros de calidad para el VT utilizado en el experimento III no presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($p>0,05$). Características nutritivas del VT (%): MS, 25,0 (\pm 0,03), DIVMS, 71,4 (\pm 0,06), PB, 17,1 (\pm 0,53), FDN, 60,0 (\pm 4,8), CNES, 15,0 (\pm 2,6) y MO 13,6 (\pm 3,4). El contenido de EM (Mcal/KgMS) fue 1,9 (\pm 0.15).

c. Estimación del consumo.

El consumo total fue mayor en las vaquillonas que solamente pastorearon VT sin aporte de ensilaje (A, M y B) con respecto a las que recibieron SS. Esto ocurrió en las tres intensidades de pastoreo utilizadas. El consumo total disminuyó un 17, 24 y 38% para BS, MS y AS, respecto a B, M y A, respectivamente (Tabla 10).

Resultados y Discusión

Tabla 10. Asignación de VT (verde de trigo), consumo de SS (ensilaje de sorgo), consumo de VT, consumo total, consumo de fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad in vivo de la MS (DIVMS) de la dieta para los 6 tratamientos evaluados.

Tratamiento	Asignación de VT (KgMS/100 kgPV)	Consumo SS ¹ (Kg MS)	Consumo de VT (Kg MS)	Consumo total ²	Consumo FDN (kg)	DIVMS de la dieta (%)
A	11 c	0	8,3 a	8,3 a	5,0 b	71,4 a
M	36 a	0	8,2 a	8,2 a	4,9 b	71,4 a
B	30 a	0	9,1 a	9,1 a	5,5 a	71,4 a
AS	9 c	6,5 a	0,5 c	7,0 c	2,7 d	56,2 d
MS	14 b	2,8 c	3,4 b	6,2 bc	3,8 c	63,7 b
BS	35 a	3,4 b	3,5 b	6,9 b	3,4 c	61,9 c

A,B,C = Intensidades de pastoreo Alta, Media y Baja. AS,MS ;BS = Intensidades Alta, Media y Baja, con aporte de ensilaje de sorgo.

¹ Medido por oferta-rechazo.

² Estimado mediante marcador externo

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas, Tukey (p<0,05).

El consumo total y de VT se incrementó a medida que disminuyó la intensidad de pastoreo, de A a B. Los mayores consumos se registraron en las dietas VT respecto a VT + SS para todas las intensidades acentuándose las diferencias a medida que la presión de pastoreo se incrementó (Tabla 10).

Con la DIVMS de la dieta ocurrió lo mismo que con el consumo, las mayores DIVMS se registraron en las dietas VT, y las menores en las dietas con aporte de SS y alta intensidad de pastoreo (Tabla 10).

El consumo de SS aumentó en 2,1 kgMS/animal/día al pasar del tratamiento de baja (BS) a alta (AS) intensidad de pastoreo, y la asignación de VT disminuyó en 31 kgMS/100kgPV/día. Respecto a esto, Arelovich y col. (1999 y 2004) trabajando con verdeo de avena y heno, concluyeron que cuando existe una restricción al pastoreo aunque el heno sea de baja calidad, el consumo del mismo se incrementa con una potencial sustitución del verdeo

La DIVMS entre estos dos tratamientos también difirió (p<0,05), pudiéndose inferir que la asignación de VT y la DIVMS de la dieta afectaron el consumo de SS.

Se observa claramente un efecto de sustitución con depresión del consumo del VT en los tratamientos con SS. El SS constituyó el 93%, 45% y 49% de la dietas en los tratamientos de AS, MS y BS, respectivamente. Arzadún y col. (2008) hallaron valores de sustitución del 50%, sin depresión del consumo, en dietas de cebada y ensilaje de sorgo. Este valor se aproxima a los de los tratamientos de MS y BS.

En forrajes de baja calidad (menos de 60% de DIVMS) la sustitución varía entre 0,20 a 0,50 kg de forraje por kg de suplemento ofrecido (Sansón y Clanton, 1989).

Resultados y Discusión

En los forrajes de alta calidad, como los verdeos, el proceso fermentativo es muy diferente al que ocurre con los forrajes de baja calidad. El forraje tiene un exceso de proteína, tiene menor contenido de fibra y de más fácil ataque por parte de las bacterias del rumen que en un forraje de baja calidad. Bajo estas condiciones y, para los niveles de suplementación normalmente utilizados (1 % del peso vivo), es bastante difícil que ocurra una depresión de la digestión de la fibra (Sanson y Clanton, 1989). En estos forrajes el efecto de la suplementación será mayor sobre la reducción en el consumo de forraje que sobre la digestión de la fibra (Bowman y Sanson, 1996; Elizalde et al. 1999).

Vogel y col., (1989), observaron que cuando se incrementó el consumo de ensilaje el consumo de verdeo disminuyó en forma lineal ($p < 0,10$). Por cada kg de MS de ensilaje agregado, el consumo de MS de verdeo de trigo disminuyó en 0,66 kg. El grado de digestión ruminal de la MS y de la FDN del trigo se incrementó con el consumo del ensilaje, indicando un efecto asociativo positivo con el verdeo (Vogel y col., 1987). En definitiva Vogel obtuvo resultados diferentes a los de este experimento usando los mismos ingredientes.

Contenidos de MS en la dieta menores al 17% limitarían el consumo (Phillips y Horn, 2008) pero en este ensayo se descartaría esta posibilidad ya que los valores de MS fueron superiores al 21%.

El consumo de FDN del verdeo, a lo largo del período de pastoreo (101 días), no superó los 600 g/kg MS (Tabla 9), por lo cual se descarta que se limite el consumo por llenado del rumen debido a un elevado contenido de fibra del forraje (Mertens, 1994). En cambio, el contenido de FDN del SS presentó valores próximos o superiores a este valor, con lo cual en dietas con aporte de ensilaje no se descartaría una regulación física del consumo debido a una menor digestibilidad y tasa de pasaje por el tracto gastrointestinal del suplemento. Sin embargo, en las dietas con SS el consumo de FDN fue aún menor que en las dietas basadas sólo en VT (Tabla 9).

En la tabla 11 se presentan los contenidos de PB y CNES de los distintos tratamientos. En las dietas con SS tanto el contenido de PB como de CNES disminuye en forma significativa cuando la intensidad de pastoreo aumenta. Esto se explica por el mayor consumo de SS en las dietas con menores asignaciones de VT (Tabla 11).

Se calculó la relación PB/CNES para los diferentes tratamientos, y hubo diferencias significativas ($p < 0.001$) entre los mismos (Tabla 11).

Resultados y Discusión

Tabla 11. Contenido de proteína bruta (PB), carbohidratos no estructurales (CNES), relación PB/CNES y relación DIVMS:PB, en las seis dietas evaluadas.

Tratamiento	PB (%)	CNES (%)	PB/CNES	DIVMS:PB
A	17,1 a	15,0 a	1,14 c	4,7:1 c
M	17,1 a	15,0 a	1,14 c	4,7:1 c
B	17,1 a	15,0 a	1,14 c	4,7:1 c
AS	9,16 c	3,8 c	1,41 b	5,3:1 b
MS	12,8 b	9,3 b	1,38 b	5,2:1 b
BS	12,6 b	8,9 b	2,42 a	6,4:1 a
CV (%)	1,5	3,0	9,36	1,40
EE	0,10	0,16	0,07	0,036

A,B,C = Intensidades de pastoreo Alta, Media y Baja. AS,MS ;BS = Intensidades Alta, Media y Baja, con aporte de ensilaje de sorgo

DIVMS: digestibilidad de la MS

CV: coeficiente de variación. EE: error estándar de la media.

Los valores de esta relación para las dietas a base de VT únicamente (para las tres intensidades de pastoreo) son similares a las halladas por Juan y col. (2007) en verdeos de invierno. Forrajes con relaciones PB/CNES de 1:1 o inferiores parecerían correlacionarse con altas ganancias de peso (Pordomingo y col., 2002; Pordomingo y col., 2001).

Según Moore y col. (1998), los máximos consumos de forraje se obtienen con una relación DIVMS:PB de 4:1, y se reducen en forma lineal a medida que el exceso de energía y/o reducción de la proteína se hace más evidente. Estos autores sugieren que la óptima relación se encuentra entre 4:1 a 6:1.

La relación, DIVMS:PB, para los seis tratamientos evaluados fue diferente ($p < 0,0001$). Se puede observar que excepto en BS, la relación estuvo dentro del rango que Moore y col. (1998) consideran óptimo para maximizar el consumo. En BS, la baja DIVMS (30,1%) y el contenido de PB (8%) de la dieta dio una relación de 6,4:1, que si bien no excede mucho el rango considerado como óptimo, aumentando el contenido de proteína se mejoraría la dieta ofrecida y de esta forma quizás también el consumo. Esto estaría indicando que hay un nivel de SS por encima del cual no es conveniente incrementar su uso para así maximizar el aporte de PB del verdeo.

Es decir, que también se podría descartar la hipótesis de un desbalance de DIVMS: PB de la dieta como causante de los menores consumos en los tratamientos con aporte de SS respecto a las dietas basadas en pastoreo de VT sin suplemento.

d. Conclusiones del Experimento III.

El menor consumo de verdeo obtenido en los tratamientos con encierres de 20 horas en ensilaje de sorgo permitiría incrementar la carga animal o prolongar el uso del verdeo por más tiempo.

Se registró variación en la relación PB:CNES entre las dietas a base de ensilaje de sorgo con verdeo respecto a las dietas basadas únicamente en verdeo. Sin embargo las ganancias de peso de las vaquillonas no presentaron diferencias significativas.

Incrementos de la intensidad de pastoreo, de baja a alta, en los tratamientos con SS mostraron diferencias entre sí y frente a los tratamientos a base de VT, en el consumo total de MS. El mayor consumo se registró en las vaquillonas cuya dieta se basó únicamente en verdeo. En las vaquillonas cuya dieta base fue ensilaje de sorgo se observó un efecto de sustitución con depresión del consumo de verdeo, debido probablemente a la mayor cantidad de horas que estos animales permanecieron encerrados en el ensilaje de sorgo y acentuado esto último en los tratamientos con alta carga.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN GENERAL

En el experimento I, asignaciones crecientes de VT a una dieta basal de SS no mostraron diferencias entre sí, ni tampoco frente a las dietas puras, en el consumo de MS total. En el experimento II se observaron diferencias significativas en el consumo total cuando aumentaron las asignaciones de VT. Estas diferencias entre los dos ensayos pueden deberse a que en el experimento I se trabajó con un rango de variación más pequeño, difiriendo la composición resultante de la dieta entre corderos y vaquillonas. En el ensayo con corderos el rango de proporción de SS en la dieta varió de 75 a 90% desde 800VT a 200VT, respectivamente. En el experimento II el rango varió de 45 a 98%, para B a A intensidad de pastoreo.

Con respecto a la calidad de las dietas suministradas, en el experimento III el aporte de ensilaje produjo un aumento ($p < 0,05$) de la relación PB/CNES (Tabla 11), pero en cambio no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en la ganancia de peso respecto de las no suplementadas (Tabla 8) como se observó en el experimento II. Se podría decir que los supuestos desbalances entre PB y CNES aportados por la dieta no afectaron en este caso las ganancias de peso de terneras en crecimiento.

En las dietas con aporte de SS, éste se transformó en el forraje base ya que los animales permanecieron 20 horas frente al SS y solamente 4 horas con el VT. Esto explicaría el efecto de sustitución provocada con depresión del consumo de VT.

Los porcentajes de sustitución calculados en el experimento II fueron de 82, 58 y 50 para AS, MS y BS, respectivamente. Comparando estos valores de sustitución con los hallados en el experimento III para los mismos tratamientos (98, 45 y 49% de sustitución, en el mismo orden) el que más difirió fue el de AS, siendo prácticamente igual para MS y BS. El experimento III se llevó a cabo cuando finalizó el experimento II, con disponibilidades (Figura 5) y asignaciones de VT (Figura 7) más extremas entre tratamientos. Además, el período de evaluación fue corto (8 días) y en estas circunstancias juega un rol más importante la facilidad de acceso y prehensión del forraje por parte de los animales que la calidad del mismo (Baumont y col., 2000). En ensayos de evaluación de consumo durante un período largo, las hojas del forraje tiene una alta correlación con los consumos (Gregorini y col., 2009).

En experimentos de evaluación de pastoreo de larga duración, como es el caso del ensayo II, la calidad del forraje parece estar más relacionada con el consumo por una

Discusión general

mayor influencia del tiempo de retención de la MS en el rumen, que en los experimentos de un período corto de evaluación (Baumont y col., 2006; Barre y col., 2006).

En el experimento III, el menor consumo de VT que provocó el aporte de SS (AS, MS y BS) permitiría incrementar la carga animal o prolongar el uso del verdeo por más tiempo. Este efecto también fue observado en el mismo sitio en un experimento de similares condiciones (Piazza y col., 2007). Sin embargo, debería considerarse las consecuencias en la producción animal, como se observó en el experimento II.

CAPÍTULO 5. IMPLICANCIAS

Si bien hubo variación en la relación proteína bruta: carbohidratos no estructurales entre las dietas a base de ensilaje de sorgo con verdeo respecto a las dietas a base de verdeo únicamente, las ganancias de peso de las vaquillonas no presentaron diferencias significativas. Se podría decir que los supuestos desbalances entre proteína bruta y carbohidratos no estructurales aportados por la dieta no afectaron en este caso las ganancias de peso de terneras en crecimiento en el período de otoño-invierno.

En las vaquillonas cuya dieta base fue ensilaje de sorgo se observó un efecto de sustitución con depresión del consumo de verdeo, debido probablemente a la mayor cantidad de horas que estos animales permanecían encerrados en el ensilaje de sorgo y acentuado esto último en los tratamientos con alta intensidad de pastoreo.

Las ganancias de peso de las vaquillonas fueron elevadas aún con disponibilidades de verdeo de trigo inferiores a 800 kgMS/ha. La utilización de altas intensidades de pastoreo de verdeo no afectarían las ganancias diarias de peso en vaquillonas. En base a esto un pastoreo intenso sería una opción apropiada para aprovechar el verdeo de trigo cuando se complementa con ensilaje de sorgo.

El menor consumo de verdeo obtenido con encierres de 20 horas en ensilaje de sorgo permitiría incrementar la carga animal o prolongar el uso del verdeo por más tiempo en la recría de vaquillonas sin afectar las ganancias individuales de peso, aún con elevadas intensidades de pastoreo.

El aporte de ensilaje de sorgo al pastoreo de verdeo de trigo en recría de vaquillonas aumenta la receptividad del mismo, pudiendo mejorar la estabilidad de los resultados productivos y aumentar de esta forma los beneficios de la explotación.

CAPÍTULO 6. BIBLIOGRAFÍA

- Abdelhadi, L.O., Santini, F.J. y Gagliostro, G.A. 2005. Corn silage or high moisture corn supplements for beef heifers grazing temperate pastures: effects on performance, ruminal fermentation and in situ pasture digestion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 118: 63-78.
- Adewakun, L.O., Famuyiwa, A.O., Felix, A. y Omole, T.A. 1989. Growth performance, feed intake and nutrient digestibility by beef calves fed sweet sorghum silage and corn silage and fescue hay. *J. Anim. Sci.* 67:1341-1349.
- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. Range Manage.* 38:305 pp.
- Allden, W.G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. En: *Grazing Animal*. Morley, F.H.W (Ed.) University of Melbourne. Veterinary Clinical Center. Princes Highway. Werribee. Vic. 3030. Australia. Cap. 15: 289 pp.
- A.O.A.C. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. (15th edition).
- Arelovich, HM, Laborde HE, Arzadún, MJ and Vasquez, MG. 2004. Influence of hay quality and pasture location on performance of beef cattle grazing oats. *Spanish J Agric Sci*, 2 (1), 53-61.
- Arelovich, H.M., Arzadún, M.J., Laborde, H.E. y Vasquez, M.G. 2003. Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 105:29-42.
- Arelovich, H.M., Arzadún, M., Vasquez, M.G. y Laborde, H.E. 1999. Estrategias de suplementación de bovinos a pastoreo sobre verdeos de avena. En: *Jornada Trigos Doble Propósito- Verdeos Invernales en Producción Bovina*. Publicación Miscelánea Dto. Agronomía-UNS. (Ed: H. M. Arelovich.) Bahía Blanca, 25 de junio de 1999. Pp. 38- 55.
- Arzadún, M., Arias, S. Freddi, J. y Piazza, M. 2008. Multifunctional Grasslands in a Changing World (II). *Proceedings XXI International Grassland Congress*, Julio 2008, Hohhot, China.
- Arzadún, M.J. 2007. El efecto de ensilajes en la utilización de los cereales doble propósito. En: *Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. Un nuevo desafío para la producción regional*. Publicación Miscelánea, Dpto. Agronomía-UNS. Octubre de 2007. Bahía Blanca. 19-30.

- Arzadún, M.J., Arroquy, J.I., Laborde, H. E. y Brevedan, R. E. 2006. Effect of planting date, clipping height and cultivar on forage and grain yield of winter wheat in Argentinean Pampas. *Agronomy Journal*. 98: 1274-1279.
- Arzadún, M.J., Arroquy, J. I., Laborde, H. E. y Brevedan, R. E. 2003. Grazing Pressure on Beef and Grain Production of Dual Purpose Wheat in Argentina. *Agronomy Journal* 95: 1157-1162
- Arzadún, M.J., Arroquy, J.I., Laborde, H.E. y Palomo, R. 1999. Wheat forage and grain response to nitrogen fertilization. Annual Meeting, Salt Lake City UT. Abstracts of ASA, CSSA, SSSA: 61-62.
- Arzadún, M.J., Freddi, J., Pissani, A. y Sastre, P. 1996. Composición del forraje de avena y respuesta a la suplementación (comunicación). *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 16 (Supl.1): 140.
- Bargo F, Muller, L.D., Kolver, E.S., JE Delahoy. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J Dairy Sci* 86, 1-42.
- Bargo, F., Muller, L.D., Delahoy, J.E. y Cassidy, T.W. 2002. Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pastures allowances. *J. Dairy Sci.* 85:1777-1792.
- Bargo, F., Rearte, D.H., Santini, F.J. y Muller, L.D. 2001. Ruminant digestion by dairy cows grazing winter oats pasture supplemented with different levels and sources of protein. *J. Dairy Sci.* 84: 2260.
- Barre, P., Emile, J.C., Betin, M., Surault, F., Ghesquière, M. y Hazard, L. 2006. Morphological Characteristics of perennial ryegrass leaves that influence short-term intake in dairy cows. *Agron. J.* 98: 978-985.
- Basurto, R. y Tejada de Hernández, I. 1992. Digestibilidad aparente de la pulpa deshidratada de limón. Comparación de métodos para estimarla. *Téc. Pec. Méx.* 30(1):13-22.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M. y Morand-Fehr, P. 2000. How forage characteristics influence behavior and intake in small ruminants. A review. *Livest. Prod. Sci.* 64: 15-28.
- Baxter, H.D., Montgomery, M.J y Owen, J.R. 1984. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. *J. Anim. Sci.* 67: 88-96.
- Beck, P. A., Gunter, S.A., Phillips, J.M., Galloway, D.L. y Freeman, A.S. 2005. Effects of diet fed during backgrounding in drylot on ruminal function of cattle during adaptation to pasture. *Prof. Anim. Sci.* 21:474-479.

- Beever, D.E. 1993. Rumen function. En: Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. J.M. Forbes and J. Frame. Ed. CAB Int., Univ. Press, Cambridge, United Kingdom. 187-215.
- Beever, D.E. y Siddons, R.C. 1986. Digestion and metabolism in the ruminant. En: L.P. Milligan, W.R. Grovum, and A. Dobson (Ed.). Control of Digestion and Metabolism in Ruminants. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 479-497.
- Bennett, W. y Tucker, B. 1986. Producción moderna de sorgo granífero. Ed. Hemisferio Sur. 128 pp.
- Bodine, T.N., Purvis, H.T. y Lalman, D.L. 2001. Effects of supplement type on animal performance, forage intake, digestion and ruminal measurements of growing beef cattle. J. Anim. Sci. 79: 1041.
- Bolsen, K., Moore, K., Coblenz, W., Siefers, M. y White, J. 2003. Sorghum silage. En: Silage Science and Technology. Ed. Am. Soc. of Agr. Inc. Crop Sci. Soc. Am., Inc., Soil Soc. Am., Inc. Cap. 13: 609-632.
- Bondi, A. A. 1989. Nutrición Animal. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 546 pp.
- Bowman, J.P. y D.W. Sanson. 1996. Starch- or fiber- based supplements for grazing ruminants. En: M.B. Judkins, and F.T. McCollum, III (Ed.) Proc. 3rd Grazing Livestock Nutrition Conference. Proc. West Sect. Am. Soc. Anim. Sci. 47(Suppl.1):118.
- Brandyberry, S. D., Cochran, R.C., Vanzant, E.S. y Harmon, D.L. 1991. Technical note: Effectiveness of different methods of continuous marker administration for estimating fecal output. J. Anim. Sci. 69: 4611-4616.
- Broster, W.H., y Swan, H. 1979. Estrategias de alimentación para vacas lecheras de alta producción. A.G.T. Editors S. A. – México, D. F. p. 311.
- Butris, G.Y. y Phillips, C.J.C. 1987. The effect of herbage surface water and the provision of supplementary forage on the intake and feeding behavior of cattle. Grass and Forage Sci. 42: 159.
- Byers, J.H., Kendall, K.A. y Ormiston, E.E. 1965. Feeding value of dwarf corn silage compared with corn and hybrid sorghum silages. J. Dairy Sci. 48: 203.
- Cabrita, A.R., Dewhurst, R.J., Fernández Abreu, J.M. y Mira Fonseca, A.J. 2006. Evaluation of the effects of synchronizing de availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows-a review. Anim. Res. 55:1-24.
- Cangiano, C.A. 1982. Comportamiento de la ingestión de novillos a pastoreo. Tesis. M.Sc. UNMdP. Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce. 204 pp.
- Carrasco, P. 1989. Potencial de producción de Sorgo Granífero en el Litoral Norte. Facultad de Agronomía, Montevideo. 80 pp.

- Cherney, D.J.R. 2000. Characterization of Forage by Chemical Analysis. En: Forage evaluation in ruminant nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK. 200-228.
- Cherney, D.J.R. y Mertens, D.R. 1998. Modelling grass utilization by dairy cattle. En: Grass for dairy cattle. CABI Publishing Wallingford, UK. 351-371.
- Chifflet de Verde, S., Torres, F., Otero, J., Ovejero, F. y Rosso, O.R. 1974. Disponibilidad y consumo en pastoreo. II. Consumo y su relación con la disponibilidad de forraje. *Prod. Anim.* 5 (2):78.
- Church, D.C. y Pond, W.G. 1994. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Editorial Limusa, S. A. de C. V. Grupo Noriega Editores. México. 438 pp.
- Church, D. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 544p.
- Cochran, R.C. y Galyean, M.L. 1994. Measurements of in vivo forage digestion by ruminants. En: G. C. Fahey, Jr., M. C. Collins, D. R. Mertens, L. E. Moser (Ed.) Forage Quality, Evaluation, and Utilization. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI. 613-643.
- Cochran, R.C., Adams, D.C., Wallace, J.D. y Galyean, M.L. 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.* 63:1476 -1483.
- Coleman, S.W. y Moore, J.E. 2003. Feed quality and animal performance. *Field crops Research*, 84: 17.
- Cordova, F.J, Wallace, J.D. y Pieper, R.D. 1978. Forage intake by grazing livestock. A review. *J. Range Manage.* 31:430.
- Crampton, E.W., Donefer, E. y Lloyd, L.E. 1960. A nutritive value index for forage. *J. Anim. Sci.* 19:538.
- Da Silva, J., Saliba, E., Magalhães Aroeira, J., Rodríguez, N., Mourão de Sousa, B., Costa, F., Borges, I. y Gonçalves, L. 2006. Estimativa da produção fecal de novilhas leiteiras mantidas em diferentes sistemas de pastejo pela utilização dos indicadores externos óxido crômico e LIPE®. 43º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 24 a 27 de Julio. João Pessoa. 4 pp.
- De León, M. 2006. El uso de silajes de sorgo en la intensificación de los sistemas de producción de carne bovina. *Producir XXI*, 15 (181):44-47.
- Del Luca, L. y Fontanelli, R.S. 1995. Perspectives for an alternative wheat eco-ideotype to achieve the sustainability of agro-ecosystems in the Southern regions of Brazil. En: Kohli, M.M. (ed), p. 77-91. International Workshop on Facultative and Double Purpose Wheats, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, Octubre 23-26.

- Díaz, M.J.; Roberto, Z.E. y Viglizzo, E.F. 1986. Diversificación productiva y estabilidad económica de sistemas con distintas relaciones agroganaderas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 6: 603-608.
- Di Marco, O. 2007. Calidad nutritiva de ensilajes de maíz o sorgo: ¿Híbridos sileros o graníferos? En: Jornada sobre producción y utilización de ensilajes. Un nuevo desafío para la producción regional. Octubre del 2007. Univ. Nac. Del Sur, Bahía Blanca. 69-80.
- Di Marco, O. y Aello, M. 2006. Se viene el sorgo para silaje ¿es mejor que el maíz? *Revista Visión Rural.* Año XIII, N°2:15-18.
- Doggett, H. 1970. *Sorghum. Trop. Agric. Series. Longmans.* 403 pp.
- Doley, P.T., Casson, T., Cransberg, L. y Rowe, J.B. 1994. Faecal output of grazing sheep measured by total collection or using chromium sesquioxide. *Small Ruminant Research.* 13:231-236.
- Duble, R.L., Lancaster, J.A. y Holt, E.C. 1971. Forage characteristics limiting animal performance on warm-season perennial grasses. *Agron. J.* 63:795.
- Elizalde, J.C., Merchen, N.R y Faulkner, D.B. 1999. Supplemental cracked corn for steers fed fresh alfalfa: I. Effects on digestion of organic matter, fiber, and starch. *J. Anim.Sci.* 77:457.
- Elizalde, J.C., Santini, F. J. y Pasinato, A. M. 1996. The effect of stage of harvest on the process of digestion in cattle fed winter oats indoors. II. Nitrogen digestion and Microbial Protein Synthesis. *Anim Feed Sci. & Tech.* 62: 245-255.
- Elizalde, J. C. y Santini, F. J. 1992. Factores nutricionales que limitan las ganancias de peso en bovinos en el período otoño-invierno. *Bol. Téc. N°104. INTA, CERBAS, EEA Balcarce.* Bs. As. Argentina. 27 pp.
- Ellis, W.C. 1978. Determinants of grazed forage intake and digestibility. *J. Dairy Sci.*61:1828.
- Encuesta Nacional Agropecuaria. 2002. Instituto Nac. Estadísticas y Censos Rep. Argentina (INDEC). www.Indec.gov.ar/nuevaweb/cuadros/11/ena-02-02.pdf.
- Fahey, G.C. y Jung, H.G. 1983. Lignin as a marker in digestion studies: a review. *J. Anim. Sci.* 57: 220-225.
- Ferri, C.M. y Stritzler, N.P. 1993. Efecto del contenido de materia seca del verdeo de centeno sobre la digestibilidad "in vivo" y el consumo voluntario en ovinos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 13:127-131.
- Forbes, J. M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. CAB international. U.K. 532 p.

- Freddi, J., Arzadún, M., Sanchez, O. e Ibarra, C. 2003. Producción de forraje y contenido de carbohidratos solubles en cinco verdeos de invierno. Rev. Arg. Prod. Anim. 26º Congreso Argentino de Prod. Animal. PP78.
- Fukushima, R.S. y Hatfield, D.R. 2003. Composição fenólica de ligninas dioxano determinadas pela reação oxidativa com o nitrobenzeno. Pesq. Agropec. Bras. 38: 373-378.
- Gagliostro, G.A. y Gaggiotti, M. 2004. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. INTA Expone en la Pampa Húmeda. 23 pp.
- Galyean, M. 1994. Laboratory procedures in animal nutrition research. Department of Animal and Food Sciences. Texas Tech University, Lubbock. 193 pp.
- García, S.C., Santini, F.J. y Elizalde, J.C. 2000. Sites of digestion and bacterial protein synthesis in dairy heifers fed fresh oats without corn or barley grain. J. Dairy Sci. 83: 746-755.
- Gregorini, P., Gunter, S.A., Beck, P.A., Caldwell, J., Bowman, M.T. y Coblenz, W.K. 2009. Short-term foraging dynamics of cattle grazing swards with different canopy structures. J. Anim. Sci. 87: 3817-3824.
- Hall, M. B. y Huntington, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. J. Anim. Sci. 86 (E.Suppl.):E287-292.
- Havilah, E.J. y Kaiser, A.G. 1992. Sorghums for silage: e review. AIAS. Ocassional publication. Paper presented at the 2º Australian Sorghum Conference. Gatton, Queensland, Australia. 4-6 February. N°68, 2:338-354.
- Hernández, O. 1969. Efecto de la época e intensidad del pastoreo sobre el rendimiento en grano de trigo doble propósito. Rev. Invest. Agrop. Ed. INTA. Serie 2. Vol. VI, 9:155-165.
- Hogan, J.P. y Weston, R.H. 1969. The digestion of pasture plants by sheep. III. The digestion of forage oats varying in maturity and in the content of protein and soluble carbohydrate. Aust. J. Agric. Res. 20:347.
- Horn, G., Redmon, L., Bernardo, D., Krenzer, G. y Andrae, J. 1995. Grazing trial evaluation of wheat varieties in the wheat grain/stocker cattle enterprise. www.ansi.okstate.edu/research/1995RR/1995RR26.pdf. 8pp.
- Horn, F.P., Telford, J.P., McCroskey, J.E., Stephens, D.F., Whiteman, J.V. y Totusek, R. 1979. Relationship of animal performance and dry matter intake to chemical constituents of grazed forage. J. Anim. Sci. 49:1051.
- House, L.R. 1982. El sorgo. Guía para su mejoramiento genetic. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

- Huhtanen, P., Kaustell, K. y Joakkola, S. 1994. The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48:211-227.
- INDEC. 2002. Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Censo Nacional Agropecuario 2002.
www.indec.gov.ar/agropecuario/cna-defini.asp.
- Jaurena, G. y Danelón, J.L. 2006. Tabla de Composición de los Alimentos para Rumiantes de la Región Pampeana. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires. 57 pp.
- John, A. y Ulyatt, M.J. 1987. Importance of dry matter content to voluntary intake of fresh grass forage. *Proceeding of the New Zealand Society of Animal Production* 47: 13-16.
- Kellaway, R., y S. Porta. 1993. Feeding concentrates supplements for dairy cows. *Dairy Res. Dev. Corp. Australia*.
- Kloster, A.M., Latimori, N.J., Amigone, M. A. y Ballario, M. V. 1995. Suplementación de verdes invernales. Informe Técnico N°112. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Marcos Juárez. 12pp.
- Laborde, H.E., Torrea, M.B., Guille, G. y Lobata, N. 2006. Uso de nuevos indicadores para estimar digestibilidad y consumo en forrajes de baja calidad.
- Lange, A. 1973. Suplementación de pasturas para la producción de carne. ACREA. Colección Investigación Aplicada. 72 pp.
- Laredo, M. A., Anzola, V. y F. Segura, F. 1988. Cloruro de iterbio y óxido de cromo como indicadores de excreción fecal y consumo de heno. *Rev. ICA.* 23: 303 - 313.
- Leaver, J.D. 1985. Milk production from grazed temperate grasslands. *J. Dairy Res.* 52: 313-344.
- Lippke, H., Forbes, T.D.A. y Ellis, W.C. 2000. Effect of supplements on growth and forage intake by stocker steers grazing wheat pasture. *J. Anim. Sci.* 78:1625–1635.
- MacRae, J.C., Smith, J.S., Dewey, P.J., Brewer, A.C., Brown, D.S. y Walker, A. 1985. The efficiency of utilization of metabolizable energy and apparent absorption of amino acids in sheep given spring-and autumn-harvested dried grass. *Br. J. Nutr.* 54: 197-209.
- Marino, M.F., Mazzanti, A., Echeverría, H. y Andrade, F. 1996. Fertilización nitrogenada de cultivos forrajeros invernales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 16: 248-249.
- Marino, M.F., Mazzanti, A. y Echeverría, H. 1995. Fertilización nitrogenada de cultivos anuales de invierno en el sudoeste bonaerense. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 15: 179-184.
- Martínez, M.F., Arelovich, H.M. y Wehrhahne, L. 2007. Composición química del forraje en cultivares de Avena sativa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol. 27. Supl. 1:125-126.

- McDonald, P., Edwards, R.A. y Greenhalgh, J.F.D. 1979. Hierba y cultivos forrajeros. En: Nutrición Animal. Segunda edición. Cap. 15: 462 pp.
- Melin, A., Zamora, M., Bolletta, A., Coria, M. y Marinissen, J. 2008. Sorgo en el Sur. Producción de forraje y grano. Campaña 2007/2008. Proyecto Regional Desarrollo de Sistemas Mixtos Agrícola-Ganaderos en el Area del CERBAS. Ediciones INTA. 6 cap.
- Mellado Zambrano, M. 1995. Mechanical cutting or grazing of bread wheat (*Triticum aestivum*) and its association with forage species in the south-central Chile. En: Kohli, M.M. (ed), p. 53- 61. International Workshop on Facultative and Double Purpose Wheats, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, Octubre 23- 26.
- Méndez, D. y Davies, P. 1999. Utilización de verdeos invernales. Publicación Técnica N°29. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria . EEA General Villegas. 31pp.
- Méndez, D., Davies, P., Gonella, C. y Díaz-Zorita, M. 1998. Fertilización nitrogenada de verdeos invernales. 2. Respuesta animal. Rev. Arg. Prod. Anim. 18 (1):96.
- Merchen, N.R. 1993. Digestión, absorción y excreción en los rumiantes. En: D. C. Church (Ed.). El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Tomo I. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 191-223.
- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. En: Forage quality, evaluation and utilization. Fahey (ed.). ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI. 450-493.
- Moore, J.E., Coleman, S.W. 2001. Forage intake digestibility, ndf, and adf: how well are they related?. American Forage and Grassland Council Conference Proceedings. 2001 vol.10 p.238-242.
- Moore, J.E., Brant, M.H., Kunkle, W.E., Hopkins, D.I. 1998. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility and animal performance. Roche/ASAS foundation Beef Cattle Nutrition Symposium: Forage Supplementation and Grazing J. Anim. Sci. 77 (2), 122-135.
- Mott, G.O. 1984. Relationship of available forage and animal performance in tropical grazing systems. Proc. Am. Forage Grassl. Council. 373-382.
- Nelson, C.J. y Moser, L.E. 1994. Plants factors affecting forage quality. En: Forage quality, evaluation and utilization. Fahey (ed.). ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI. 115-154.
- Nordquist, P.T. y Rumery, M.G.A. 1967. Corn and sorghum silage for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 50:1255.
- NRC. 1987. National Research Council. Predicting feed intake of Food-Producing Animals. National Academy Press, Washington, D. C. 85 pp.

- NRC. 1984. National Research Council. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Sixth revised edition. National Academy Press, Washington, D.C. 234 pp.
- Oliveira, L.O.F, Saliba, E.O.S., Borges, I., y col. 2005. Concentração de oxido crômico e LIPE nas fezes de bovinos em pastagem de *Brachiaria brizantha* utilizadas na estimativa de consume. Em: Reunião Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. Goiânia, GO. Anais Goiânia: SBZ (CD-ROM).
- Paiva, J.A.J. 1976. Qualidade de silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. Disertacao- Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte. 43f.
- Peyraud, J.L., Comeron, E.A., Wade, M.H. y Lemaire, G. 1996. The effect of daily herbage allowance, herbage mass and animal factors upon herbage intake by grazing dairy cows. *Ann Zootech*, 201-217.
- Phillips, C.J.C. 1988. The use of conserved forages as a supplement for grazing dairy cows. *Grass Forage Sci.* 43: 215-230.
- Phillips, W.A. y Horn. G.W. 2008. Intake and digestion of wheat forage by stocker calves and lambs. *J. Anim. Sci.* 86: 2424-2429.
- Piazza, A., Freddi, J., Arias, S., Arzadún, M., e Ibarra C. 2007. Efecto de la inclusión de silaje de sorgo en sistemas de invernada sobre verdeos de invierno. 30° Congreso Argentino de Producción Animal. *Rev. Arg. Prod. Animal.* 17 (Supl.1): 19-20.
- Pond, W.G., Church, D.C. y Pond, K.R. 1995. Proteins and Amino Acids. En: *Basic Animal Nutrition and Feeding*. Ed. Jhon Wiley & Sons, Inc. Fourth Edition. 615 pp.
- Poppi, D.P. y McLennan, S.R. 1995. Protein and Energy Utilization by Ruminants at Pasture. *J. Anim. Sci.* 73: 278-290.
- Pordomingo, A.J., Juan, N.A. y Pordomingo, A.B. 2007. Relación entre el aumento de peso de novillos sobre verdeos de invierno y parámetros de calidad del verdeo. Comunicación. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* Vol. 27, Supl. 1: 83-84.
- Pordomingo, A.J., Joulí, R., Pordomingo, A.B., Quiroga, A., Volpi Lagreca, G., Montejo Casola, M., Peratta, A.E. y Sosa, C.I. 2002. Producción y Calidad de forrajes de verdeos de invierno. En: *Investigación en Producción Animal 2002-2003. Región subhúmeda y semiárida pampeana Boletín de divulgación técnica N°79. ISSN 0325-2167*. Ed. INTA. Capítulo 7:35-44.
- Pordomingo, A.J., Romero, N.A., Pordomingo, A.B. y Volpi Lagreca, G. 2001. Evaluación de la producción y la composición nutritiva de ryegrass anual en la región este de La Pampa. En: *Siembra Directa y Fertilización. Sistemas Ganaderos de la región semiárida. EEA Anguil, INTA. Cap. 10: 6 pp.*

- Rayburn, E.B. 1986. Quantitative aspects of pasture management. Seneca Trail RC&D Technical Manual. Franklinville, N.Y.: Seneca Trail RC&D.
- Redmon, A., Horn, G.W., Krenzer Jr, E.G. y Bernardo, D.J. 1995. A review of livestock grazing and wheat grain yield: Boom or Bust. *Agronomy Journal* 87: 137-147.
- Rodríguez, N.M., Saliba, E. y Guimarães Junior, R. 2007. Uso de indicadores para estimar consumo y digestibilidad de pasto. LIPE, lignina purificada y enriquecida. *Rev. Col. de Cienc. Pec.* Vol. 20. 4: 518-525.
- Rodríguez, N.M., Simoes Saliba, E. y Guimaraes Junior, R. 2006. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. *Anais de Simposios da 43º Reuniao Anual da SBZ, Joao Pessoa.* 263-288.
- Rodríguez, A., Tropp, J. N., Walker, O.L. y Bernardo, D.J. 1990. A wheat grazing systems model for the US Southern Plains: I. Model description and performance. *Agric. Syst.* 33: 41-59.
- Rosso, O. R. y Verde, S. 1992. Avena: Producción de forraje y utilización en la alimentación de vacunos. Boletín Técnico N°109. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Balcarce, Argentina. 27 pp.
- SAGPyA. 2008. Secretaría de Ganadería, Pesca y Agricultura.
www.sagpya.mecon.gov.ar
- Saliba, E.O.S., Vasconcellos, C.H.F., Veloso, J.A.F., y col. 2005. LIPE, CR₂O₃ e coleta total de excretas para determinação da digestibilidade em frangos de corte. En: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42. Goiânia, Anais. Goiânia, GO: SBZ (CD-ROM).*
- Saliba, E.O.S., Pilo-Veloso, D., Rodríguez, N.M. 2004. Structural characterization of lignin from *Eucalyptus grandis* before and after exposure to the gastrointestinal tract of ruminants. En: *8º Simposio Mundial de Ligninas 2004, São Carlos: Anais.*
- Saliba, E.O.S.; Pereira, R.A.N.; Ferreira, W.M. 2003. Lignin from Eucaliptus Grandis as indicator for rabbits in digestibility trials. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* Vol.3: 1.3, (Special Volume).
- Saliba, E.O.S. 1998. Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e de soja expostas à degradação ruminal e sue efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais. Belo Horizonte: Escola de Veterinária de UFMG. Tese Doutorado em Ciência Animal. 251 pp.

- Saliba, E.O.S., Rodriguez, N.M., Goncalves, L.C. y Fernández, P.C.C. 1999. Effect of corn and soybean lignin residues submitted to the ruminal fermentation on structural carbohydrates digestibility. *Arq. Brás. Méd. Vet. Zootec.* 51: 85-88.
- Sanson, D.W., and D.C. Clanton. 1989. Intake and digestibility of low-quality meadow hay by cattle receiving various levels of whole shelled corn. *J. Anim. Sci.* 67:2854-2862.
- SAS. 2000. SAS Institute Inc., SAS Online Doc (rtm). Version 9, Copyright © 2000, SAS Institute Inc.
- Schimdt, A.R., Goodrich, R.D., Jordan, R.M, Martin, G.C. y Meiske, J.C. 1976. Relationship among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agro. J.* 58: 403-405.
- Spada, M.; Valiente, C.; Guzman, C. y Mombelli, J. 2007. Producción de forraje y calidad de planta y del ensilado de híbridos de sorgo. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* Vol. 27, Supl. 1:173-174.
- Tavella, C.M., Verger, R.P y Kohli, M.M. 1995. Progress in Development of Double Purpose Wheats in Uruguay. En: Kohli, M.M. (ed), p. 96-105. International Workshop on Facultative and Double Purpose Wheats, INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, Octubre. 23-26.
- Tilley, J. M.A y Terry, R.A. 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18: 104-111.
- Torroba, P. y Serna, G. 1975. Efecto de La raza y disponibilidad de forraje sobre La eficiencia de conversión de novillos AA y cruzas en pastoreo de avena. IICA. Escuela para graduados en Ciencias Agropecuarias de La República Argentina. Balcarce, Tesis M. Sc., 139 pp.
- Van Keulen, J. y Young, B.A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *J. Anim. Sci.* 44: 282-287.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press. 476 pp.
- Van Soest P.J., Robertson J.B. and Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci* 74: 3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. Corvallis, Ore. and B. Books. 373 pp
- Vogel, G.J., Phillips, W.A., Horn, G.W., Ford, M.J. y McNew, R.W. 1989. Effects of supplemental silage on forage intake and utilization by steers grazing wheat pasture or bermudagrass. *J. Anim. Sci.* 67, 232-240.

- Vogel, G. J. 1988. Kinetics of ruminal nitrogen digestion of wheat forage and high protein feedstuff and the effects of supplemental protein on the performance of growing cattle on wheat pasture. Ph.D. Dissertation. Oklahoma State Univ., Stillwater.
- Winchester, C.F. y Morris, M.J. 1956. Water intake rates of cattle. *J. Anim. Sci.* 15:722-740.
- Yemm E. W. and Willis A. J., 1954. The estimation of Carbohydrates in Plant Extracts by Anthrone. *Biochem J.* 57(3): 508–514.
- Young, M.A.; Dalke, B.S.; Sonon Jr, R.N.; Holthans, D.L. y Bolsen, K. K. 1996. Effect of grain content on the nutritive value of whole plant grain sorghum silage. Proceeding of the XI International Silage Conference University of Wales, Aberystwyth. 8-11 September, p. 58.
- Zinn, R.A y Ware, R.A. 2007. Forage quality: digestive limitations and their relationships to performance of beef and dairy cattle. 22 Anual Southwest Nutrition & Management Conference February 22-23, 2007. 49-54.
- Zorrilla, J. 1979. Determinación del consumo voluntario en condiciones de libre pastoreo. En: Manual de Técnicas de investigación en Nutrición de Rumiantes. Dpto. de Nutrición Animal. INIP-SARH. México